



**PROSIDING
PERTEMUAN ILMIAH TAHUNAN
RISET KEBENCANAAN KE-2**

**Membangun Kemandirian Industrialisasi dan Teknologi
Berbasis Riset Kebencanaan Indonesia**

**Universitas Gadjah Mada
Yogyakarta**

26-28 Mei 2015

PROSIDING PERTEMUAN ILMIAH TAHUNAN RISET KEBENCANAAN KE-2

**Membangun Kemandirian Industrialisasi dan Teknologi
Berbasis Riset Kebencanaan Indonesia**

**Universitas Gadjah Mada
Yogyakarta**

26-28 Mei 2015

IKATAN AHLI KEBENCANAAN INDONESIA

**PROSIDING
PERTEMUAN ILMIAH TAHUNAN
RISET KEBENCANAAN KE-2**

**Membangun kemandirian Industrialisasi dan Teknologi
Berbasis Riset Kebencanaan Indonesia**

**Universitas Gadjah Mada
Yogyakarta
26-28 Mei 2015**

x, 584 halaman, 21 x 29,7 cm

Hak cipta dilindungi Undang-undang
Copyright ©2016
ISBN : 978-602-74604-0-9

Editor:

Prof. Dr. HA Sudibyakto, M.S.
Lilik Kurniawan, ST, M.Si

Diterbitkan Oleh:

Ikatan Ahli Kebencanaan Indonesia (IABI)
Sekretariat: Gedung INA-DRTG Lt. 2,
Indonesia Peace and Security Center (IPSC), Sentul, Bogor
e-mail: sekretariat@iabi-indonesia.org
Website: www.iabi-indonesia.org

PENGANTAR REDAKSI

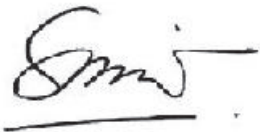
Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT, Pertemuan Ilmiah Tahunan Riset Kebencanaan ke-2 telah terselenggara dengan lancar. Makalah pada sidang mengacu pada tema “Membangun Kemandirian Industrialisasi dan Teknologi Berbasis Riset Kebencanaan Indonesia” dapat diterbitkan dalam bentuk Prosiding ini. Prosiding ini terbit secara lengkap dari semua makalah yang berjumlah 60 dikelompokkan menjadi 9 (sembilan) jenis bencana gempabumi dan tsunami; gunungapi; gerakan tanah; banjir dan bencana marin; cuaca dan gelombang ekstrim; kekeringan, kebakaran hutan dan lahan; epidemi dan wabah penyakit; kegagalan teknologi; dan pengembangan manajemen bencana.

Terbitnya Prosiding ini tidak lepas dari peran berbagai pihak, sehingga kami mengucapkan terimakasih kepada Anggota Ikatan Ahli Kebencanaan Indonesia (IABI), Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), Kemenristek-Dikti, Bappenas, dan Universitas Gadjah Mada. Bertemunya peneliti, perekayasa, akademisi dan praktisi kebencanaan menjadi modal kuat mewujudkan Indonesia Tangguh Bencana.

Kami mengharapkan Prosiding ini dapat digunakan sebagai salah satu acuan untuk tindak lanjut riset kebencanaan dan mendukung *blueprint* riset kebencanaan di Indonesia. Semoga semua yang kita lakukan mendapat ridho dan barokah dari Allah SWT.

Jakarta, Mei 2016

Ketua Umum/Ketua Editor



Prof. Dr. HA Sudibyakto, M.S.

DAFTAR ISI

	Halaman
Pengantar Redaksi	iii
Daftar Isi	v

BAGIAN I: GEMPABUMI DAN TSUNAMI

STUDI PEMBUATAN PETA RISIKO GEMPA SKALA MIKRO (MIKROZONASI) AKIBAT GEMPA SKENARIO DI WILAYAH DKI JAKARTA Masyhur Irsyam, M. Asrurifak dan Iswandi Imrana	1-8
IDENTIFIKASI SUMBER GEMPABUMI DAERAH ACEH TENGAH Supartoyo, Dr. Sri Hidayati dan M. Hendrasto	9-17
ANALISIS MULTI SKENARIO DAMPAK TSUNAMI DI KAWASAN PESISIR KABUPATEN KULON PROGO, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA Dhoni Wicaksono, Fiqri Ardiansyah, Gilang Adi Nugroho dan Cut Ayu Tiara S.	18-26
PENILAIAN RISIKO TSUNAMI DI KOTA PALU MENGGUNAKAN SPATIAL MULTI CRITERIA EVALUATION (SMCE) Rahmat Aris Pratomoa dan Wawargita Permata Wijayanti	27-34
PERKEMBANGAN DAN KARAKTERISTIK PERMUKIMAN PADA WILAYAH RAWAN BENCANA GEMPABUMI DI PELABUHAN RATU Suci Salmaningsih Royeza, Supriatna dan Eko Kusratmoko	35-43
TINGKAT KEPUASAN MASYARAKAT TERHADAP PROGRAM REHABILITASI DAN REKONSTRUKSI PERUMAHAN PASCA GEMPA 30 SEPTEMBER 2009 DI PROVINSI SUMATERA BARAT Taufika Ophiyandri, Bambang Istijono, Diah Chairisna dan Ade Tadzki	44-52
ANALISIS PERSEPSI RISIKO BENCANA GEMPABUMI DI KABUPATEN KLATEN PROVINSI JAWA TENGAH Muhammad Malthuf	53-58
KAJIAN KERAWANAN FISIK WILAYAH TERHADAP GEMPABUMI DI KECAMATAN WEDI DAN KECAMATAN GANTIWARNO KABUPATEN KLATEN Sri Mulyati, Junun Sartohadi dan Djati Mardiatno	59-66
KAJIAN RISIKO TSUNAMI KOTA PADANG, SUMATERA BARAT Agus Solihin, Cipta Muhammad Firmansyah dan Imam Santosa	67-74
ANALISA DATA GEMPA UNTUK KARAKTERISASI KERAWANAN BAHAYA SEISMIK PULAU SUMBAWA DARI ASPEK NILAI PERCEPATAN GETARAN TANAH MAKSIMUM DAN DISTRIBUSI GEMPA M. Dlorifun Naqiyun dan Muhammad Rofiqul A'la	75-80

BAGIAN II: GUNUNGAPI

HUBUNGAN SEBARAN ENDAPAN PIROKLASTIKA DAN TINGKAT KERUSAKAN BANGUNAN PERMUKIMAN PADA KASUS ERUPSI GUNUNG KELUD 2014 DI KABUPATEN KEDIRI, PROVINSI JAWA TIMUR Eko Teguh Paripurno, Arif Rianto Budi Nugroho, Magdalena Ritonga dan Dicky Ronald	81-86
PELIBATAN PEREMPUAN DALAM MONITORING REHABILITASI DAN REKONSTRUKSI PASCA ERUPSI MERAPI 2010 MELALUI KEGIATAN KORAN IBU DI HUNIAN SEMENTARA GONDANG 1, CANGKRINGAN, SLEMAN, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA Amin Nurohmah dan Ninik Sri Rahayu	87-94
PEMODELAN BAHAYA GUNUNGAPI, PENDEKATAN BARU DALAM MEMBANGUN KESIAPSIAGAAN DAN MENDUKUNG MITIGASI DI PUSAT VULKANOLOGI DAN MITIGASI BENCANA GEOLOGI - BADAN GEOLOGI Anjar Heriwaseso, Supriyati Andreastuti, Agus Budianto, Weningsulistri, Yohandi Kristiawan dan Merry C. Natalia	95-101
PERAN SERTA PETANI DALAM PROGRAM REHABILITASI LAHAN PASCA ERUPSI GUNUNGAPI MERAPI TAHUN 2010 DI KECAMATAN CANGKRINGAN KABUPATEN SLEMAN Hafidah Amandina	102-109
KAJIAN HUNIAN TETAP TERHADAP PENGURANGAN RISIKO DAN PENATAAN RUANG PASCA ERUPSI GUNUNGAPI MERAPI 2010 Rini Meiarti, Garri Martha Kusuma Wardhana, Heni Masruroh, Bobby Setiawan, dan Arifana Eka Hastuti	110-119
EVALUASI PROGRAM PEMULIHAN EKONOMI PASCA BENCANA ERUPSI GUNUNG BROMO BERBASIS AGRIBISNIS DI KECAMATAN SUKAPURA PROBOLINGGO Tatiek Koerniawati Andajani, Rini Dwiastuti, Liana Padma Praba Maulana, dan Cahya Indra Wicaksono	120-128
KAJIAN LONGITUDINAL KETANGGUHAN KORBAN LETUSAN GUNUNG MERAPI Frans Toegimin dan F. Asisi S. Widanto	129-138
EVALUASI RENCANA TATA RUANG KABUPATEN SLEMAN BERDASARKAN ANALISIS RISIKO BENCANA GUNUNG MERAPI Teresita Oktavia Rosari, Kuswaji Dwi Priyono dan Jumadi	139-146
BENTANG ALAM PASCA BENCANA ERUPSI 2010 (TINJAUAN LINGKUNGAN FISIK SEBAGAI DAYA TARIK DESA WISATA DI LERENG MERAPI) Muhamad	147-154
KAJIAN DI KAWASAN RAWAN BENCANA ERUPSI MERAPI DENGAN PENDEKATAN EKONOMI RUMAH TANGGA (PER) Susilo Budhi Sulistyو dan Anggota Kluster Livelihood FPRB DIY	155-162
KESENJANGAN ANTARA KEBIJAKAN PEMERINTAH KABUPATEN SLEMAN DALAM EVAKUASI KORBAN DENGAN PREFERENSI BERMUKIM MASYARAKAT YANG TERDAMPAK LANGSUNG ERUPSI GUNUNGAPI MERAPI 2010 Abdur Rahman	163-175
PENGARUH KEMIRINGAN ATAP RUMAH TERHADAP HUJAN PASIR LETUSAN GUNUNG BERAPI Machsus, Amien Widodo, Tatas dan Muhammad Hafiizh Imaaduddin	176-180
PERUBAHAN PEMANFAATAN LAHAN SEBAGAI STRATEGI BERTAHAN MASYARAKAT PASCAERUPSI GUNUNGAPI KELUD TAHUN 2014 Puspita Indra Wardhani, Junun Sartohadi dan Sunarto	181-190

BAGIAN III: GERAKAN TANAH

IDENTIFIKASI OBJEK LONGSOR BERDASARKAN PERUBAHAN MULTI- TEMPORAL INDEKS VEGETASI PADA CITRA LANDSAT 8 LDCM (Studi Kasus: Kejadian Longsor 12 Desember 2014 di Karangkoobar, Banjarnegara, Jawa Tengah) Fajar Yulianto, Taufik Maulana, Suwarsono dan Muhammad Priyatna	191-199
EVALUASI SISTEM PEMANTAUAN GERAKAN TANAH; PROSPEK MENUJU SISTEM PERINGATAN DINI YANG EFEKTIF Subandriyo, Agus Budi Santoso, Sapari Dwiyono dan Nurudin	200-210
PEMETAAN POTENSI DAERAH RAWAN LONGSOR DI PROVINSI NUSA TENGGARA BARAT BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFI Bramudya Rifki Mukti, Armi Susandi, Mamad Tamamadin dan Dida Abdillah Fajrin	211-215
ZONASI TINGKAT KERAWANAN BENCANA GERAKAN TANAH DI DAERAH GEOTHERMAL I Putu Krishna Wijaya dan Dwikorita Karnawati	216-222
METODE PEMETAAN PARTISIPATIF UNTUK PENYUSUNAN PROGRAM PENGURANGAN RISIKO BENCANA LONGSOR. STUDI KASUS DESA CIBANTENG, KABUPATEN CIANJUR, JAWA BARAT Eko Kusratmoko, Adi Wibowo, Sofyan Cholid dan Tjong Giok Pin	223-231
PERINGATAN DINI GERAKAN TANAH DI INDONESIA Kristianto, Yukni Arifianti dan Lestari Agustiningtyas	232-238
RENCANA KONTIJENSI UNTUK TANAH LONGSOR DI DESA KALIKUNING, PACITAN, JAWA TIMUR Tatas, I Putu Artama Wiguna, Machsus, Tri Dani Widyastuti, dan Mohammad Arif Rohman	239-248
MODEL TRAUMA HEALING BAGI PENYINTAS BENCANA TANAH LONGSOR DI KARANGKOBAR KABUPATEN BANJARNEGARA PROVINSI JAWA TENGAH Tukino, Epi Supiadi, Meiti Subardhini, Dorang Luhpuri dan Rini Hartini Rinda	249-257
KARAKTERISTIK HUJAN PEMICU LONGSOR BERBASIS DATA TROPICAL RAINFALL MEASURING MISSIONS (TRMM) (Studi Kasus Kabupaten Cianjur dan Kabupaten Garut) Heru Purwanto, Eko Kusratmoko dan Sobirin	258-266
ANALISIS SPATIO TEMPORAL PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN UNTUK Mendukung PENILAIAN KETERPAPARAN LONGSOR DI SEBAGIAN WILAYAH KABUPATEN CIANJUR, JAWA BARAT Anung Kurniawan, Sudibyakto dan B.G.C.M (Bart) Krol	267-278
KAJIAN POTENSI RISIKO BENCANA GERAKAN TANAH DI KABUPATEN MAJALENGKA, JAWA BARAT A. Nursalim, M. Surmayadi dan A. Solihin	279-286

BAGIAN IV: BANJIR DAN BENCANA MARIN

PETA PROYEKSI KERENTANAN BANJIR DI KABUPATEN LOMBOK UTARA

Armi Susandi, Mamad Tamamadin, Bramudya Rifki Mukti dan Dida Abdillah Fajrin 287-292

PERBANDINGAN UJI AUTOKORELASI SPASIAL GEARY'C DAN MORAN'I

(Studi Kasus : Bencana Banjir di Kecamatan Tarano, Kabupaten Sumbawa, Provinsi Nusa Tenggara Barat Tahun 2015)

Anggara Setyabawana Putra 293-298

PEMETAAN GENANGAN BANJIR JAKARTA PERIODE 08-10 FEBRUARI 2015 MENGGUNAKAN DATA PENGINDERAAN JAUH RADAR IMAGING SATELLITE 1 (RISAT-1) DUAL-POLARIZATION

Fajar Yulianto, Junita Monika Pasaribu, Hana Listi, Indah Prasasti, Nanik Suryo Haryani dan Parwati Sofan 299-305

MANAJEMEN RISIKO BANJIR DI KABUPATEN LAMONGAN

Agus A. Wahid MG, Sudibyakto dan Sunarto 306-314

KAJIAN RISIKO BENCANA MARIN DI PANTAI TERNATE

Adnan Sofyan 315-320

ANALISIS KEBIJAKAN TERKAIT PENERAPAN INFORMASI RISIKO BENCANA RIP CURRENT (ARUS RETAS) DI KAWASAN WISATA PARANGTRITIS KABUPATEN BANTUL

Centauri Indrapertiwi 321-326

KONSEP PENANGANAN BENCANA LONGSOR DAN BANJIR DI KOTA SEMARANG

Mohammad Agung Ridlo 327-337

STRATEGI MENGHADAPI PENINGKATAN RISIKO EROSI PANTAI DAN PENGGENANGAN DI DATARAN PESISIR

Otto S. R. Ongkosongo 338-354

EVALUASI INTRUSI AIR LAUT AKIBAT EKSPLOITASI AIR TANAH DI SEPANJANG PANTAI KOTA PADANG

Tri Annisa Fajri, Yet Sudarsih, Ahmad Salim Ridwan, Muhammad Habib, dan Ade Fitria Dori 355-361

PENENTUAN ZONA KERAWANAN BANJIR BANDANG DENGAN METODE FLASH FLOOD POTENTIAL INDEX (FFPI) DI PERBUKITAN MENOREH KABUPATEN KULONPROGO DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Wahyu Widiyatmoko, Dhoni Wicaksono, Afza Afgani S., Achmad F.T., dan Mustawan N. H. 362-370

RISIKO BANJIR PADA LAHAN SAWAH DI SEMARANG DAN SEKITARNYA

Sri Hartini, M. Pramono Hadi, Sudibyakto dan Aris Poniman 371-378

BAGIAN V: CUACA DAN GELOMBANG EKSTREM

IDENTIFIKASI SEBARAN SPASIAL DAERAH YANG RENTAN TERHADAP WATER-RELATED DISASTER BERDASARKAN PROYEKSI CURAH HUJAN DAMPAK PERUBAHAN IKLIM DI DAS PROGO HULU

Slamet Suprayogi, Vera Arida, Tika Rahayu Sasongko, Ahmad Cahyadi, Tommy Andryan Tivianton dan Ahdi Ahmad Fajri 379-388

RESPON INDUSTRI PARIWISATA TERHADAP POTENSI CUACA EKSTREM DARAT DAN LAUT DI PULAU BALI
Erda Rindrasih dan Subekti Mujiasih 389-406

DETEKSI ZONA AKTIF UNTUK KEJADIAN HUJAN EKSTREM DI INDONESIA
Heri Kuswanto dan Sri Hidayati 407-414

ANALISIS ISO KREANIK LEVEL (IKL) UNTUK ZONASI RISIKO BAHAYA PETIR DI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
Nugroho Budi Wibowo dan Juwita Nur Sembri 415-419

PEMETAAN PARTISIPATIF DAN PENILAIAN KAPASITAS MASYARAKAT PADA DAERAH TERKENA DAMPAK BENCANA ANGIN PUTING BELIUNG DI WILAYAH PESISIR SELATAN KABUPATEN PURWOREJO
Rudiono, H. A. Sudibyakto dan Rini Rachmawati 420-428

BAGIAN VI: KEKERINGAN, KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN

APLIKASI PENGINDERAAN JAUH DALAM PENGURANGAN RISIKO BENCANA KEKERINGAN DENGAN METODE WATER HOLDING CAPACITY SEBAGAI UPAYA MENINGKATKAN RESILIENSI MASYARAKAT DI DAERAH ALIRAN SUNGAI PENTUNG, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Bagus Septiangga, Nur Rochim dan Rutsasongko Juniar M 429-433

PEMETAAN KAPASITAS LOKAL DALAM PENANGGULANGAN KERENTANAN AKIBAT KERAWANAN AIR DI WILAYAH PERIURBAN GIRIPURWO, GUNUNGKIDUL, YOGYAKARTA

D.R. Hizbaron, A.N. Khasanah dan N.L. Hanum 434-441

PERAN PROGRAM LEMBAGA ZIS DALAM PENANGGULANGAN BENCANA KEKERINGAN DI KABUPATEN GUNUNGKIDUL

Gilang Adinugroho, Nugroho Hartanto, Charina VB dan Muhammad Fajar Sulisty 442-449

URGENSI ZONASI DAN MITIGASI BENCANA KEBAKARAN DI PERKOTAAN YOGYAKARTA
Kurniawan, Aulia Nur Mustaqiman, dan Yuliana Farkhah 450-454

BAGIAN VII: EPIDEMI DAN WABAH PENYAKIT

EPIDEMI, BENCANA NON ALAM, FLEKSIBILITAS DALAM PERENCANAAN, KESIAPSIAGAAN, DAN RESPONS
I Nyoman Kandun 455-458

MODELING RISIKO DEMAM BERDARAH DENGUE BERDASARKAN KASUS DAN FAKTOR LINGKUNGAN DI KOTA YOGYAKARTA

Cut Madinna Tiraya dan Suprpto Dibyosaputro 459-462

PERUBAHAN IKLIM GLOBAL, CUACA MIKRO DAN INDEK KERENTANAN BENCANA MALARIA PADA WILAYAH ENDEMIS MALARIA DI INDONESIA

Mursid, R. dan Sudibyakto, H. A. 463-472

BAGIAN VIII: KEGAGALAN TEKNOLOGI

KAJIAN DAMPAK BAHAYA KEGAGALAN TEKNOLOGI PLTU/PLTGU TERHADAP ELEMEN BERISIKO DI LINGKUNGAN UNIT PEMBANGKITAN MUARA KARANG

Wira Fazri Rosyidin, Sunarto dan Kirbani Sribrotospito 473-481

TINGKAT KERENTANAN BENCANA KEBAKARAN PERMUKIMAN DI KOTA YOGYAKARTA

Abraham B. Singgih, Bulan N. Sari, Dwi A. I. Lesmana, Lanthika Atianta, dan Reshinta Hantaringtyas 482-490

BAGIAN IX: PENGEMBANGAN MANAJEMEN KEBENCANAAN

PENINGKATAN PERAN PEMIMPIN LOKAL DALAM UPAYA PENGURANGAN RISIKO BENCANA DI KOTA PADANG, SUMATERA BARAT

Sari Seftiani 491-497

INFORMASI TINGKAT KERAWANAN BENCANA DENGAN MENGGUNAKAN DATA PENGINDERAAN JAUH UNTUK Mendukung Pengelolaan DAS yang Optimal di DAS Kahayan

Agung Rusdiyatomoko 498-509

PENERAPAN KONSEP AREA BUSINESS CONTINUITY MANAGEMENT DALAM MEMBANGUN KETANGGUHAN WILAYAH YANG PADAT KAWASAN INDUSTRI DI INDONESIA

Krishna S. Pribadi dan Aria Mariany 510-518

MENJEMBATANI PEMULIHAN PASCABENCANA MENUJU PEMBANGUNAN: “BAGAIMANA KAMI DAPAT BERTAHAN HIDUP PASCA KRISIS?”

Andri NR Mardiah dan Jon Lovett 519-529

STRATEGI PEREMPUAN PASCABENCANA: DARI RENTAN MENJADI TANGGUH BENCANA

Bevaola Kusumasari 530-537

PERAN DHRA TERKAIT DENGAN PELESTARIAN PUSAKA DAN KEBENCANAAN

Punto Wijayanto 538-546

EVALUASI SEKOLAH SIAGA BENCANA

(Studi Kasus Pendidik SMPN 2 Cangkringan, Sleman)

Sarwidi, Syamsul Arifin dan Fitri Nugraheni 547-556

ANALISIS MODAL YANG BERPENGARUH PADA PEMULIHAN PARIWISATA PASCA MULTI BENCANA

(Studi Kasus Desa Wisata Pentingsari)

Martha Kurnia Dewi 557-567

PENDEKATAN NANO UNTUK MENGEMBANGKAN KETANGGUHAN DALAM MENGHADAPI BENCANA

Rudy Pramono 568-576

SEKOLAH SIAGA BENCANA UNTUK ANAK PENYANDANG DISABILITAS DI MTs YAKETUNIS

Johan Dwi Bowo Santosa dan Pudji Santoso 577-584

BAGIAN I
GEMPABUMI
DAN TSUNAMI

STUDI PEMBUATAN PETA RISIKO GEMPA SKALA MIKRO (MIKROZONASI) AKIBAT GEMPA SKENARIO DI WILAYAH DKI JAKARTA

Oleh:

Masyhur Irsyam^{a,1,*}, M. Asrurifak^{a,2}, dan Iswandi Imran^{a,3}

^aPusat Penelitian Mitigasi Bencana ITB, Jalan Ganesha No 10, Bandung

*email: masyur.irsyam@yahoo.co.id

Abstrak

Potensi risiko bahaya gempabumi Daerah Khusus Ibukota Jakarta bila dilihat dari Peta Gempa Baru yang diterbitkan oleh Kementerian PU tahun 2010 adalah tidak kecil. Kejadian bencana gempa Aceh, Nias, Yogyakarta, dan Padang telah menyebabkan puluhan ribu korban jiwa dan kerugian yang sangat besar: puluhan milyar bahkan triliun rupiah harus dianggarkan Pemerintah untuk rehabilitasi dan rekonstruksi akibat bencana gempa tersebut. Jakarta dengan berpenduduk sangat padat dan mempunyai elemen-elemen kota seperti rumah-rumah, gedung-gedung, berbagai infrastruktur dan fasilitas vital penunjang kehidupan yang memiliki tingkat risiko tertentu terhadap bencana gempabumi. Studi ini dilakukan untuk mengetahui kemungkinan jumlah kerusakan bangunan dalam skala mikro (mikrozonasi) di wilayah Jakarta pada berbagai tingkatan kerusakan (rendah, sedang, dan tinggi) akibat gempabumi. Untuk mendapatkan data dan informasi tersebut maka tahap awal yang dilakukan dalam studi melakukan analisis hazard gempa di batuan dasar dan merambatkan gelombang gempa ke permukaan berdasarkan kondisi tanah setempat. Dengan merujuk data Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) DKI Jakarta 2030, dilakukan survey bangunan untuk memperoleh informasi fragility curve bangunan yang mewakili wilayah Jakarta. Dari hasil survey bangunan dan kurva fragility ini selanjutnya digunakan untuk mengetahui risiko kerusakan bangunan yang diakibatkan oleh gempabumi. Hasil studi ini menampilkan persentase kerusakan bangunan setelah hazard percepatan gempa dipermukaan yang diterapkan pada titik-titik di wilayah Jakarta. Risiko kerusakan ini perlu diidentifikasi dan diketahui tingkatannya sehingga strategi mitigasi dan rencana tindak yang tepat dapat dirumuskan dan dapat diimplementasikan sehingga diharapkan kerugian yang dapat diakibatkan dari bahaya gempabumi tersebut dapat diminimalkan.

Kata kunci: Mikrozonasi, fragility curve, risiko gempa.

1. PENDAHULUAN

Potensi bahaya gempabumi Daerah Khusus Ibukota Jakarta bila dilihat dari Peta *hazard* gempa baru yang diterbitkan oleh Kementerian PU tahun 2010 adalah tidak kecil, dan merupakan daerah dengan *hazard* gempa yang tidak jauh berbeda dengan Daerah Istimewa Yogyakarta. Kejadian bencana gempa Aceh, Nias, Yogyakarta, dan Bengkulu telah menyebabkan puluhan ribu korban jiwa dan kerugian yang sangat besar. Puluhan milyar bahkan triliun rupiah harus dianggarkan Pemerintah untuk rehabilitasi dan rekonstruksi akibat bencana gempa tersebut. Peristiwa gempa Yogyakarta banyak menelan korban jiwa dan keruntuhan serta kerusakan bangunan *engineered* maupun *non-engineered*. Banyaknya korban jiwa dan kerugian yang telah diakibatkan dari gempabumi Yogyakarta perlu dijadikan sebagai momentum dan pelajaran baik bagi Pemerintah Daerah DKI Jakarta maupun oleh Pemerintah Pusat Republik Indonesia untuk menyiapkan strategi mitigasi dan rencana tindak (*action plans*) yang diperlukan agar dampak atau risiko dari potensi bencana gempabumi tersebut dapat diminimalkan.

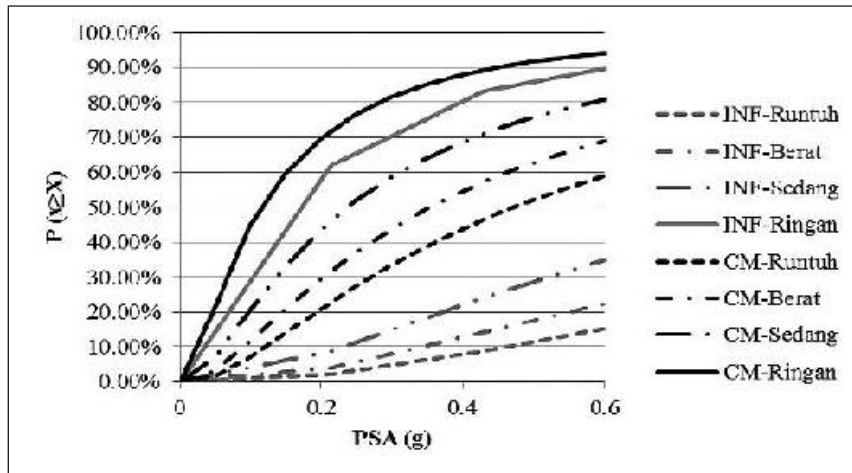
DKI Jakarta bukan hanya memiliki kepadatan penduduk yang sangat tinggi namun juga memiliki berbagai fasilitas struktur dan infrastruktur serta fasilitas vital penunjang kehidupan lainnya yang memiliki tingkat risiko tertentu terhadap bencana gempabumi. Untuk ini, perlu dilakukan suatu kajian risiko bencana

gempabumi secara sistematis sehingga dapat mengidentifikasi tingkat risiko masing-masing elemen di dalam kota Jakarta dari ancaman (*hazard*) gempabumi. Kajian risiko ini memerlukan masukan dari besaran dan distribusi *hazard* gempabuminya sendiri serta kerentanan (*vulnerability*) dari elemen-elemen di dalam kota Jakarta. Potensi besaran dan distribusi *hazard* getaran gempabumi yang mungkin terjadi di Jakarta perlu diprediksi dengan seksama dan suatu kaji ulang terhadap besaran percepatan gempa kota Jakarta perlu dilakukan menggunakan data/informasi serta metodologi mutakhir yang ada. Selain itu, distribusi dari besarnya percepatan gempabumi tersebut juga perlu disiapkan untuk dapat mengidentifikasi lokasi-lokasi yang memiliki tingkat bahaya yang lebih besar dari lokasi lain di kota Jakarta. Elemen-elemen dalam kota Jakarta seperti penduduk dan asset berupa bangunan, dan infrastruktur dengan karakteristiknya yang sudah terbangun saat ini dipertimbangkan memiliki suatu tingkat kerentanan tertentu terhadap bahaya gempabumi yang dapat menghantam kota Jakarta. Kondisi ini dipertimbangkan akan memberikan suatu tingkat risiko bencana gempabumi terhadap elemen-elemen tersebut. Risiko elemen-elemen ini perlu diidentifikasi dan diketahui tingkatannya sehingga strategi mitigasi dan rencana tindak yang tepat dapat dirumuskan dan dapat diimplementasikan segera sehingga kerugian yang dapat diakibatkan dari bahaya gempabumi tersebut dapat diminimalkan.

2. METODOLOGI

Metodologi dan tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan peta *hazard* percepatan puncak dipermukaan dan peta risiko gempa skala mikro (mikrozonasasi) akibat gempa skenario di DKI Jakarta meliputi:

1. Studi literature, pengumpulan, dan pengolahan data yang meliputi:
 - a. Studi kondisi geologi dan tektonik untuk mengidentifikasi aktifitas gempa regional, sesar-sesar aktif beserta parameternya untuk pembuatan model zona sumber gempa yang dipergunakan dalam analisis *hazard* gempa (*seismic hazard analysis*),
 - b. Pengumpulan dan pengolahan data gempa historis regional untuk memperoleh parameter seismik untuk zona-zona sumber gempa yang mempengaruhi wilayah Jakarta,
 - c. Studi literatur dan pengumpulan data sekunder yang berupa hasil penyelidikan tanah diberbagai wilayah di DKI Jakarta yang diperoleh dari Instansi pemerintah maupun swasta untuk membuat profil parameter dinamik kondisi tanah setempat,
 - d. Pengumpulan data Rencana Detail Tata Ruang DKI Jakarta (RDTR DKI Jakarta) sebagai data masukan dalam menentukan jumlah bangunan yang memberikan pengaruh ketika diterapkan percepatan tertentu,
 - e. Pengumpulan data tipologi bangunan yang dominan (dalam studi ini digunakan tipe bangunan perumahan *Infill Frame/INF* dan *Confine Masonry/CM*), dan
 - f. Pengumpulan data *fragility curve* dari bangunan rumah yang dominan mempengaruhi wilayah DKI Jakarta.
2. *Seismic hazard analysis* dengan menggunakan pendekatan deterministik dan probabilistik, dengan tujuan untuk mendapatkan:
 - a. Spektra percepatan di batuan dasar akibat gempa sesar dangkal (*shallow crustal*), subduksi *interface* (*Megathrust*), dan subduksi dalam (*Benioff*),
 - b. Mendapatkan hubungan magnituda dan jarak (M-R) yang memberikan kontribusi terbesar pada nilai spektra di lokasi studi melalui analisis deagregasi di wilayah Jakarta.
3. Pemilihan *input ground motion* berdasarkan hasil *seismic hazard analysis* dan analisis deagregasi.
4. Analisis perambatan gelombang geser satu dimensi dengan menggunakan beberapa *input ground motion* dan parameter dinamik kondisi tanah setempat untuk merepresentasikan karakteristik gempa di permukaan yang mempengaruhi kota Jakarta.
5. Dari data RDTR DKI Jakarta dilakukan sortir data berupa identifikasi zona/blok rumah tinggal, perkantoran maupun flat dan rumah susun. Studi ini hanya menitikberatkan pada zona/blok bangunan rumah tinggal (*Infill Frame* dan *Confine Masonry*). Dari blok rumah tinggal ini selanjutnya ditentukan koordinat titik tengah dari setiap blok, luasan total setiap blok, jumlah bangunan *Infill Frame*, dan *Confine Masonry* dalam setiap blok.
6. Memasukkan nilai *hazard* percepatan dipermukaan dari hasil analisis perambatan gelombang kedalam *fragility curve* yang selanjutnya dikalikan dengan total bangunan INF dan CM untuk memperoleh besaran/jumlah kerusakan bangunan untuk setiap tingkat kerusakan (*Slight*, *Moderate*, *Extensive* dan *Complete*). Adapun *fragility curve* yang digunakan seperti dalam Gambar 1.



Gambar 1. Fragility Curve Untuk Bangunan INF dan CM.

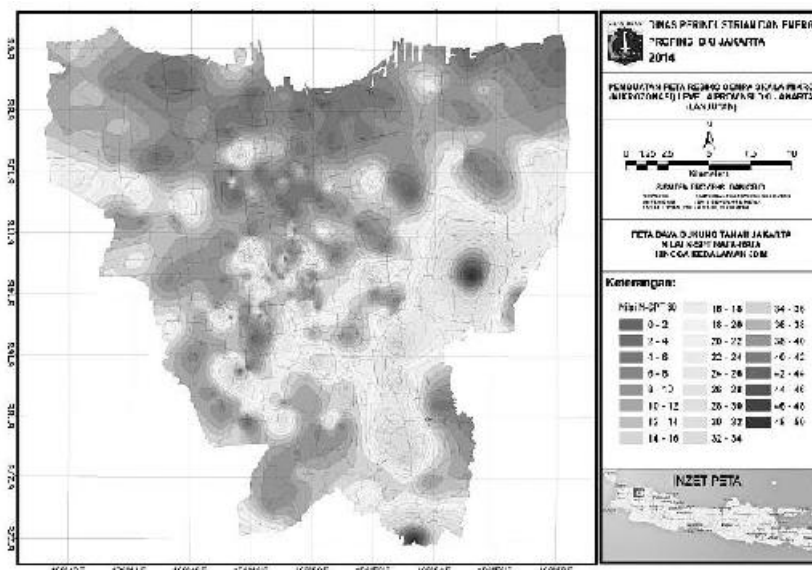
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Parameter Dinamik Tanah

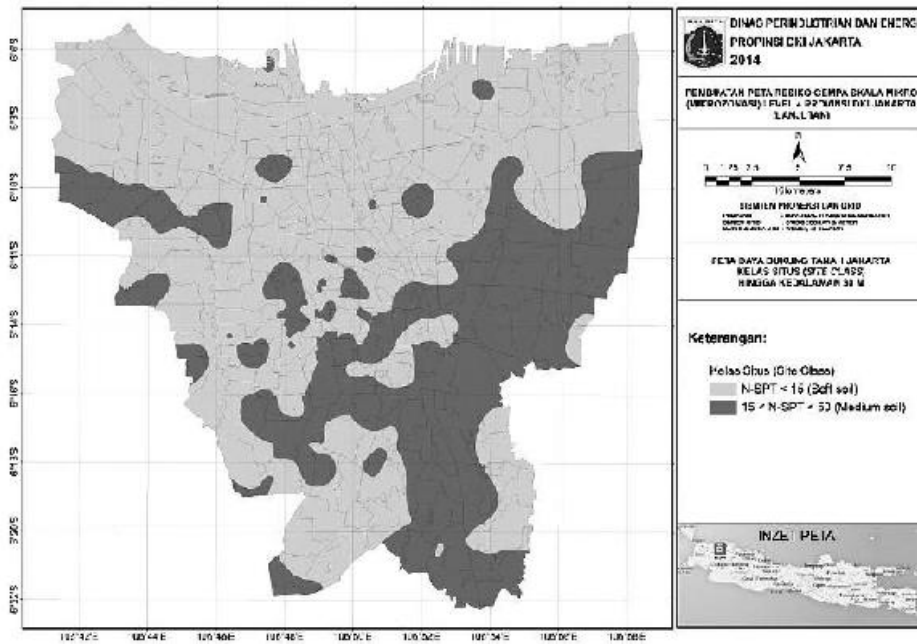
Parameter dinamik tanah yang diperlukan untuk analisis perambatan gelombang geser adalah modulus geser dinamik, G_{max} , atau kecepatan gelombang geser, v_s , material damping dinamik, ξ , dan hubungan antara modulus geser dan damping ratio dengan regangan geser. Parameter ini didapat dari data tanah sebanyak 461 titik bor yang tersebar di wilayah DKI Jakarta.

Besarnya kecepatan gelombang geser atau modulus geser dinamik dapat ditentukan berdasarkan korelasi empiris dengan menggunakan data pengujian lapangan seperti N-SPT atau dari hasil pengujian lapangan. Salah satu metode pengujian lapangan yang sering digunakan untuk mendapatkan kecepatan gelombang geser adalah *seismic downhole test* (SDH).

Sebaran daya dukung tanah dengan parameter N-SPT hingga kedalaman 30 meter dipelihatkan pada peta kontur N-SPT seperti pada Gambar 2. Sedangkan peta *site class*, yang merupakan rata-rata N-SPT untuk 30 m lapisan teratas sesuai dengan aturan yang ada di SNI 1726-2012 terlihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Peta Daya Dukung Tanah yang Direspresentasikan Dalam Nilai N-SPT Rata-rata Hingga Kedalaman 30 m Wilayah DKI Jakarta dari Data 461 Titik Bor yang Digunakan untuk Analisis.

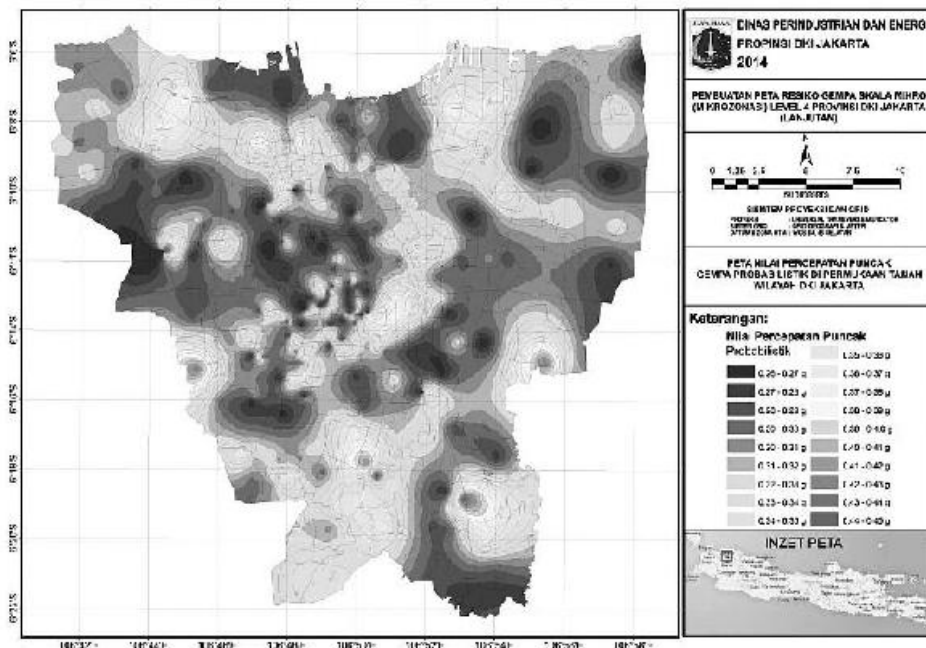


Gambar 3. Site Class dari 331 Titik Bor (Asrurifak dkk, 2013)

3.2 Hazard Gempa Probabilistik di Permukaan Tanah

Parameter dinamik tanah yang digunakan untuk studi dalam berdasarkan data hasil bor tersebut di atas dan dengan *data input ground motion* yang sudah dimodifikasi digunakan untuk parameter analisis perambatan gelombang gempa dari batuan dasar ke permukaan tanah.

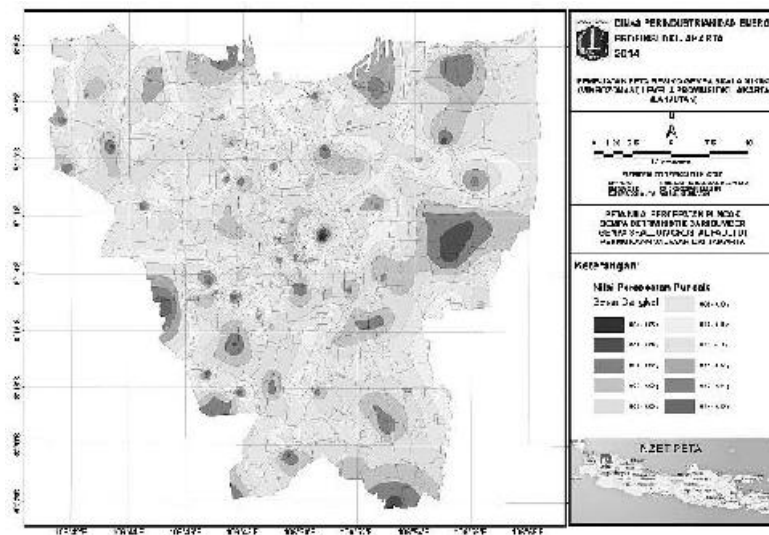
Hasil analisis perambatan gempa yang berupa percepatan puncak di permukaan (*Peak Surface Acceleration*) dalam studi ini ditampilkan dalam bentuk peta kontur percepatan seperti yang terlihat pada Gambar 4, dimana *Peak Surface Acceleration* pada periode ulang gempa 2500 tahun ini didapat dari 0.4 kali nilai maksimum percepatan dipermukaan sesuai dengan SNI 1726-2012 dan untuk percepatan respon desain dikalikan dengan faktor 2/3.



Gambar 4. Peta Mikrozonasi Percepatan Puncak (PSA) di Permukaan Tanah Wilayah Jakarta untuk Gempa Probabilistic pada Periode Ulang Gempa 2500 Tahun.

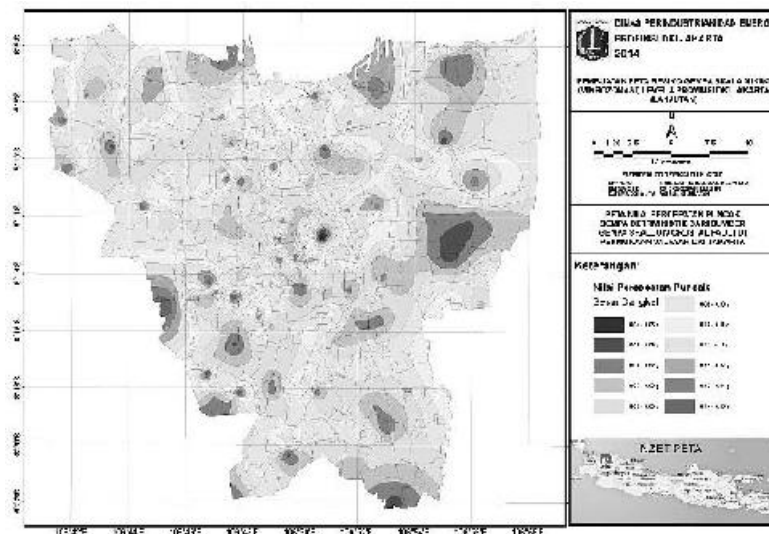
3.3. Hazard Gempa Deterministik di Permukaan Tanah

Konsep dasar dari analisis *hazard* probabilistik (PSHA) adalah menghitung ancaman gempa, berdasarkan pada kumpulan hasil dari semua kejadian gempa dan *ground motion* yang mungkin dapat terjadi di masa datang. Sedang analisis dengan kemungkinan "magnitude (M) dan jarak (R) dari *site* ke sumber gempa" yang mana, yang akan memberikan kontribusi *hazard* terbesar pada *site* tidak terlihat dengan jelas dalam PSHA. Analisis *hazard* degregasi bisa memberi informasi tentang M dan R yang dominan dan tunggal dalam desain gempa, untuk tujuan membuat keputusan dalam memilih *ground motion (acceleration time history)* yang tepat untuk analisis, yang didasarkan pada spektrum *hazard (uniform hazard spectra)*.

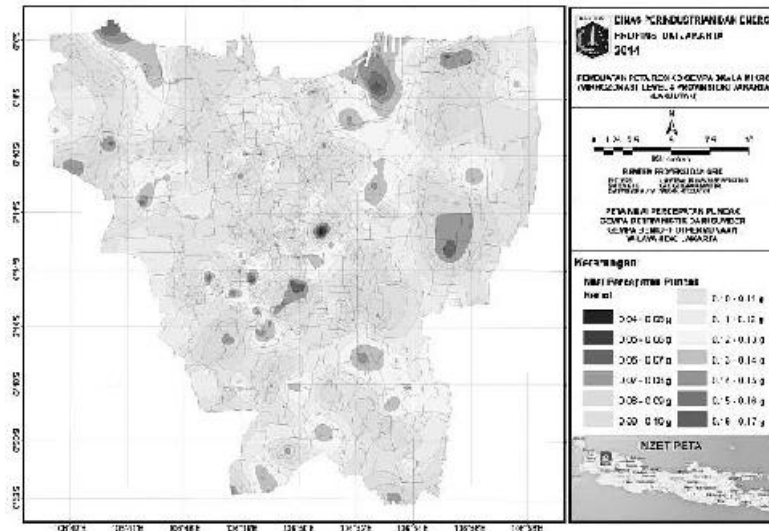


Gambar 5. Peta Mikrozonasi Percepatan Puncak (PSA) di Permukaan Tanah Wilayah Jakarta Akibat Gempa Subduksi (*Megathrust*) Dengan M=8.7 dan R=179 km.

Gempa deterministik dalam studi ini seperti yang dijelaskan sebelumnya adalah merupakan gempa scenario yang mungkin/bisa terjadi di wilayah Jakarta dari berbagai model sumber gempa dengan nilai M dan R berdasarkan hasil analisis degregasi. Hasil analisis perambatan gempa yang berupa percepatan puncak di permukaan (*Peak Surface Acceleration*) dalam studi ini ditampilkan dalam bentuk peta kontur percepatan seperti salah satu hasil yang terlihat pada Gambar 5 s/d Gambar 7 untuk *Peak Surface Acceleration* akibat sumber gempa Subduksi (*Megathrust*), sesar dangkal (*Shallow crustalfault*) dan *Benioff zone*.



Gambar 6. Peta Mikrozonasi Percepatan Puncak (PSA) di Permukaan Tanah Wilayah Jakarta Akibat Gempa Sesar Dangkal (*Shallow Crustal Fault*) Dengan M= 6.1 dan R= 51 km.



Gambar 7. Peta Mikrozonasi Percepatan Puncak (PSA) di Permukaan Tanah Wilayah Jakarta Akibat Gempa Benioff Dengan M=7.0 dan R=117 km.

3.4. Mikrozonasi Kerentanan Bangunan

Tahap terakhir, setelah data survey bangunan sebanyak ±20.000 rumah terkumpul adalah melakukan analisis dan pembuatan Peta Kerentanan Bangunan Perumahan per wilayah/sub-zona yang terdapat pada RDTR DKI Jakarta Tahun 2030 tersebut. Adapun penilaian kriteria kerentanan suatu wilayah/sub-zona yang dikaitkan dengan kurva kerentanan adalah hanya pada tingkat kerusakan berat dan tingkat kerusakan runtuh. Di mana penilaian kerentanan bangunan dalam suatu wilayah/ sub-zonasi dikategorikan atas 3 (tiga) kriteria berdasarkan jumlah persentasi tingkat kerusakan berat dan tingkat kerusakan runtuh adalah sebagai berikut: (1) Kerentanan Rendah yaitu jika total jumlah persentasi derajat kerusakan berat dan runtuh <25 %, (2) Kerentanan Sedang yaitu jika total jumlah persentasi derajat kerusakan berat dan runtuh 25-50% dan (3) Kerentanan Tinggi yaitu jika total jumlah persentasi derajat kerusakan berat dan runtuh >50%. Selanjutnya, derajat kerentanan yang diusulkan berdasarkan hubungan Kerentanan Bangunan dengan Populasi suatu areal (sub-zona) dalam hal ini direpresentasikan dalam nilai KDB diberikan pada Tabel 1.

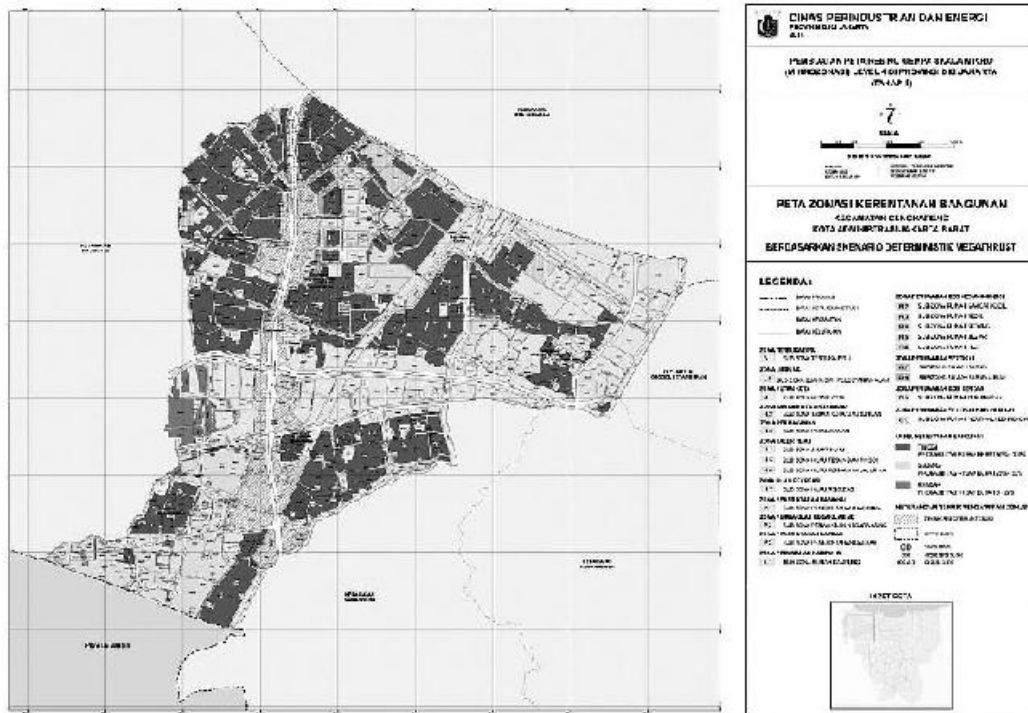
Tabel 1. Konsep Derajat Kerentanan yang Diusulkan Berdasarkan Hubungan Kerentanan Bangunan dengan Populasi/Densitas Bangunan Suatu Areal (Sub-zona) dalam Hal Ini Direpresentasikan dalam Nilai KDB.

Kerentanan Bangunan Per Sub-Zona	Koefisien Dasar Bangunan (KDB) per Sub-Zona		
	Rendah (Renggang)	Sedang	Tinggi (Sempit)
Rendah	SR	R	S
Sedang	R	S	T
Tinggi	S	T	ST

Derajat Kerentanan Per Sub-Zona	Sangat Tinggi	Tinggi	Sedang	Rendah	Sangat Rendah
		ST	T	S	R

Berdasarkan semua hal di atas, didapat peta kerentanan bangunan suatu wilayah sub-zona untuk tiap kecamatan berdasarkan keempat skenario PSA yang dipilih, yaitu nilai PSA pada skenario gempa Deterministik Benioff,

Megathrust, Shallow Crustal, dan PSA pada skenario gempa Probabilistik. Contoh peta kerentanan bangunan terdapat pada Gambar 8, yaitu untuk perumahan di Kec. Cengkareng, Jakarta Barat.



Gambar 8. Peta Mikrozonasi risiko kerentanan bangunan perumahan di Kecamatan Cengkareng, Jawa Barat.

4. KESIMPULAN

Studi pembuatan Peta Gempa Skala Mikro (Mikrozonasi) Akibat Gempa Skenario di Wilayah DKI Jakarta ini menampilkan perkiraan besarnya jumlah kerusakan (*Slight, Moderate, Extensive, dan Complete*) yang diakibatkan oleh gempa *Megathrust, shallow crustal, dan Benioff* serta respon kondisi tanah setempat terhadap bangunan yang ada. Data tanah yang digunakan untuk perambatan gembang gempa dari batuan dasar ke permukaan adalah 461 titik bor dan data bangunan didapatkan dari data hasil survey lapangan sebanyak ± 20.000 rumah

Jenis konstruksi bangunan perumahan di DKI Jakarta berdasarkan data RDTR DKI Jakarta 2030 dan survey lapangan diperoleh informasi bahwa konstruksi *Confined Masonry (CM)* lebih cenderung terdapat pada kawasan tidak/kurang tertata sedangkan konstruksi *Infilled Frame (INF)* lebih cenderung terdapat pada kawasan tertata.

Kerentanan bangunan yang direpresentasikan oleh data *fragility curve* diperoleh dari survey lapangan pada bangunan di Wilayah DKI Jakarta.

Hasil analisis risiko menggunakan *fragility curve* di wilayah DKI Jakarta menunjukkan bahwa tipe bangunan *confine masonry* paling banyak mengalami kerusakan dibandingkan dengan tipe bangunan *infill frame*. Hal ini dapat disebabkan oleh karakteristik, mutu bahan maupun mutu pekerjaan pada bangunan *confine masonry* yang lebih rendah dibandingkan dengan *infill frame*.

Untuk memperoleh hasil analisis risiko yang lebih akurat maka disarankan untuk dilakukan penambahan data tanah yang tersebar lebih merata di seluruh wilayah DKI Jakarta sehingga analisis *site class*, perambatan gelombang maupun analisis lainnya menjadi lebih teliti. Studi terkait *fragility curve* ini berasal dari bangunan-bangunan perumahan di wilayah DKI Jakarta, maka disarankan adanya studi lanjutan untuk infrastruktur lain seperti jembatan dan lain-lain, agar diperoleh perkiraan kerusakan bangunan lain yang lebih teliti dan akurat.

Peta Gempa Skala Mikro (Mikrozonasi) Akibat Gempa Skenario di Wilayah DKI Jakarta diharapkan bisa dimanfaatkan atau dijadikan referensi oleh pemerintah setempat untuk mengantisipasi kemungkinan dampak atau risiko apabila terjadi gempabumi, sehingga yang berwenang (Pemda) bisa menyiapkan rencana aksi atau sistem tanggap darurat yang akan mengatur aksi-aksi yang harus dilakukan oleh masyarakat dan pemerintah sesaat sebelum kejadian, saat kejadian, dan pasca kejadian bencana.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapkan terima kasih kepada Pemerintah Propinsi DKI Jakarta melalui Dinas Perindustrian Dan Energi atas dukungan data dan dana yang diberikan selama studi ini, kepada Departemen Pekerjaan Umum melalui Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman, Institut Teknologi Bandung, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Badan Meteorologi-Klimatologi-Geofisika atas bantuan data serta diskusi-diskusi selama studi, dan USGS atas dukungan *software*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Asrurifak, M., M. Irsyam, M. Ridwan, B.M. Hutapea, A.V. Pramatatya, D. Dharmawansyah, Pengembangan Peta Klasifikasi Tanah dan Kedalaman Batuan Dasar untuk Menunjang Pembuatan Peta Mikrozonasi Jakarta Dengan Menggunakan Mikrotremor Array, PIT XVII HATTI, 17th Annual Scientific Meeting Jakarta, 13-14 November 2013.
2. DeMets, C., R.G. Gordon, D.F. Argus, dan S. Stein, 1990, Current plate motions, *Geophys. J. Int.*, 101:425-478.
3. Draft Rancangan Peraturan Daerah Rencana Detail Tata Ruang dan Peraturan Zonasi Provinsi DKI Jakarta Tahun 2030.
4. Federal Emergency Management Agency, 2003, HAZUS-MH MR1 Advanced Engineering Building Module: Technical and User Manual, Washington, DC, U. S. A.
5. FEMA 154, 2002, Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazard : A Handbook, Washington, D. C. U. S. A.
6. FEMA 155, 2002, Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazard:Supporting Documentation, Washington, D. C. U. S. A.
7. Faiza, F., 2013, Penilaian Kerentanan Bangunan Terhadap Gempa untuk Sistem Rangka Pemikul Momen Dengan Dinding Pengisi di wilayah DKI Jakarta, Program Studi Teknik Sipil, ITB.
8. Irsyam, M., Sengara, I. W., Asrurifak, M., Ridwan, M., Aldiamar, F., Widiyantoro, S., Triyoso, W., Natawijaya, D. H., Kertapati, E., Meilano, I., dan Suhardjono (Tim Revisi Peta Gempa Indonesia 2010), Ringkasan Hasil Studi Tim Revisi Peta Gempa Indonesia 2010.

IDENTIFIKASI SUMBER GEMPABUMI DAERAH ACEH TENGAH

Oleh:

Supartoyo^{a,1,*}, Dr. Sri Hidayati^{a,2}, dan M. Hendrasto^{a,3}

Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi

Jln Diponegoro no. 57 Bandung401222

E-mail: supartoyo@gmail.com

Abstrak

Aceh Tengah merupakan salah satu wilayah rawan bencana gempabumi di Indonesia. Sumber gempabumi wilayah ini berasal dari sesar aktif. Kejadian gempabumi tanggal 2 Juli 2013 dengan magnitudo 6,2 SR pada kedalaman 10 km yang telah mengakibatkan bencana disebabkan oleh sesar aktif di wilayah ini, bukan oleh aktivitas Sesar Sumatera. Analisis morfotektonik memperlihatkan adanya kelurusan berarah barat laut - tenggara atau NW - SE di sekitar lokasi pusat gempabumi. Kelurusan di lokasi pusat gempabumi tanggal 2 Juli 2013 menerus hingga Kota Takengon ke bagian selatan Danau Laut Tawar. Kenampakan lapangan arah kelurusan ini berupa zona muka pegunungan berarah NW - SE yang memperlihatkan keberadaan sesar. Berdasarkan analisis morfotektonik dan pengamatan lapangan terlihat adanya beberapa sesar aktif di sekitar Kota Takengon, yaitu Sesar Ketol berarah NW - SE, Sesar Angkup berarah NW - SE, Sesar Danau Laut Tawar Utara berarah NWW - SEE, dan Sesar Danau Laut Tawar Selatan berarah NWW - SEE. Sesar Ketol ini diperkirakan sebagai penyebab kejadian gempabumi tanggal 2 Juli 2013. Disamping itu, daerah Aceh Tengah juga rentan terjadi gerakan tanah, terutama yang dipicu oleh getaran gempabumi. Gerakan tanah ini merupakan bahaya ikutan dari goncangan gempabumi. Oleh karena terdapat sumber gempabumi berupa sesar aktif yang diperkirakan berada di sekitar Kota Takengon, maka harus dilakukan upaya mitigasi bencana gempabumi, juga gerakan tanah yang dipicu oleh getaran gempabumi. Upaya mitigasi ini harus dilakukan secara terus menerus yang bertujuan untuk mengurangi risiko bencana gempabumi.

Kata kunci: Sesar Ketol, Sesar Angkup, Sesar Danau Laut Tawar Utara, Sesar Danau Laut Tawar Selatan.

Abstract

Central Aceh is one of the earthquake disaster-prone areas in Indonesia. The earthquake source in this area derived from the active faults in land. The earthquake on July 2nd, 2013 with magnitude of 6.2 Richter Scale, depth of 10 km, has caused disaster, it caused by active fault in this areas, does not by Sumatra Fault. Morphotectonic analysis showed lineament trending northwest - southeast or NW - SE in the vicinity of the epicenter on July 2nd, 2013. Liniament in the epicenter on July 2nd, 2013 is continuously from Ketol areas to Takengon city and the south of Lake Laut Tawar. Field observation shows this liniament shape of mountain front zone with trending NW - SE which showed the presence of faults. Based on morphotectonic analysis and field observations showed presence of several active faults around Takengon City, namely Ketol Fault trending NW - SE, Angkup Fault trending NW - SE, North Danau Laut Tawar Fault trending NWW - SEE, and South Danau Laut Tawar Fault trending NWW - SEE. The Ketol Fault estimated is thought to cause the earthquakes on July 2, 2013. Besides, the Center Aceh areas also susceptible to the landslide, especially triggered by earthquake shaking. This landslides is a collateral hazard. Therefore, there was several active faults that estimated in around Takengon City, it must be done to mitigate effort of earthquake and also landslide which triggered by earthquake. Mitigation efforts must be done continuously to reduce the risk of earthquake disaster.

Kata kunci: Fault, Angkup Fault, North Danau Laut Tawar Fault, South Danau Laut Tawar Fault.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kabupaten Aceh Tengah, Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam merupakan salah satu wilayah rawan bencana gempa bumi. Daerah ini terletak dekat dengan sumber gempa bumi yaitu Sesar Sumatera Segmen Tripa dan sesar aktif lainnya. Adapun sumber gempa bumi zona subduksi khususnya zona *megathrust* yang terletak di laut akibat tumbukan antara Lempeng Samudera Indo - Australia dan Lempeng Benua Eurasia terletak cukup jauh dari Kabupaten Aceh Tengah. Sumber-sumber gempa bumi tersebut terbentuk akibat dinamika tektonik yang dipengaruhi oleh aktivitas tumbukan antara Lempeng Benua Eurasia dan Lempeng Samudera India - Australia (Hall, 2002). Disamping itu terbentuk juga zona prismatik akresi, cekungan muka, jalur magmatik dan cekungan belakang.

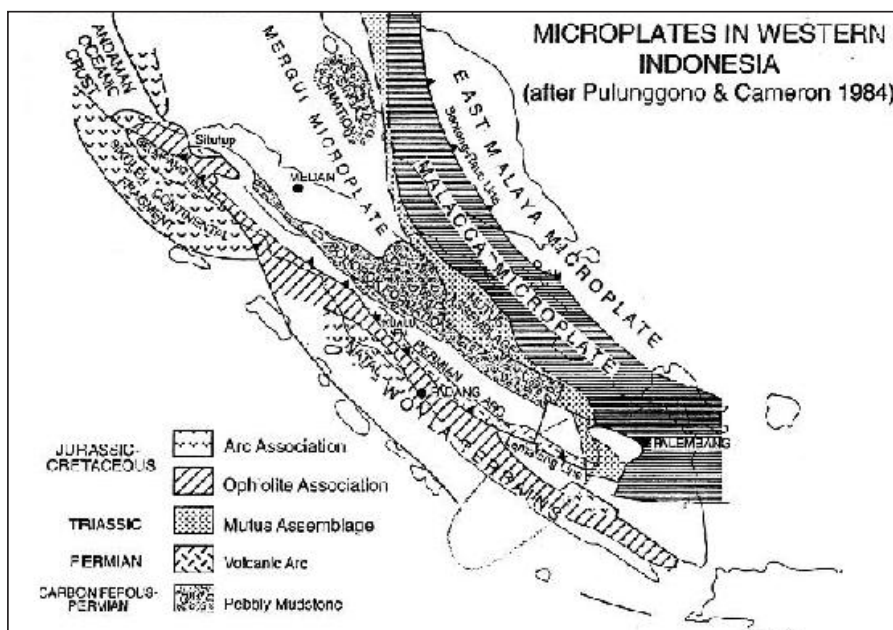
Wilayah Aceh Tengah dan sekitarnya paling tidak telah mengalami empat kejadian gempa bumi merusak yang mengakibatkan bencana, yaitu tanggal 22 Januari 2003, 28 Januari 2010, 22 Januari 2013, dan 2 Juli 2013, (Supartoyo dkk., 2014). Lokasi pusat gempa bumi kejadian gempa bumi tersebut terletak di darat dan berkaitan dengan aktivitas sesar aktif. Menurut Sieh dan Natawidjaja (2000), wilayah Wilayah Aceh Tengah dilalui oleh Segmen Tripa Sesar Sumatra.

Bencana gempa bumi terakhir yang melanda daerah Aceh Tengah adalah Gempabumi Aceh Tengah yang terjadi pada tanggal 2 Juli 2013 dengan magnitudo 6,1 Mw (*moment magnitude*). Kejadian tersebut telah mengakibatkan 42 orang meninggal, 92 orang luka berat, 352 orang luka ringan, ribuan bangunan mengalami kerusakan, jalan di Bireun - Takengon tertutup material longsoran. Disamping itu terjadi longsoran dimensi besar di daerah Ketol. Posisi pusat gempa bumi terletak di darat dengan kedalaman 10 km dan terletak di sebelah timur Segmen Tripa Sesar Sumatra yang berjarak sekitar 33 km. Berdasarkan jarak ini maka kemungkinan kejadian Gempabumi Aceh Tengah tanggal 2 Juli 2013 bukan disebabkan oleh aktivitas Sesar Sumatera, namun oleh sesar aktif lainnya yang terletak di wilayah Aceh Tengah.

Tulisan ini membahas sumber gempa bumi di daerah Aceh Tengah berdasarkan analisis morfotektonik menggunakan data citra, pengamatan lapangan, dan dikombinasi dengan parameter kejadian Gempabumi Aceh Tengah tanggal 2 Juli 2013.

1.2. Tataan Tektonik dan Kegempaan Daerah Aceh Tengah

Pulau Sumatera merupakan bagian dari Kerak Sunda (*Sundaland*) dan pembentukannya melalui proses tektonik yang cukup rumit berupa gabungan (*amalgamasi*) dari beberapa *mikroplate*, yaitu: Malaka, Malaka Timur, Mergui, Andaman, dan Woyla yang terbentuk sejak Jaman Pra Tersier (Pulunggono dan Cameron, 1984 dalam Barber dkk., 2005). Aktivitas tektonik Pulau Sumatera sangat dipengaruhi oleh aktivitas subduksi antara Lempeng Indo Australia yang bergerak ke utara dengan kecepatan sekitar 7 cm/tahun dan Lempeng Eurasia yang bergerak ke tenggara dengan kecepatan sekitar 0,4 cm/tahun (Minster dan Jordan, 1978 dalam Yeats dkk., 1997). Zona subduksi tersebut telah berlangsung sejak Jaman Kapur Akhir (sekitar 65 juta tahun yang lalu) dan masih berlangsung hingga kini yang membentuk palung laut (Gambar 1).



Gambar 1. Tataan Tektonik Pulau Sumatera yang Terbentuk dari Gabungan Beberapa Mikroplate (Pulunggono dan Cameron, 1984 dalam Barber dkk., 2005).

Disamping membentuk zona subduksi, aktivitas tektonik tersebut juga mengakibatkan terbentuknya zona prisma akresi, Sesar Mentawai, cekungan muka, jalur magmatik yang membentuk gunungapi di Pulau Sumatera, cekungan belakang, dan struktur geologi khususnya Sesar Sumatera. Zona subduksi yang terdiri dari *megathrust* dan zona Benioff, Sesar Mentawai, dan Sesar Sumatera merupakan sumber gempa bumi utama yang terdapat di Pulau Sumatera. Sesar Sumatera yang berarah barat laut - tenggara bukan merupakan sesar tunggal, akan tetapi terbagi menjadi beberapa segmen. Menurut Tjia (1977) Sesar Sumatera terbagi menjadi 18 segmen, sedangkan Sieh dan Natawidjaja (2000) membagi Sesar Sumatera dibagi menjadi 19 segmen. Pembagian segmentasi tersebut berdasarkan sebaran atau kemenerusan sesar, morfologi, morfotektonik, dan sejarah kegempaan. Daerah Aceh Tengah dilalui oleh Segmen Tripa yang berarah barat laut - tenggara. Segmen Tripa mempunyai panjang 180 km, sejarah gempa bumi besarnya tahun 1900 (Magnitudo 6 Mw) dan tahun 1997 (Magnitudo 6 Mw), lebar bukaan *step over* 9 km yang membentuk lembah Alas, jarak dari deformasi muka 295 km, dan kedalaman zona benioff berkisar 125 - 150 km (Sieh dan Natawidjaja, 2000). Potensi gempa bumi merusak di daerah Aceh Tengah bersumber di darat dari Segmen Tripa Sesar Sumatera dan sesar aktif lainnya di wilayah ini. Tabel 1 berikut ini menampilkan Sejarah kejadian gempa bumi merusak di daerah Aceh Tengah dan sekitarnya (Supartoyo dkk., 2014).

Tabel 1. Sejarah Kejadian Gempabumi Merusak di Daerah Aceh Tengah dan Sekitarnya (Supartoyo dkk., 2014)

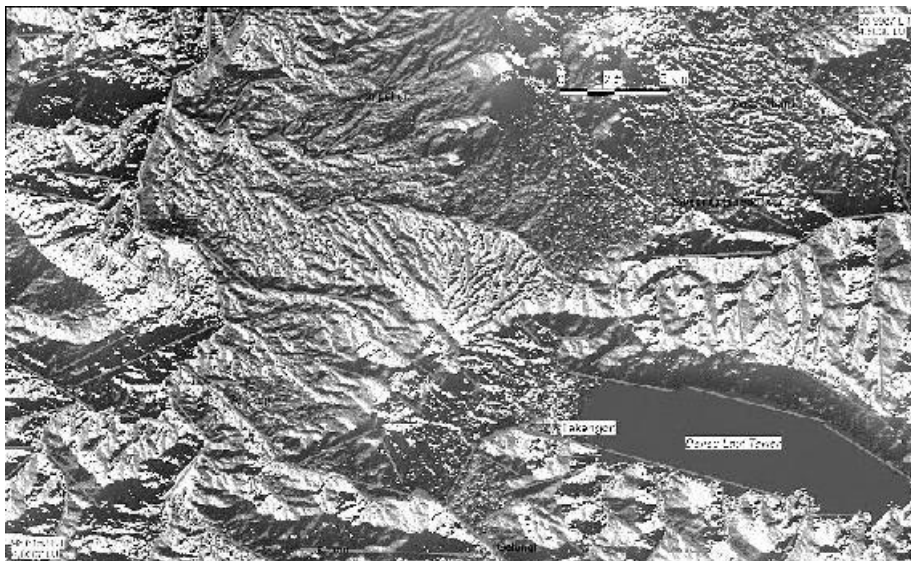
No	Nama Gempa	Tanggal	Pusat Gempa	Kdim (KM)	Mag.	Skala MMI	Kerusakan
1.	Peureulak, Aceh Timur	22/01/2003 09:58:51,2 WIB	4,577°LU - 97,54°BT	33	5,7	V	31 bangunan rusak berat & 26 bangunan rusak ringan di Rantau Peureulak.
2.	Takengon	28/01/2010 23:12:52 WIB	4.82° LU - 96,78° BT	10	5,0 SR	V-VI	Dinding bangunan retak-retak hingga roboh, jalan retak.
3.	Geumpang, Pidie	22/01/2013 05:22:56 WIB	4,935° LU - 96,172° BT	37,3	5,9 Mw	VI	1 orang meninggal, 8 orang luka-luka, 14 rumah rusak di Pidie. Retakan jalan dan 20 lokasi longsor di jalan Tangse - Mane.
4.	Aceh Tengah	2/07/2013 21:37:02 WIB	4,698° LU - 96,687° BT	10	6,1 Mw	VI	42 org meninggal, 92 org luka berat, 352 org luka ringan, ribuan bangunan rusak, jalan di Bireun - Takengon tertutup longsor. Longsor besar di daerah Ketol.

1.3. Batuan Daerah Takengon dan Sekitarnya

Wilayah Kabupaten Aceh Tengah termasuk pada Peta Geologi Lembar Takengon dengan skala 1:250.000 (Cameron dkk., 1983). Morfologi perbukitan mendominasi daerah Takengon dan sekitarnya, sedangkan pada bagian tenggara berupa lembah yang membentuk Danau Laut Tawar yang dikelilingi oleh perbukitan. Berdasarkan peta Geologi Lembar Takengon (Cameron dkk., 1983), daerah penyelidikan sebagian besar ditutupi oleh endapan rombakan gunungapi berupa lava, breksi gunungapi, dan tuf. Batuan rombakan gunungapi tersebut dihasilkan oleh aktivitas gunungapi yang berumur Miosen Akhir hingga Holosen. Batuan gunungapi tersebut pada umumnya bersumber dari aktivitas Gunungapi Bur Ni Telong, Lampahan, Nama Salah, Papanji, Enang-enang, dan Tuan yang merupakan kompleks Gunungapi Geuruedong. Daerah sekitar Danau Laut Tawar pada umumnya tersusun oleh endapan berumur Kuartar berupa endapan danau. Danau Laut Tawar dikelilingi oleh batugamping berumur Trias Akhir (Kelompok Peusangan).

2. METODOLOGI

Metodologi yang dipergunakan pada kegiatan penyelidikan ini adalah analisis morfotektonik, struktur geologi, dan kejadian gempa bumi Tanggal 2 Juli 2013. Analisis morfotektonik dilakukan melalui analisis data citra untuk melihat pola kelurusan daerah Aceh Tengah, dilanjutkan dengan pengamatan lapangan. Analisis struktur geologi menggunakan data sekunder berupa peta geologi Lembar Takengon dari Cameroon dkk. (1983), juga pengamatan lapangan. Adapun data kejadian gempa bumi Tanggal 2 Juli 2013 diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dan *United States of Geological Survey* (USGS), meliputi tanggal dan waktu kejadian, posisi pusat gempa bumi (episenter), magnitudo, kedalaman, dan jarak dari pusat gempa bumi. Data mekanisme sumber (*focal mechanism*) gempa bumi diperoleh dari USGS. Berdasarkan integrasi analisis morfotektonik, struktur geologi, dan kejadian gempa bumi Tanggal 2 Juli 2013, dianalisis sumber gempa bumi yang berkaitan dengan kejadian gempa bumi Tanggal 2 Juli 2013 (Gambar 2).



Gambar 2. Pola kelurusan (garis merah) daerah Takengon dan sekitarnya yang dianalisis berdasarkan data Aster. Tanda bintang kuning merupakan pusat gempa bumi tanggal 2 Juli 2013.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Data Citra

Berdasarkan analisis data citra SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) resolusi 90 m, data Aster resolusi 30 m, dan peta topografi terlihat adanya kelurusan morfologi sepanjang lembah Danau Laut Tawar, G. Burni Bah, daerah Angkup, Ketol, dan Lukup Sabun Bawah (Gambar 2). Kelurusan tersebut dapat diamati berupa lekukan antara perbukitan dan lembah, sungai dan perbukitan. Kelurusan yang berada di daerah sekitar pusat gempa bumi tanggal 2 Juli 2013 dominan berarah barat laut - tenggara (NW - SE).

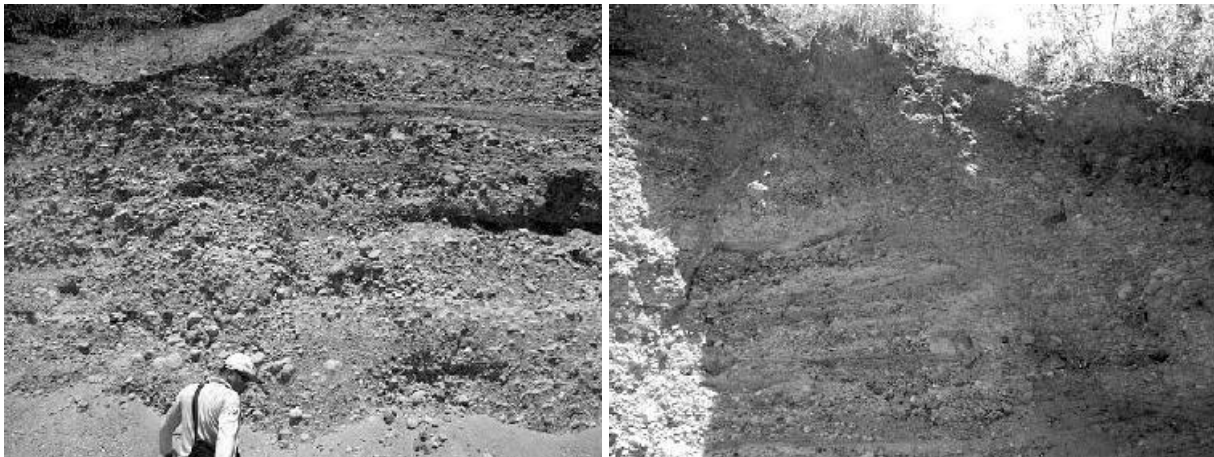
3.2. Analisis Struktur Geologi (Peta Geologi dan Peta Gaya Berat)

Menurut Cameron dkk. (1983) struktur geologi daerah Takengon dan sekitarnya dominan sesar yang berarah barat laut - tenggara (NW-SE) termasuk di sekitar lokasi pusat gempa bumi tanggal 2 Juli 2013, barat daya - timur laut (SW-NE), dan relatif barat - timur (W-E). Arah sesar di sekitar lokasi pusat gempa bumi tanggal 2 Juli 2013 menurut kelurusan anomali Bouguer peta gaya berat lembar Takengon (Mirnanda dkk., 2007) agak berbeda, yaitu berarah relatif utara - selatan, sedangkan pada bagian timurnya kelurusannya berarah barat laut - tenggara (NW-SE). Dengan demikian, berdasarkan dua data ini dapat disimpulkan adanya sesar di sekitar lokasi pusat gempa bumi tanggal 2 Juli 2013 meskipun dari peta geologi dan peta gaya berat memperlihatkan arah sesar yang berbeda.

3.3. Pengamatan Lapangan

Pengamatan lapangan di sekitar Daerah Ketol yang terletak dekat dengan lokasi pusat gempa bumi tanggal 2 Juli 2013 memperlihatkan adanya kelurusan lembah berarah barat laut - tenggara. Kelurusan tersebut tertutup oleh endapan rombakan gunungapi muda yang terdiri dari aliran andesit, batupung, breksi gunungapi, konglomerat, lapili, dan lahar (Cameron dkk., 1983). Kelurusan tersebut terlihat kembali di Kota Takengon dan menerus hingga bagian selatan Danau Laut Tawar. Kelurusan di sekitar Daerah Ketol, Kota Takengon, dan selatan Laut Tawar membentuk zona muka pegunungan (*mountain front*), dicirikan adanya zona transisi antara pegunungan dan dataran. Pengamatan di lembah Ketol adanya dua sesar minor yang merupakan sesar normal. Sesar normal tersebut terdapat pada endapan sungai, dan pada bagian atasnya memperlihatkan adanya gawir sesar dengan tinggi sekitar 50 cm.

Kerusakan bangunan yang terjadi akibat kejadian gempa bumi tanggal 2 Juli 2013 terkonsentrasi di daerah sekitar pusat gempa bumi dan mengarah ke timur dan tenggara dari kedudukan pusat gempa bumi. Pola kerusakan bangunan ini terjadi karena jarak yang dekat dengan pusat gempa bumi, batuan yang tersusun oleh pelapukan batuan rombakan gunungapi muda, dan diperkirakan merupakan zona sesar yang berarah barat laut - tenggara (NW - SE).



Gambar 3. Sesar Normal pada Endapan Aluvial Sungai di Desa Kalaketol, Kecamatan Ketol, Mengindikasikan Sebagai Sesar Aktif.

3.4. Analisis Gempabumi Aceh Tengah Tanggal 2 Juli 2013

Berdasarkan data USGS dan BMKG memperlihatkan bahwa posisi pusat gempa bumi utama yang diikuti oleh beberapa gempa bumi susulan terletak di darat. Tabel 2 dan Tabel 3 berikut ini menampilkan parameter kejadian gempa bumi Aceh Tengah Tanggal 2 Juli 2013.

Tabel 2. Parameter Gempabumi Aceh Tengah Tanggal 2 Juli 2013 Bersumber dari Data BMKG

No	Tanggal	Pusat Gempabumi	Magnitudo	Kedalaman (km)	Keterangan
1.	2 Juli 2013 14:37:03 WIB	4.7 LU-96.61 BT	6.2 SR	10	Gempabumi utama
2.	2 Juli 2013 20:55:38 WIB	4.7 LU-96.69 BT	5.5 SR	10	Gempabumi susulan
3.	2 Juli 2013 22:36:44 WIB	4.71 LU-96.69 BT	5.3 SR	10	Gempabumi susulan

Tabel 3. Parameter Gempabumi Aceh Tengah Tanggal 2 Juli 2013 Bersumber dari Data USGS

No	Tanggal	Pusat Gempabumi	Magnitudo	Kedalaman (km)	Keterangan
1.	2 Juli 2013 14:37:02 WIB	4.697 LU-96.687 BT	6.1 Mw	10	Gempabumi utama
2.	2 Juli 2013 20:55:39 WIB	4.713 LU-96.715 BT	5.3 Mw	25,50	Gempabumi susulan
3.	2 Juli 2013 22:36:44 WIB	4.70 LU-96.766 BT	5.2 Mw	24,20	Gempabumi susulan

Kejadian gempabumi tersebut telah mengakibatkan bencana, yaitu 42 orang meninggal dunia, 92 orang luka berat, 352 orang luka ringan, ribuan bangunan rusak, jalan penghubung antara Kota Bireun hingga Takengon tertutup longsor, terjadi retakan tanah, dan terjadi longsor besar di daerah Ketol yang terletak dekat dengan pusat gempabumi (Gambar 4 dan Gambar 5). Menurut data dari Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi/ PVMBG (2009), daerah di sekitar pusat gempabumi mempunyai tingkat kerentanan gerakan tanah menengah hingga tinggi, artinya daerah tersebut berpotensi untuk terjadi gerakan tanah, dan gerakan tanah lama dapat aktif kembali. Faktor pemicu gerakan tanah daerah ini adalah curah hujan tinggi dan getaran gempabumi terutama yang bersumber di darat. Wilayah terparah akibat kejadian gempabumi tersebut adalah Aceh Tengah, sehingga kejadian gempabumi tersebut dapat dinamakan Gempabumi Aceh Tengah.



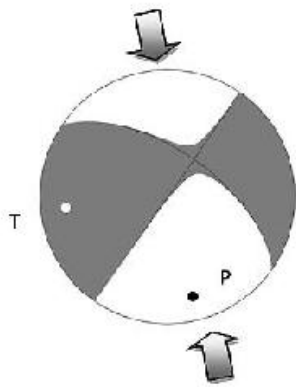
Gambar 4. Longsoran di Desa Srempah, Kecamatan Ketol, Kabupaten Aceh Tengah, yang Terletak di Sekitar Pusat Gempabumi.



Gambar 5. Kerusakan Bangunan di Desa Tapak Muge, Kecamatan Kute Panang, Kabupaten Aceh Tengah. Pada Latar Belakang Terlihat Beberapa Titik Longsor.

Berdasarkan pengamatan lapangan, intensitas gempabumi ini di daerah sekitar pusat gempabumi mencapai skala VIII MMI (*Modified Mercally Intensity*), dicirikan pengemudi mobil terganggu, terjadi kerusakan pada bangunan-bangunan kuat, cerobong asap dan tangki air di atas jatuh, bangunan tidak tahan gempabumi roboh, ranting pohon patah dari dahannya, retakan tanah, dan longsor dimensi besar.

Data mekanisme sumber (*focal mechanism*) gempabumi dari USGS memperlihatkan pola sesar mendatar sebagai penyebab kejadian gempabumi Aceh Tengah Tanggal 2 Juli 2013 (Gambar 6). Berdasarkan data mekanisme sumber terdapat dua bidang yaitu Nodal Plane 2 (NP 2) dengan kedudukan N 304°E/ 69° dan *rake* 169° dan NP 1 dengan kedudukan N 38°E/ 80° dan *rake* 21°. Salah satu bidang tersebut merupakan bidang sesar (*fault plane*), dan lainnya merupakan bidang bantu (*auxiliary plane*). Berdasarkan lokasi titik P terlihat bahwa arah tekan adalah hampir berarah utara – selatan.



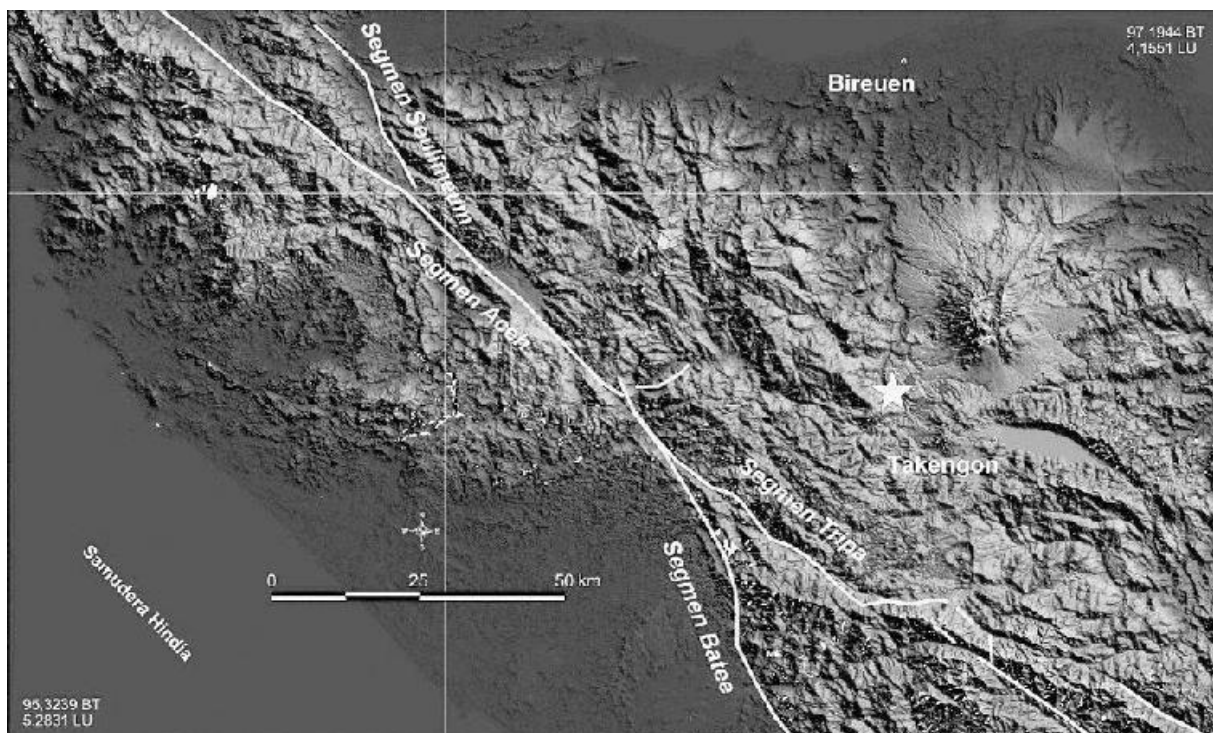
Axis	Value	Plunge	Azimuth
T	1.716	22°	263°
N	-0.118	67°	62°
P	-1.598	7°	170°

Plane	Strike	Dip	Rake
NP1	38°	80°	21°
NP2	304°	69°	169°

Gambar 6. Data Mekanisme Sumber Gempabumi Aceh Tengah Tanggal 2 Juli 2013 Bersumber dari USGS. Gambar Panah Memperlihatkan Arah Tekanan dan Huruf P dan T Menunjukkan Titik Pusat Tekanan dan Tarikan.

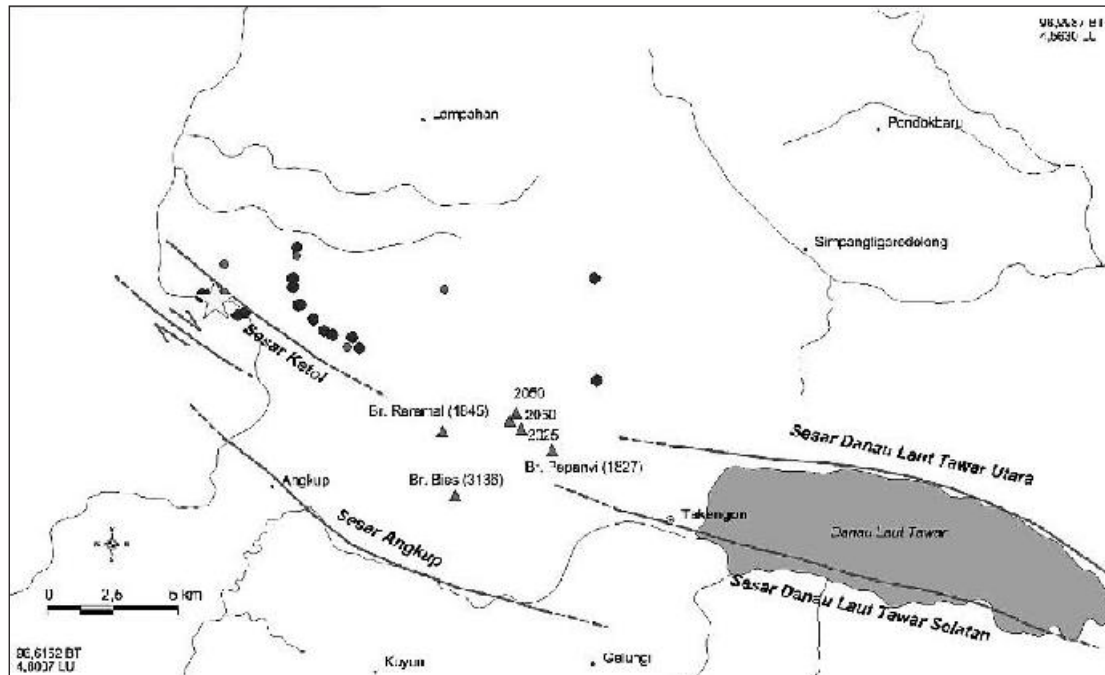
3.5. Diskusi

Berdasarkan hasil plotting posisi pusat gempabumi utama tidak berada pada Zona Sesar Sumatera, namun berjarak sekitar 33 km sebelah timur Segmen Tripa Sesar Sumatera (Gambar 7). Analisis data citra memperlihatkan adanya kelurusan di daerah sekitar pusat gempabumi tanggal 2 Juli 2013 yang berarah barat laut - tenggara (NW - SE). Hal ini juga didukung oleh peta geologi dan hasil pengamatan lapangan yang memperlihatkan adanya kelurusan muka pegunungan berarah barat laut - tenggara dan sesar minor di lembah Ketol yang terletak di sekitar pusat gempabumi. Data mekanisme sumber (*focal mechanism*) gempabumi dari USGS memperlihatkan pola sesar mendatar sebagai penyebab kejadian gempabumi Aceh Tengah Tanggal 2 Juli 2013 dan adanya bidang Nodal Plane 2 (NP 2) dan NP 1. Berdasarkan data ini maka dapat disimpulkan bahwa kejadian gempabumi tanggal 2 Juli 2013 tersebut bukan disebabkan oleh Sesar Sumatera, namun disebabkan oleh aktivitas sesar aktif Ketol (lokasinya berada di lembah Ketol) yang terdapat di Aceh Tengah dengan kedudukan N 304°E/ 69° dan rake 169°.



Gambar 7. Kedudukan Pusat Gempabumi Utama Tanggal 2-7-2013 (Tanda Bintang Kuning), Gempabumi Susulan (Bulatan Merah) dan Sesar Sumatera (Garis Kuning). Penamaan Segmen Sesar Sumatera Mengacu Kepada Sieh dan Natawidjadja (2000).

Berdasarkan kenampakan data Aster meskipun tidak terlalu jelas, terlihat adanya pergeseran (*offset*) mengangan dari beberapa alur sungai, yang mengindikasikan adanya sesar mendatar mengangan di sebelah barat daya Sesar Ketol. Kelurusan muka pegunungan berarah barat laut - tenggara terdapat di daerah Angkup yang diduga adanya sesar. Sementara itu kelurusan muka pegunungan berarah barat barat laut utara - timur tenggara terlihat di Danau Laut Tawar Utara dan Danau Laut Tawar Selatan yang diduga terdapat adanya sesar. Kelurusan muka pegunungan merupakan salah satu ciri adanya sesar. Hal ini juga didukung adanya kelurusan dari kenampakan citra Aster. Gambar 8 memperlihatkan sebaran sesar aktif daerah Takengon dan sekitarnya hasil analisis data citra Aster dan pengamatan lapangan.



Gambar 8. Peta Sesar Aktif Daerah Takengon dan Sekitarnya. Tanda bintang kuning merupakan pusat gempa bumi utama tanggal 2-7-2013, bulatan merah merupakan pusat gempa bumi susulan, dan bulatan biru merupakan sebaran kerusakan bangunan akibat gempa bumi tanggal 2-7-2013.

4. KESIMPULAN

- Kejadian gempa bumi tanggal 2 Juli 2013 disebut Gempabumi Aceh Tengah karena wilayah tersebut mengalami bencana terparah.
- Intensitas kejadian gempa bumi Aceh Tengah mencapai skala VIII MMI.
- Disamping rawan bencana gempa bumi, daerah Aceh Tengah juga rawan bencana gerakan tanah terutama yang dipicu oleh curah hujan tinggi dan getaran gempa bumi.
- Berdasarkan analisis morfotektonik dan parameter kejadian Gempabumi Aceh Tengah tanggal 2 Juli 2013, maka dapat disimpulkan bahwa kejadian gempa bumi tersebut bukan disebabkan oleh aktivitas Sesar Sumatera, namun disebabkan oleh sesar aktif Ketol berarah barat laut - tenggara dengan kedudukan $N 304^{\circ}E / 69^{\circ}$ dan *rake* 169° .

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Drs. Baheramsyah Indra, Rana Suparan, dan Gangsar Turjono yang telah membantu pengambilan data lapangan pada kegiatan Tanggap Darurat Gempabumi Tanggal 2 Juli 2013 yang dilaksanakan oleh Badan Geologi. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Sumaryono, ST., M.Sc. atas bantuannya dalam menyiapkan data citra. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Dr. Gede Suantika, M.Si atas diskusi dan masukan yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Barber, A.J., Crow, M.J., Milsom, J.S., 2005. Sumatera (Geology, Resources and Tectonic Evolution). Geological Society Memoir no. 31, The Geological Society.
2. Cameron, N.R., Bennett, J.D., Bridge, D.Mc.C., Clarke, M.C.G., Djunuddin, A., Ghazali, S.A., Harahap, H., Jeffery, D.H., Kartawa, W., Keats, W., Ngabito, H., Rocks, N.M.S., Thompson, S.J., 1983. Peta Geologi Lembar Takengon, Sumatera, Skala 1:250.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
3. Hall, R., 2002. Cenozoic Geological and Plate Tectonic Evolution of SE Asia and the SW Pacific: Computer Based Reconstruction, Model and Animation. *Journal of Asian Earth Science* (20) 2002, 353 – 431.
4. Miranda, E., Hayat, D.Z., Setiadi, I., Indragiri, N.M., 2007. Peta Anomali Bouguer Lembar Takengon, Sumatera, Skala 1: 250.000. Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Bandung.
5. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, 2009. Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Bandung.
6. Sieh, K. Natawidjaja, D.H., 2000, Neotectonics of the Sumatran Fault, Indonesia. *Journal of Geophysical Research*, Vol 105 (12), 28.295 – 28.326.
7. Supartoyo, Suro, Putarnato, E.T., 2014. Katalog Gempabumi Merusak Indonesia Tahun 1629 – 2014 (Edisi Kelima). Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Bandung: 133 hal.
8. Tjia, H.D., 1977. Tectonic Depression along the Transcurrent Sumatra Fault Zone. *Geology Indonesia*.
9. Yeats, R.S., Sieh, K., Allen, C.R., 1997. *The Geology of Earthquakes*, Oxford University Press: 567 pp.

ANALISIS MULTI SKENARIO DAMPAK TSUNAMI DI KAWASAN PESISIR KABUPATEN KULON PROGO, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Oleh:

Dhoni Wicaksonoa^{1,d,*}, Fiqri Ardiansyahb^{d,1}, Gilang Adi Nugrohoc¹, Cut Ayu Tiara S.d¹

^aProgram Studi Ilmu Lingkungan, Minat Studi Geo-Informasi Untuk Manajemen Bencana, Sekolah Pasca Sarjana UGM, Jl. Teknik Utara, Pogung, Yogyakarta, 55281

^bProgram Studi Pembangunan Wilayah, Fakultas Geografi UGM, Bulaksumur, Yogyakarta, 55281

^cProgram Studi Geografi dan Ilmu Lingkungan, Fakultas Geografi UGM, Bulaksumur, Yogyakarta, 55281

^dProgram Beasiswa Unggulan, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

email : sekti.tanpo.aji@gmail.com

Abstrak

Kabupaten Kulon Progo merupakan salah satu kabupaten di Daerah Istimewa Yogyakarta yang memiliki kawasan pesisir yang rawan akan bencana tsunami. Sementara itu, proyek-proyek besar direncanakan akan dibangun di Kabupaten Kulon Progo seperti pembangunan bandara, pembangunan pelabuhan dan penambangan biji besi berlokasi di sepanjang kawasan pesisir selatan. Pertumbuhan kawasan pesisir tersebut membuat kajian kerawanan bencana tsunami menjadi penting, tsunami dapat mengakibatkan kerugian material dan korban jiwa sehingga perluantisipasi dini untuk mengurangi dampaknya. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi dan menganalisis dampak tsunami melalui berbagai skenario ketinggian gelombang tsunami sehingga dapat dilakukan langkah-langkah pencegahan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini berbasis pada pengolahan data spasial dengan bantuan analisis Geography Information System (GIS). Pemodelan area terdampak tsunami menggunakan formulasi yang dikembangkan oleh Barryman (2006) dengan mempertimbangkan tiga parameter utama, yaitu elevasi, koefisien kekasaran permukaan, dan ketinggian gelombang. Parameter elevasi menggunakan peta DEM dari citra SRTM 30m (Shuttle Radar Topography Mission), sedangkan koefisien kekasaran diperoleh dari analisis penutup dan penggunaan lahan yang bersumber dari Peta RBI yang diperbaharui dengan citra Quickbird tahun 2014. Penelitian ini menggunakan empat skenario tinggi gelombang tsunami (run-up), skenario 1 (5m), skenario 2 (10m), skenario 3 (15m) dan skenario 4 (20m). berdasarkan pemodelan tiga skenario ketinggian genangan, diperoleh hasil bahwa pada skenario 1 luas wilayah terdampak mencapai 251,39 ha mencakup 10 desa, skenario 2 luas wilayah terdampak mencapai 4144.9 ha mencakup 20 desa, skenario 3 luas wilayah terdampak mencapai 6609.9 ha mencakup 26 desa dan skenario 4 luas wilayah terdampak mencapai 8755.0 ha mencakup 34 desa.

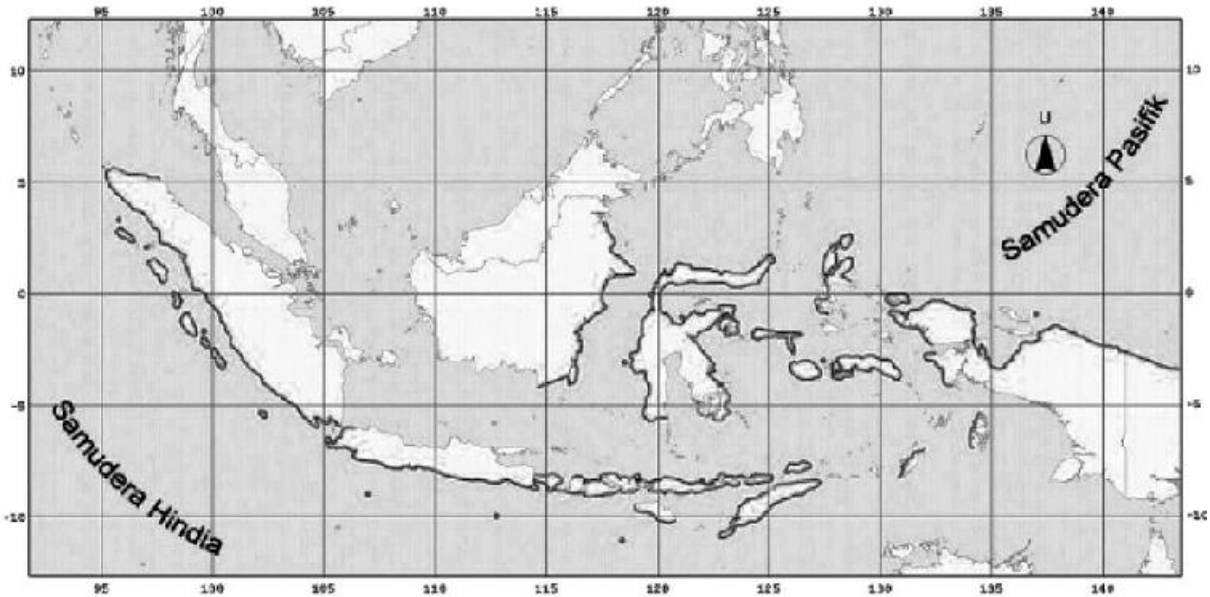
Kata kunci: Tsunami, run-up, GIS, multi skenario.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia terletak diantara tiga lempeng tektonik aktif, yaitu lempeng Eurasia, Lempeng Pasifik dan lempeng indo-australia. Konsekuensi dari kondisi tersebut adalah kawasan pesisir yang terletak dekat dengan zona pertemuan lempeng (*Subduction*) menjadi rawan akan gempa dan tsunami. Gambar 1 menunjukkan wilayah yang rawan akan gempa dan Tsunami di Indonesia. Dapat terlihat disana, bahwa seluruh pantai barat Sumatera, pantai selatan Jawa-Nusa Tenggara Timur, pantai timur Kalimantan, pantai utara-barat Sulawesi, pantai utara Maluku dan pantai utara Papua memiliki potensi terlanda gempabumi dan tsunami.

Tsunami adalah gelombang, atau rangkaian beberapa gelombang yang diciptakan oleh gerakan tiba-tiba dari perpindahan masa air secara vertikal (Bryant, 2008).



Gambar 1. Kawasan Rawan Gempa dan Tsunami di Indonesia
(Sumber :Tsunami Hazard, http://www.gitews.org/tsunami-kit/index_en.html)

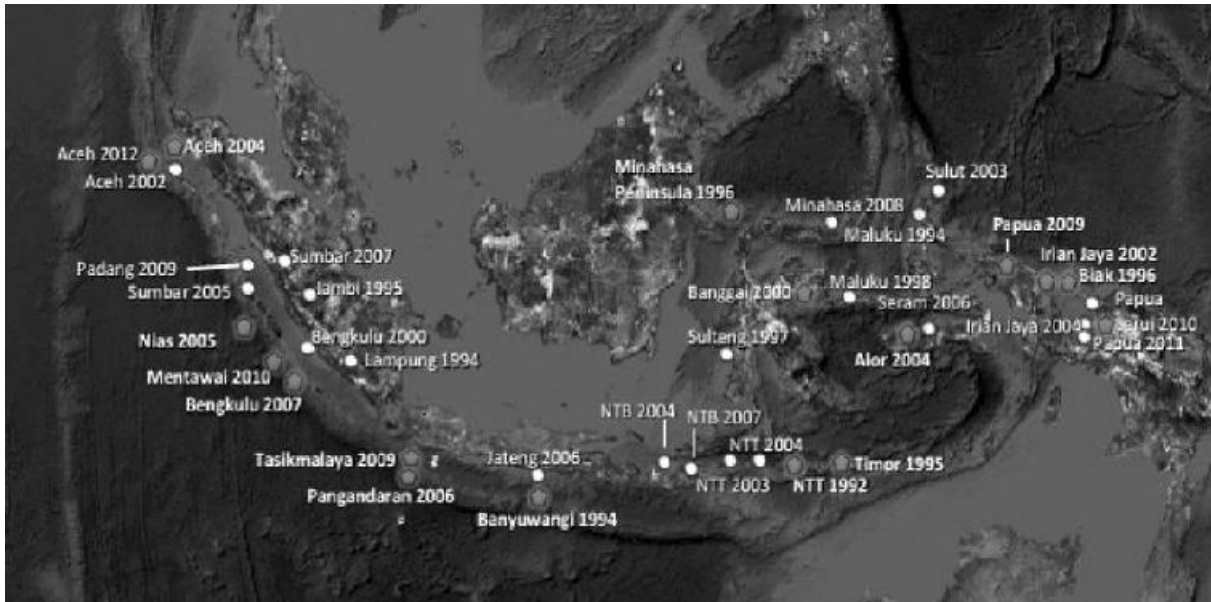
Perpindahan masa air tersebut dapat disebabkan oleh berbagai macam faktor, baik berupa proses endogen, eksogen maupun proses ekstraterestrial. Mayoritas tsunami disebabkan oleh gangguan akibat aktivitas seismic di lautan. Perpindahan bagian kecil dari kerak bumi menyebabkan perpindahan masa air diatasnya dengan jumlah yang lebih besar akibat besarnya energi yang terlepas.

Tsunami merupakan kejadian yang langka, tidak semua aktivitas kegempaan di dasar lautan dapat menyebabkan tsunami (Weigel, 1964, Lida, 1963 dan Bryant, 2005 dalam Bryant, 2008). Selama periode 1861-1948 tercatat 124 kejadian tsunami yang ditimbulkan dari 15000 kejadian gempa di dasar laut (Bryant, 2008).

GITEWS (2015) menjelaskan bahwa dari periode 1992-2012 tercatat 21 kejadian gempa besar dan 17 kejadian gempabumi dan tsunami di Indonesia (Gambar 2). Kejadian gempa dan tsunami terbesar terjadi di Aceh (26 Desember, 2004) dan Jawa Barat (17 Juli, 2006) dengan jumlah korban jiwa mencapai 128645 jiwa untuk tsunami Aceh (Rofi, dkk 2005) dan 653 jiwa untuk tsunami Jawa Barat (Cipta Karya PU, 2015). Fakta tersebut membuktikan bahwa gempa dan tsunami merupakan ancaman yang cukup nyata di wilayah Indonesia. Meskipun tsunami memiliki kala ulang yang cukup lama dan jarang terjadi, namun tingkat kerusakan yang dapat ditimbulkan sangat tinggi.

Hanifa dkk (2014) menjelaskan bahwa pergerakan penunjaman lempeng tektonik di Jawa Bagian selatan cukup tinggi, yaitu 48-56 mm/tahun di daerah Pelabuhan Ratu-Jawa Barat dan 48-55 mm/tahun untuk wilayah Pangandaran. Aktivitas tektonik yang tinggi ini berpotensi besar dalam menyebabkan bencana gempabumi dan tsunami di masa depan.

Wilayah pesisir selatan Jawa merupakan wilayah yang kurang berkembang jika dibandingkan dengan wilayah pesisir utara Jawa. Aktivitas umum yang dapat ditemui didominasi oleh aktivitas agraris dan pariwisata, hanya sebagian kecil wilayah saja yang memiliki perkembangan cukup pesat seperti Kota Cilacap dan Kota Pacitan. Kondisi ini dibuktikan dengan adanya perkembangan infrastruktur dan perekonomian antara bagian utara dan selatan Pulau Jawa. Berdasarkan nilai PDRB perkapita wilayah, daerah di bagian utara Pulau Jawa jauh lebih tinggi dibandingkan dengan bagian selatan, kontribusi rata-rata seluruh sektor ekonomi wilayah selatan hanya mencapai 0-13% (Widjojono, 2008). Namun demikian, kini wilayah selatan memiliki potensi perkembangan yang cukup besar dimana rencana pembangunan JJLS (jalan jalur lintas selatan) akan menjadi magnet pertumbuhan kawasan di pesisir selatan Jawa.



Gambar 2. Lokasi Gempa dan Tsunami di Indonesia Periode (1992-2012)
(Sumber : *Tsunami Hazard*, http://www.gitews.org/tsunami-kit/index_en.html)

Widjojono (2008) menjelaskan bahwa JJLS nantinya akan berfungsi sebagai jalur penghubung lima provinsi di Pulau Jawa, yaitu Provinsi Banten, Provinsi Jawa Barat, Provinsi Jawa Tengah, Daerah Istimewa Yogyakarta, dan Provinsi Jawa Timur sepanjang kurang lebih 1556km. Di daerah istimewa Yogyakarta, JJLS akan melintasi tiga kabupaten, yaitu Kabupaten Kulon Progo, Kabupaten Bantul dan Kabupaten Gunung Kidul. Kondisi pesisir di ketiga wilayah tersebut didominasi oleh kegiatan di sektor agraris dan sektor pariwisata. Khusus untuk wilayah Kabupaten Kulon Progo, kegiatan pertanian dan kegiatan pariwisata cukup berkembang, sehingga aktivitas produktif di wilayah pesisir menjadi semakin tinggi. Sementara itu setidaknya terdapat empat kegiatan besar yang direncanakan akan diadakan di pesisir selatan, yaitu pembangunan Bandara Internasional Yogyakarta, pembangunan Pelabuhan Tanjung Adikarta, kawasan pertambangan pasir besi dan kawasan industri baja hulu.

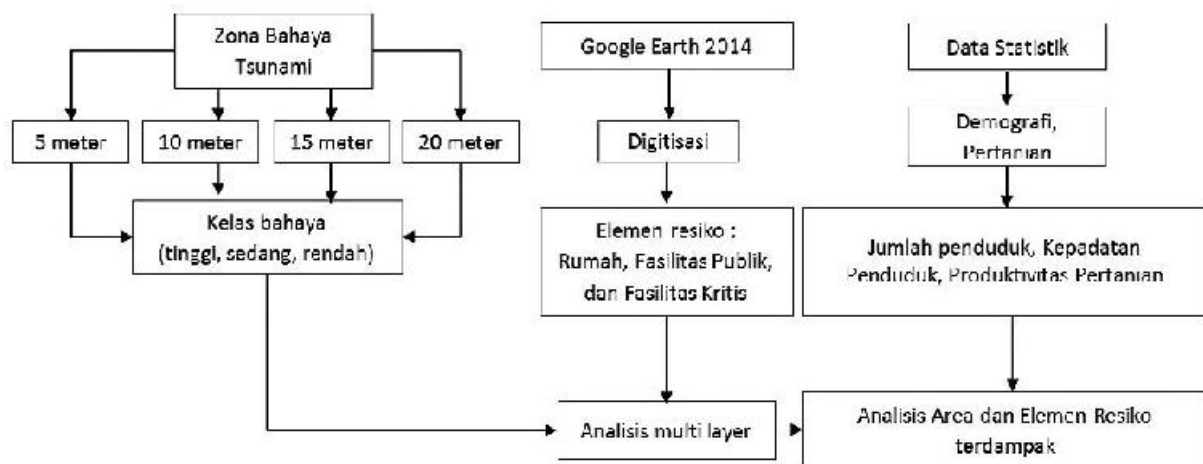
Perkembangan aktivitas pertanian, wisata dan rencana pembangunan mega proyek di kawasan pantai selatan Kabupaten Kulon Progo menjadi topik yang layak untuk dikaji, terutama dalam aspek kebencanaan. Bencana tsunami merupakan salah satu aspek yang layak untuk dilakukan kajian, mengingat wilayah tersebut memiliki potensi kerawanan yang cukup tinggi. Adanya pertumbuhan mega proyek dapat memicu pertumbuhan penduduk secara cepat dan juga alih fungsi lahan di kawasan pesisir menjadi semakin intensif. Akibatnya akan semakin banyak orang yang beraktivitas di wilayah pesisir yang sesungguhnya memiliki potensi tinggi terhadap bencana tsunami. Atas dasar urgensi permasalahan perkembangan kawasan pesisir dan potensi bencana tsunami di Kabupaten Kulon Progo, maka perlu adanya penelitian yang mampu memberikan gambaran mengenai dampak tsunami yang dapat ditimbulkan melalui berbagai skenario ketinggian gelombang tsunami. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk : 1) membuat peta bahaya tsunami melalui empat skenario ketinggian gelombang tsunami (5m, 10m, 15m dan 20m), 2) mengetahui elemen berisiko yang ada di kawasan pesisir, 3) menganalisis dampak yang dapat ditimbulkan oleh bencana tsunami di kawasan pesisir Kabupaten Kulon Progo.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam analisis tsunami multi skenario adalah modifikasi metode Berryman (2006). Metode Berryman menggunakan 3 variable dalam perhitungan bahaya tsunami, antara lain yaitu elevasi, kekasaran permukaan, dan ketinggian gelombang.

2.1. Elevasi

Data elevasi diperoleh dari citra SRTM 30 meter yang diklasifikasi kembali menjadi peta kelas kelerengan. Elevasi digunakan untuk memerhitungkan area yang akan tergenang oleh genangan gelombang tsunami dan area yang berpotensi terjangkau oleh gelombang tsunami.



Gambar 3. Alur analisis potensi risiko areal terdampak bahaya tsunami

2.2. Kekasaran permukaan

Kekasaran permukaan adalah system pemberian nilai koefisien yang didasarkan pada tipe jenis penggunaan/penutupan lahan. Kekasaran permukaan disertakan dalam penentuan zona bahaya tsunami karena setiap jenis penggunaan lahan yang berada di area pesisir memiliki tingkat ketahanan yang berbeda terhadap tekanan gelombang tsunami yang masuk menuju daratan. Perbedaan spesifik pada kekasaran permukaan terletak pada area terbangun, vegetasi, dan area terbuka. Kekasaran permukaan disajikan dalam indeks oleh Berryman (2006) pada Tabel 1.

Tabel 1. Indeks Kekasaran permukaan oleh Berryman (2006)

Jenis Penggunaan/Penutupan Lahan	Nilai Koefisien Kekasaran
Badan air	0,007
Belukar/Semak	0,040
Hutan	0,079
Kebun/Perkebunan	0,035
Lahan kosong/Terbuka	0,015
Lahan Pertanian	0,025
Pemukiman/Lahan Terbangun	0,045
Mangrove	0,025
Tambak/Empang	0,010

2.3. Ketinggian gelombang

Ketinggian gelombang adalah dasar penentuan multi skenario dalam analisis bahaya tsunami. Ketinggian gelombang adalah multi skenario probabilitas kejadian gelombang tsunami pada ketinggian gelombang tertentu. Ketinggian gelombang tsunami yang diperhitungkan adalah ketinggian gelombang pada garis pantai. Ketinggian gelombang tsunami ditentukan berdasarkan data historis kejadian tsunami di pantai selatan pulau Jawa-Bali. Ketinggian tsunami tertinggi yang pernah tercatat pada data historis di selatan pulau Jawa adalah 15.7 meter pada kejadian tsunami di Pangandaran yang diakibatkan oleh gempa bermagnitudo 7.7 skala richter dengan kedalaman 225 km dari pangandaran (Lavigne *et al*, 2007). Pada studi multi skenario ini, bahaya tsunami diperhitungkan pada kejadian tsunami dengan ketinggian 5 meter, 10 meter, 15 meter dan 20 meter. Setiap skenario ketinggian gelombang tsunami diperhitungkan menjadi satu set skenario kejadian tsunami dengan dampak risiko tersendiri.

Penentuan zona bahaya tsunami multi skenario, digunakan beberapa data yaitu data tutupan lahan, citra SRTM 30 meter, garis pantai, dan batas administrasi. Pada analisis multi skenario tsunami ini, elemen risiko yaitu pemukiman warga dan gedung-gedung fasilitas publik serta fasilitas kritis diidentifikasi dengan menggunakan citra resolusi tinggi *quickbird* tahun 2014. Elemen risiko ini dipilih karena pada kejadian

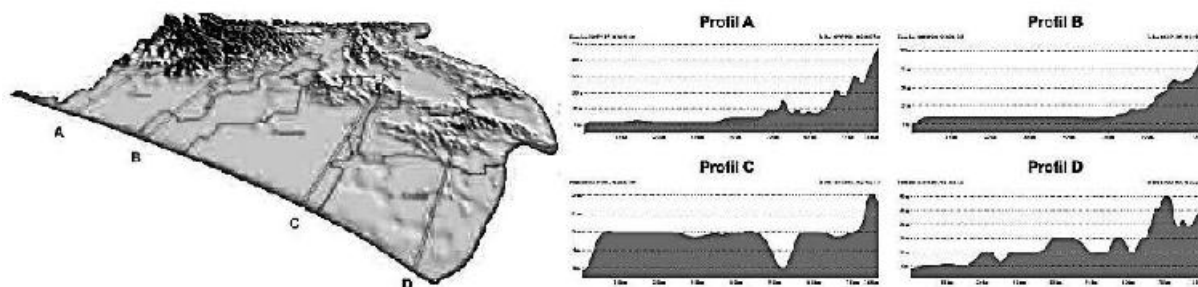
bahaya tsunami yang umumnya didahului dengan gempa bumi, memiliki tingkat exposure yang tinggi. Elemen risiko terdampak diidentifikasi dengan teknik *overlay* dan system tabulasi menggunakan *softwareGIS* (*Arc Map 10.1 ESRI*). Elemen risiko yang telah teridentifikasi pada setiap skenario bahaya tsunami dianalisis dengan menggunakan data pendukung statistik untuk memperhitungkan potensi risiko yang diakibatkan gelombang tsunami pada skenario yang disusun.

Data statistik yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Badan Pusat Statistik Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta pada tahun 2014. Data administrasi dan garis pantai yang digunakan dalam penentuan zona bahaya tsunami multi skenario diperoleh dari Dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah, Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Morfologi Wilayah Pesisir Kulon Progo

Morfologi daerah penelitian ditunjukkan pada Gambar 4. Morfologi tersebut direpresentasikan berdasarkan beda tinggi kenampakan profil. Profil A, Profil B, Profil C dan Profil D menunjukkan variasi morfologi pesisir yang berbeda (Gambar 4). Secara umum, kondisi topografi di wilayah pesisir Kulon Progo didominasi oleh dataran, dengan elevasi 5-10 m dpl di kawasan pantai dan beting gisik dan berangsur naik ke arah utara. Jarak Bukit terdekat sekitar 4-5 km dari garis pantai, sehingga secara fisik kawasan pesisir memang memiliki kerawanan terhadap tsunami.



Gambar 4. Kondisi Morfologi Wilayah Pesisir Kulon Progo.

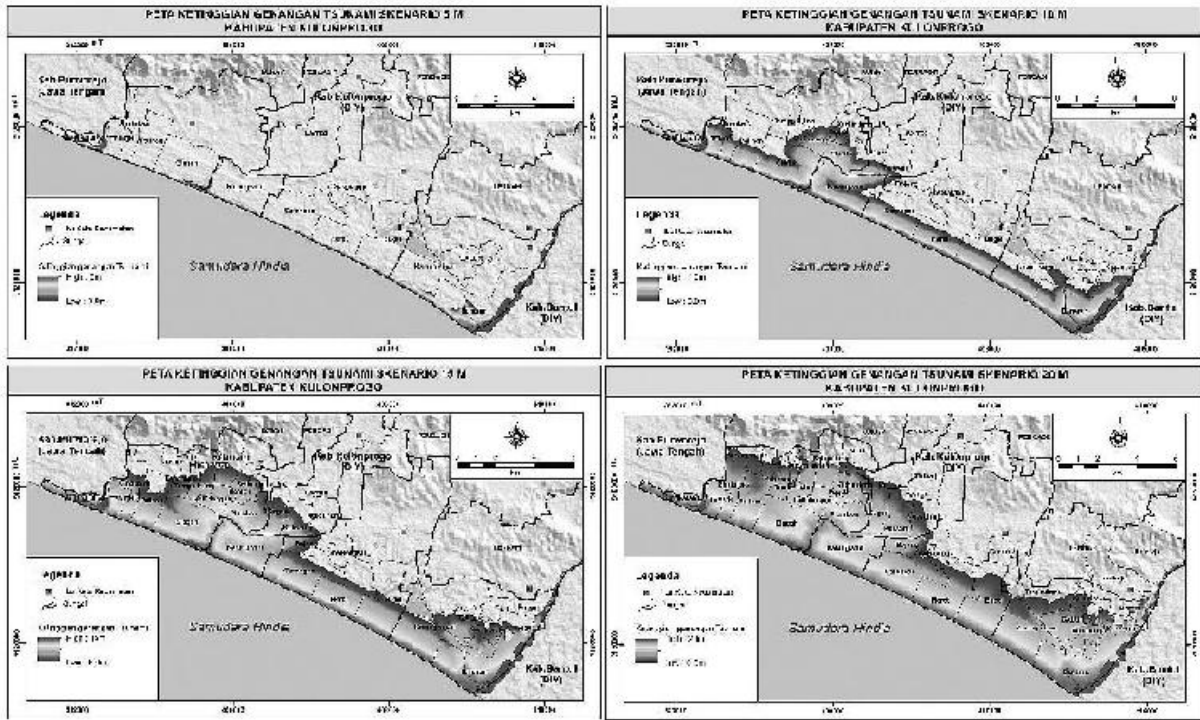
Konfigurasi penggunaan lahan dari garis pantai rata-rata didominasi oleh lahan kosong/padang rumput, kemudian tegalan, perkebunan dan permukiman. Konfigurasi penggunaan lahan ini penting dalam kaitannya dengan kerawanan tsunami, karena masing-masing penggunaan lahan memiliki koefisien kekasaran permukaan spesifik terhadap laju tsunami. Kondisi di kawasan pesisir Kulon Progo menunjukkan adanya kerawanan secara fisik, dimana dapat dikatakan hampir tidak ada penghalang yang berarti untuk menahan laju gelombang tsunami. Hanya perkebunan dengan koefisien kekasaran 0,035 yang paling berpotensi dalam menahan laju tsunami. Dengan demikian maka perlu adanya penghijauan pada kawasan pesisir sebagai upaya mitigasi struktural alami sebagai penghalang jika terjadi tsunami.

Skenario Tsunami

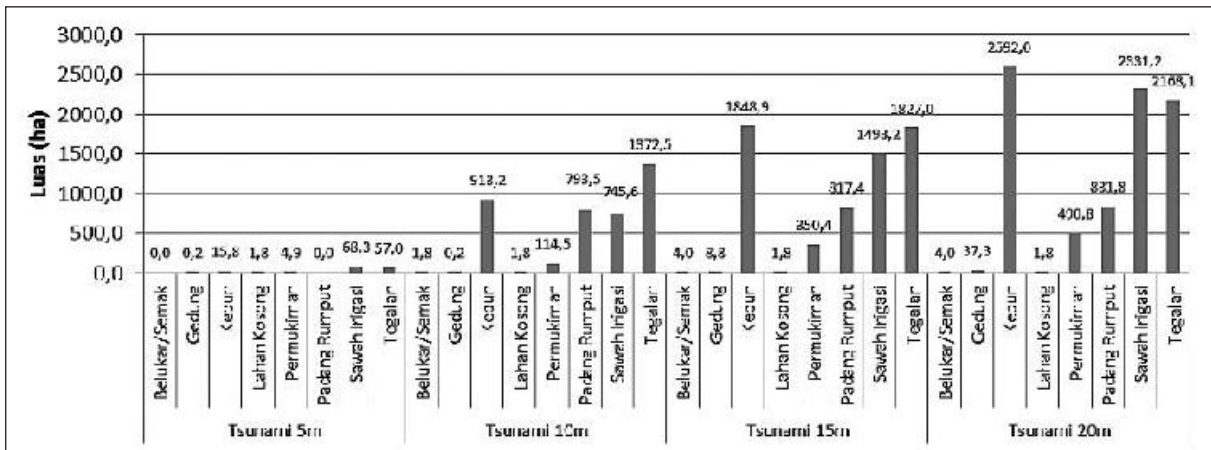
Ketinggian tempat merupakan suatu informasi untuk mengetahui potensi suatu tempat tergenang. Gambar 5 menunjukkan ketinggian genangan akibat tsunami dengan skenario yang berbeda yaitu 5m, 10m, 15m dan 20m. Berdasarkan 4 skenario (Gambar 5), terjadi perubahan luas area terdampak yang signifikan dari skenario tinggi tsunami 5m dan 10m. Kondisi ini terkait dengan aspek topografi dan penggunaan lahan, eksistensi beting gisik (elevasi 5-10m) berfungsi menahan laju gelombang, namun demikian ketika elevasi tersebut terlampaui, maka dampaknya akan signifikan. Terdapat pula area yang memiliki penetrasi *run-up* tsunami relative lebih jauh, yaitu di kawasan Pantai Galah dan Pantai Trisik. Eksistensi Sungai menjadi jalur luapan dan propagasi tsunami hingga dapat lebih jauh masuk kedalam daratan.

Dampak Fisik Tsunami

Adanya genangan merupakan suatu indikasi dalam penentuan kerugian akibat tsunami (Zaitunah, dkk, 2012). Analisis kerugian dapat dilihat berdasarkan luas penggunaan lahan terdampak. Gambar 6 menunjukkan luas penggunaan lahan terdampak pada beberapa skenario yaitu 5m, 10m, 15m dan 20m. Penggunaan lahan terdampak pada setiap skenario 5m, 10m, 15m dan 20m berturut-turut didominasi sawah irigasi, tegalan, kebun dan kebun.



Gambar 5. Peta Ketinggian Genangan Tsunami Skenario 5m, 10m, 15m dan 20m.



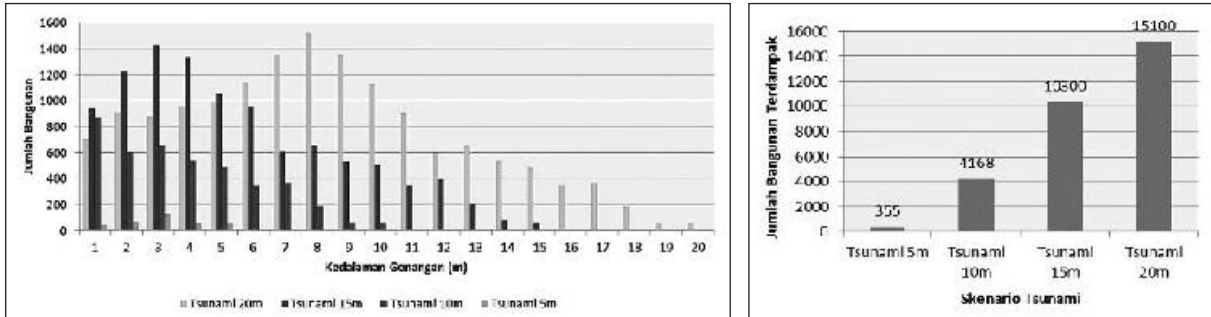
Gambar 6. Luas Penggunaan Lahan Terdampak (Ha) Skenario 5m, 10m, 15m dan 20m.

Analisis mengenai jumlah bangunan terdampak penting dilakukan karena tsunami menimbulkan risiko kehancuran dan kerusakan serta keselamatan penduduk. Gambar 7 menunjukkan jumlah bangunan terdampak berdasarkan skenario 5m, 10m, 15m dan 20m. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa jumlah total bangunan terdampak pada skenario 5m berjumlah 355 bangunan, skenario 10m berjumlah 4.168 bangunan, skenario 15m berjumlah 10.300 bangunan dan skenario 20m berjumlah 15.100 bangunan. Adanya kerugian besar yang ditimbulkan akibat tsunami dapat menjadi landasan pelaksanaan upaya mitigasi bencana untuk memperkecil dampak kerugian.

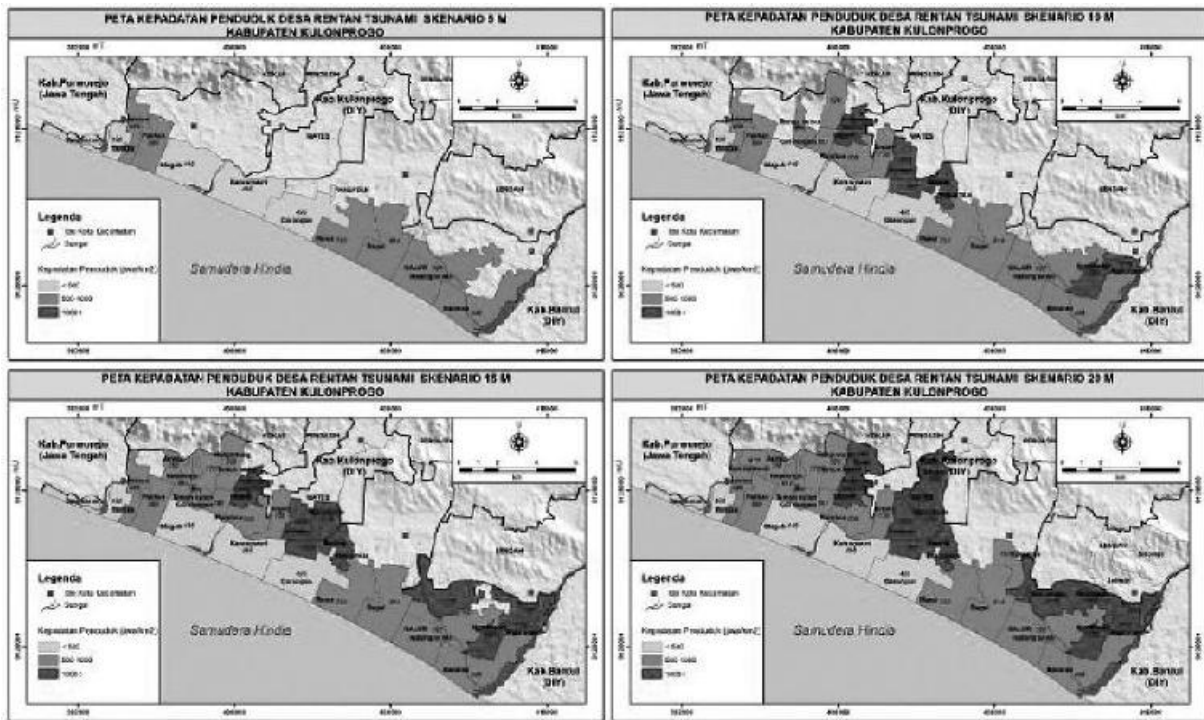
Dampak Sosial dan Ekonomi

Indikator yang digunakan untuk memprediksi dampak secara sosial ekonomi adalah jumlah, kepadatan penduduk dan lahan pertanian terdampak. Data kependudukan akan mencerminkan seberapa banyak penduduk yang diprediksikan terdampak tsunami dengan beberapa skenario. Tsunami skenario 5 meter diprediksikan berdampak terhadap 10 desa di 4 Kecamatan Wates, Temon, Galur, dan Panjatan. Desa-desanya tersebut memiliki kepadatan penduduk < 500 jiwa/km² dan 500-1.000 jiwa/km². Daerah yang harus

menjadi perhatian lebih adalah Sindutan dan Palihan di Kecamatan Temon, Bugel dan Pleret di Kecamatan Panjatan serta Karang Sewu dan Banaran di Kecamatan Galur. Desa-desanya memiliki kepadatan penduduk sedang (500-1.000 jiwa/km²) Desa Karangsewu memiliki kepadatan tertinggi diantara yang terdampak, yaitu 792 jiwa/km². Jumlah penduduk di 10 desa tersebut mencapai 35.981 jiwa. Gambar 8 menunjukkan daerah yang terdampak tsunami skenario 5 meter.



Gambar 7. Jumlah Bangunan terdampak Skenario 5m, 10m, 15m dan 20m.



Gambar 8. Peta Kepadatan Penduduk Pada Desa Terdampak Tsunami Skenario 5m, 10m, 15m dan 20m.

Tsunami dengan skenario 10 meter diprediksikan akan berdampak terhadap 21 desa di 4 kecamatan. Hal yang harus menjadi perhatian adalah, desa-desa yang memiliki kepadatan penduduk relatif tinggi (> 1.000 jiwa/km²) diprediksikan akan terkena dampak. Desa-desa tersebut antara lain Kedundang (1.326 jiwa/km²), Demen (1.346 jiwa/km²), Kulwaru (1.039 jiwa/km²), Bojong (1.022 jiwa/km²), Nomporejo (1.094 jiwa/km²), dan Kranggan (1.112 jiwa/km²). Hal ini akan memperparah dampak yang akan terjadi karena semakin banyak warga terancam bahaya tsunami. Jumlah penduduk 21 desa yang diprediksikan akan terdampak mencapai 57.021 jiwa. Gambar menunjukkan peta daerah yang terdampak tsunami skenario 5 meter.

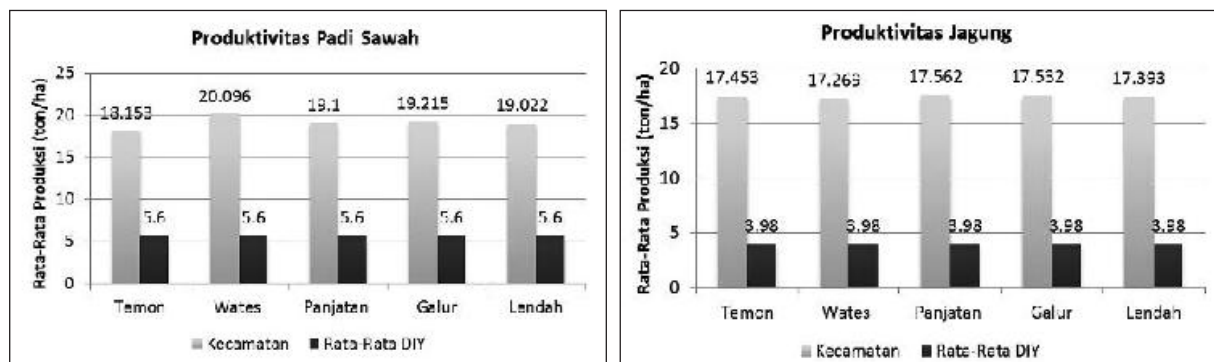
27 desa akan merasakan dampak apabila tsunami terjadi setinggi 15 meter, 9 diantaranya memiliki kepadatan relatif tinggi. 2 ibukota kecamatan, yaitu Brosot di Kecamatan Galur dan Temon Kulon di Kecamatan Temon, diprediksikan terdampak. Kepadatan penduduk di Brosot sebanyak (1.521 jiwa/km²) dan Temon Kulon sebesar (916 jiwa/km²). Kondisi tersebut dapat mempengaruhi kegiatan administrasi

dan ekonomi dalam lingkup kecamatan. Jumlah penduduk 27 desa yang diprediksikan akan terdampak mencapai 70.058 jiwa. Gambar menunjukkan peta daerah yang terdampak tsunami skenario 15 meter.

Tsunami dengan skenario 20 meter dimungkinkan akan berdampak kepada 32 desa/kelurahan di 4 kecamatan. 12 desa/ kelurahan memiliki kepadatan tinggi, 16 desa kepadatan sedang dan 4 desa kepadatan rendah. Jumlah penduduk 32 desa yang diprediksikan akan terdampak mencapai 90.655 jiwa. Tsunami skenario 20 meter dampaknya diprediksikan hampir mencapai ibukota kabupaten, yaitu Kelurahan Wates. Hanya saja, hampir 50% wilayah Kecamatan Wates diprediksikan akan terdampak dari bahaya tsunami. Kecamatan Wates merupakan pusat kegiatan di Kabupaten Kulon Progo, baik pusat pemerintahan, ekonomi, perdagangan, kesehatan maupun pendidikan. Hal ini akan mengganggu aktivitas di Kabupaten Kulon Progo, karena kecamatan ini mempunyai peran yang penting. Fasilitas-fasilitas penting terletak di Kecamatan Wates, seperti kompleks pemerintahan, RSUD, Bank, pasar dan sebagainya. Gambar menunjukkan peta daerah yang terdampak tsunami skenario 20 meter.

Pertanian merupakan salah satu sektor andalan bagi ekonomi Kabupaten Kulon Progo. 44% masyarakat Kulon Progo bekerja di sektor pertanian dan 23,48 % PDRB di sumbang oleh sektor pertanian. Bencana tsunami yang terjadi diprediksikan akan merusak semua apa yang dilewati, termasuk lahan pertanian. Hasil analisis menunjukkan bahwa 68,33 hektar sawah irigasi akan terdampak apabila tsunami dengan skenario 5 meter. Tsunami skenario 10 meter akan merusak sawah irigasi seluas 745,6 Ha, skenario 15 meter akan merusak 1.493,16 Ha, dan 2.331,22 Ha akan rusak apabila tsunami dengan skenario 20 meter. Kebun warga juga akan terkena dampak dari bencana tsunami, 15,8 hektar apabila dengan skenario 5 meter. 913, 15 hektar kebun diperkirakan akan terdampak tsunami skenario 10 meter, tsunami skenario 15 meter akan merusak 1.848 hektar dan 2.591 hektar kebun diperkirakan akan rusak apabila ketinggian tsunami 20 meter.

Peta penggunaan lahan menunjukkan bahwa persebaran lokasi sebagian besar sawah irigasi terletak di 2 Kecamatan yaitu Kecamatan Temon dan Galur. Pesisir selatan merupakan lumbung padi bagi Kabupaten Kulon Progo, karena kondisi geografisnya yang cocok untuk komoditas pangan. Berbeda dengan wilayah utara yang berbukit sehingga sulit untuk dikembangkan pertanian komoditas pangan. Rata-rata produksi komoditas, di 4 kecamatan yang terdampak, diatas rata-rata produksi DIY. Rata-rata produksi komoditas padi sawah DIY hanya 5,6 ton tiap hektar sedangkan di pesisir selatan dapat mencapai 19,1 ton per hektar Hal tersebut juga terjadi di komoditas jagung. Rata-rata produksi komoditas jagung DIY hanya 3,98 ton tiap hektar sedangkan di pesisir selatan dapat mencapai 17,44 ton per hektar. Gambar 9 menunjukkan grafik perbandingan rata-rata produksi padi sawah dan jagung DIY dengan pesisir selatan Kulon Progo.



Gambar 9. Produktivitas Tanaman Padi dan Padi Gogo Kabupaten Kulon Progo.

Luas sawah irigasi di 4 kecamatan tersebut mencapai 41 % dari total luas sawah irigasi seluruh Kabupaten Kulon Progo. Hal ini menunjukkan peran penting 4 kecamatan tersebut dalam memenuhi kebutuhan pangan di Kabupaten Kulon Progo. Hal ini harus menjadi perhatian, apabila terkena dampak tsunami maka hampir 50 % sumber pangan di Kabupaten Kulon Progo akan hilang. Produksi padi sawah 4 kecamatan di tahun 2013, tersebut mencapai 48.928 ton atau 43 % dari total keseluruhan. Tanaman lain yang dibudidayakan oleh masyarakat pesisir selatan antara lain padi gogo, jagung, ketela pohon, ketela rambat, kacang tanah dan kedelai. Kecamatan Galur, Panjatan, dan Temon memiliki potensi lain, yaitu komoditas melon dan semangka. Potensi ekonomi diatas akan terganggu apabila lahan pertanian rusak akibat bencana tsunami. Masyarakat Kulon Progo sangat bergantung kepada sektor pertanian sebagai mata pencaharian. Kontribusi sektor pertanian dalam PDRB dimungkinkan akan menurun karena pesisir selatan

memiliki peran penting dalam sektor pertanian di kabupaten ini, terutama komoditas pangan dan buah-buahan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Secara fisik wilayah pesisir Kulon Progo memiliki kerawanan yang cukup tinggi. Kondisi tersebut nampak dari topografis dan penggunaan lahannya. Kondisi topografi berupa dataran dengan elevasi 5-10 m, meliputi dataran pantai dan beting gisik. Sementara itu konfigurasi penggunaan lahan didominasi oleh lahan kosong/ padang rumput, tegalan, kebun dan permukiman, hal tersebut menunjukkan tidak adanya penghalang yang berarti dari arah laut ke daratan, sehingga kerawanan tsunami cukup tinggi. Beberapa sungai yang bermuara di pesisir selatan Kulon Progo berpotensi sebagai jalur propagasi masuknya gelombang tsunami, sehingga di area tersebut jarak *run up* tsunami kemungkinan akan relative jauh ke arah daratan. Melalui empat skenario tsunami, dapat diamati bahwa pada terjadi perubahan luas area terdampak yang cukup signifikan pada skenario 5m dan 10m. Dari aspek sosial ekonomi, dampak tsunami diperkirakan cukup besar, mengingat kepadatan penduduk termasuk kelas sedang dan eksistensi asset berupa lahan pertanian produktif yang memiliki nilai ekonomi tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada keluarga besar Geo Informasi Untuk Manajemen Bencana UGM Batch 10 atas *sharing* data dan bantuan teknis dalam pengolahan data.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bryant, E. 2008. *Tsunami, The Underrated Hazard (Second Edition)*. New York : Springer-Praxis Books in Geophysical Science.
2. Bidang Cipta Karya, Dinas PU-ESDM. *Rehabilitasi Bencana Alam Gempabumi dan Tsunami di Selatan Pulau Jawa*. Diakses 16 April 2015 dari :http://ciptakarya.pu.go.id/dok/tsunami_jawa/index.htm
3. Rofi, A., Doocy, S. and Robinson, C. 2006. *Tsunami Mortality and Dis-placement in Aceh Province, Indonesia*. *Journal Compilation of Disaster*, 2006, 30 (3) : 340-350. Overseas Development Institute.
4. Widjojono, T. 2008. *Menunggu Jalur Lintas Selatan Pulau Jawa Menjadi Kenyataan*. Diakses 17 April 2015 dari :http://penataanruang.pu.go.id/bulletin/index.asp?mod=_fullart&idart=136
5. Yulianto, E., Kusmayanto, F., Supriyatna, N. dan Dirhamsyah. *Selamat dari Bencana Tsunami, Pembelajaran dari Tsunami Aceh dan Pangandaran*. Diakses Dari :http://www.gitews.org/tsunami-kit/id/E5/sumber_lainnya/Selamat%20dari%20bencana%20tsunami.pdf.
6. Hanifa, N.R., Sagiya, T., Kimata, F., Efendi, J., Abidin, H.Z. and Meilano, I. 2014. *Interprete Coupling Model of The Southwestern Coast of Java, Indonesia, Based on Continuous GPS Data in 2008-2010*. *Earth and Planetary Science Letters* 401 (2014) 159-171.
7. Yunus, R., Seniorwan & Sufwandika, M., 2014. *Prosedur Penyusunan Peta Bahaya*. In: *Modul Teknis Prosedur Penyusunan Peta Bahaya*. Jakarta: s.n., pp. 1-30.
8. Zaitunah, A., Kusmana, C., Jaya, I. N. S., dan Haridjaja, O. *Kajian Potensi Daerah Genangan Akibat Tsunami di Pantai Ciamis Jawa Barat (Study on the Potential of Inundation area by tsunami in Ciamis Coastal of West Java)*. *FORESTA Indonesian Journal of Forestry I* (1): 1-6
9. BPS Kabupaten Kulon Progo. 2011, 2012, 2013 dan 2014. *Kabupaten Kulon Progo Dalam Angka*. Wates: Badan Pusat Statistik.
10. F. Lavigne, C. Gonez, M. Giffò, P. Wassmer, C. Hoebreck, D. Mardiatno, J. Priyono, and R. Paris. 2007. *Field Observations of The 17 July 2006 Tsunami in Java*. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, pp. 177-183.
11. GITEWS. *Tsunami Hazard*. Diakses 15 April 2015 dari :http://www.gitews.org/tsunami-kit/index_en.html

PENILAIAN RISIKO TSUNAMI DI KOTA PALU MENGGUNAKAN SPATIAL MULTI CRITERIA EVALUATION (SMCE)

Oleh:

Rahmat Aris Pratomo^a, Wawargita Permata Wijayanti^b

^aUniversitas Tadulako, Palu, Sulawesi Tengah,

^bUniversitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur

Email: arispratomo05@gmail.com

Abstrak

Bencana alam adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang disebabkan oleh faktor alam dan dapat menimbulkan kerusakan maupun kerugian. Tsunami merupakan salah satu jenis bencana alam yang terjadi di Indonesia. Tsunami adalah gelombang laut yang datang secara tiba-tiba sebagai akibat terganggunya kestabilan air laut, yang menghempas pantai dan menimbulkan bencana. Salah satu wilayah di Indonesia yang berpotensi tsunami di Indonesia adalah bagian timur Indonesia, yaitu Kota Palu, Sulawesi Tengah dan sekitarnya. Tercatat sebanyak 9 kejadian tsunami telah terjadi di wilayah Teluk Palu dan sekitarnya dengan dampak bencana yang cukup besar. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat risiko bencana tsunami di Kota Palu. Penilaian risiko tsunami tersebut didasarkan pada tingkat bahaya dan tingkat kerentanan tsunami di Kota Palu. Teknik analisis yang digunakan untuk penilaian bahaya tsunami adalah permodelan penggenangan dengan parameter tinggi gelombang tsunami, kelerengan, dan koefisien kekasaran permukaan. Penilaian tingkat kerentanan menggunakan teknik pembobotan dengan Spatial Multi Criteria Evaluation (SMCE) terhadap beberapa variabel fisik maupun sosial. SMCE juga di gunakan untuk menilai tingkat risiko tsunami dengan mengoverlay antara bahaya dengan kerentanan tsunami. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah Kota Palu memiliki tingkat risiko sedang terhadap bencana tsunami dengan luasan 723,9 Ha atau 52,2% dari total luas Kota Palu yang berisiko tsunami. Penilaian tingkat risiko wilayah Kota Palu terhadap bencana tsunami ini dapat dimanfaatkan oleh Pemerintah Kota Palu maupun praktisi pendidikan dalam menyusun konsep dan strategi mitigasi bencana tsunami Kota Palu.

Kata kunci: Risiko, tsunami, SMCE, Palu.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia menduduki peringkat ke dua sebagai negara yang paling sering dilanda bencana tsunami di Indonesia dengan 71 kejadian atau 9% dari jumlah kejadian tsunami di dunia. Hal ini dipicu oleh letak negara Indonesia, yang berada pada pertemuan tiga lempeng pembentuk kerak bumi, lempeng Eurasia yang bergerak ke arah tenggara dan Lempeng Indo-Australia yang bergerak memanjang di Samudera Hindia dari arah utara (Aceh) hingga sekitar Laut Timor di timur dan Lempeng Pasifik yang bergerak di sekitar Samudera Pasifik hingga utara Papua. Kondisi tersebut mengakibatkan Indonesia rawan terhadap bencana vulkanik maupun tektonik, misalnya tsunami. Bencana tsunami yang terjadi di Indonesia telah mengakibatkan dampak yang sangat merugikan, baik korban jiwa, kehilangan harta benda, kerusakan sarana dan prasarana publik, serta terganggunya aktivitas sosial, ekonomi, maupun pemerintahan.

Berdasarkan frekuensi kejadian tsunami, wilayah rawan tsunami di Indonesia dikelompokkan menjadi enam wilayah. Dari keenam wilayah tersebut, Wilayah Sulawesi dan Kepulauan Maluku menjadi lokasi yang paling sering dilanda tsunami. Salah satu lokasi tersebut adalah Kota Palu dan sekitarnya. Tercatat, telah terjadi 3 kali bencana tsunami di sekitar Teluk Palu, yaitu pada tahun 1927, 1968, dan 1996. Selain itu, 6 kejadian bencana tsunami juga pernah melanda wilayah Sulawesi Tengah dan sekitarnya. Gempa yang terjadi

di wilayah Kota Palu dan sekitarnya didominasi oleh gempa kedalaman dangkal sebesar 0-60 kilometer (Daryono, 2011). Gempa pada kedalaman dangkal ini mengakibatkan kejadian tsunami di wilayah Kota Palu dan sekitarnya.

Untuk mengantisipasi kemungkinan dampak yang besar dari bencana tsunami, wilayah yang rentan terhadap bencana tsunami perlu mengembangkan tindakan preventif dan mitigasi terhadap bencana tsunami. Pada dasarnya, bencana tsunami merupakan bencana yang sulit untuk dicegah untuk terjadi sehingga tindakan yang dapat dilakukan oleh pemerintah daerah setempat adalah tindakan untuk meminimalkan dampak bencana tsunami (tindakan mitigasi). Bahkan, DRDE, 1990 menyatakan bahwa mitigasi adalah mekanisme yang paling efektif dalam mengurangi kehilangan jiwa dan harta dan paling *compatible* dengan proses perencanaan pembangunan kota.

Kebijakan pengembangan mitigasi bencana tersebut perlu dilakukan oleh setiap daerah, sesuai dengan UU Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana. Salah satu wujud dari implementasi kebijakan tersebut adalah penyusunan dokumen mitigasi bencana. Dalam dokumen mitigasi bencana tersebut nantinya dapat dikembangkan upaya mitigasi struktural (fisik) dan mitigasi non struktural (non-fisik). Salah satu input atau bahan masukan dalam penyusunan dokumen mitigasi bencana adalah identifikasi dan deliniasi terhadap wilayah yang berisiko terkena bencana tsunami. Risiko bencana merupakan kemungkinan dampak atau kerugian (kematian, korban luka, bangunan, terganggunya aktivitas ekonomi dan penghidupan, maupun kerusakan lingkungan), yang diakibatkan oleh interaksi antara bencana (alam, manusia, atau kombinasi) dengan kerentanan wilayah tersebut (Van Westen, et al, 2011).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat risiko bencana tsunami di Kota Palu. Tingkat risiko bencana tsunami ini dapat diperoleh dengan menganalisis tingkat bahaya dan kerentanan tsunami terlebih dahulu. Dengan harapan, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai arahan maupun rekomendasi bagi Pemerintah Kota Palu terkait dengan kegiatan mitigasi bencana tsunami di Kota Palu.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan teknik analisis spasial, seperti SMCE (*Spatial Multi Criteria Evaluation*) dalam ILWIS dan beberapa *tools* dalam *software* Arc-GIS. SMCE merupakan salah satu teknik pengambilan keputusan dengan mempertimbangkan tingkat kepentingan (prioritas) dari beberapa kriteria tertentu (Sharifi, Mohammed and Retsios, 2004). Kriteria yang digunakan dalam analisis SMCE dievaluasi secara detail, kemudian kriteria tersebut dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam pengambilan keputusan.

Salah satu kelebihan analisis SMCE adalah SMCE mampu menganalisis data spasial sehingga hasil dari SMCE mampu memperlihatkan integrasi antara aspek spasial dan aspek non spasial (pengambilan keputusan berdasarkan kriteria, seperti metode AHP, hasil dari literature review, atau standar). Proses analisis SMCE melibatkan data geografis, preferensi dan penilaian terhadap variabel data, serta penyusunan dan pengambilan keputusan akhir (Roudgarmi, et al, 2007).

Tujuan penggunaan analisis SMCE dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui deliniasi zona risiko bencana tsunami di Kota Palu. Pada umumnya, deliniasi dan klasifikasi zona risiko dapat diperoleh dengan melakukan tumpang tindih (*overlay*) antara variabel bahaya dan kerentanan. Namun, pada penelitian ini tidak hanya dilakukan analisis *overlay*, tetapi juga dilakukan skoring dan pembobotan terhadap setiap variabel kerentanan tsunami. Selanjutnya, proses SMCE dilakukan terhadap bahaya (*hazard*) dan kerentanan (*vulnerability*). Dengan demikian, *output* akhir yang dihasilkan berupa klasifikasi tingkat risiko bencana tsunami dapat diperoleh secara optimal.

Proses dan teknik analisis yang dilakukan dalam penelitian adalah:

1. Analisis Bahaya (*hazard*) bencana tsunami. Analisis bahaya tsunami dilakukan untuk mengetahui deliniasi wilayah Kota Palu yang terkena dampak tsunami. Langkah pertama adalah membuat permodelan zona genangan tsunami dengan menggunakan Rumus Berryman (2006), yaitu:

$$H_{\text{loss}} = (167n^2 / H_o^{1/3}) + 5 \text{ Sin } S$$

Keterangan

H_{loss} = Kehilangan ketinggian tsunami per 1 m jarak genangan

n = Koefisien kekasaran permukaan

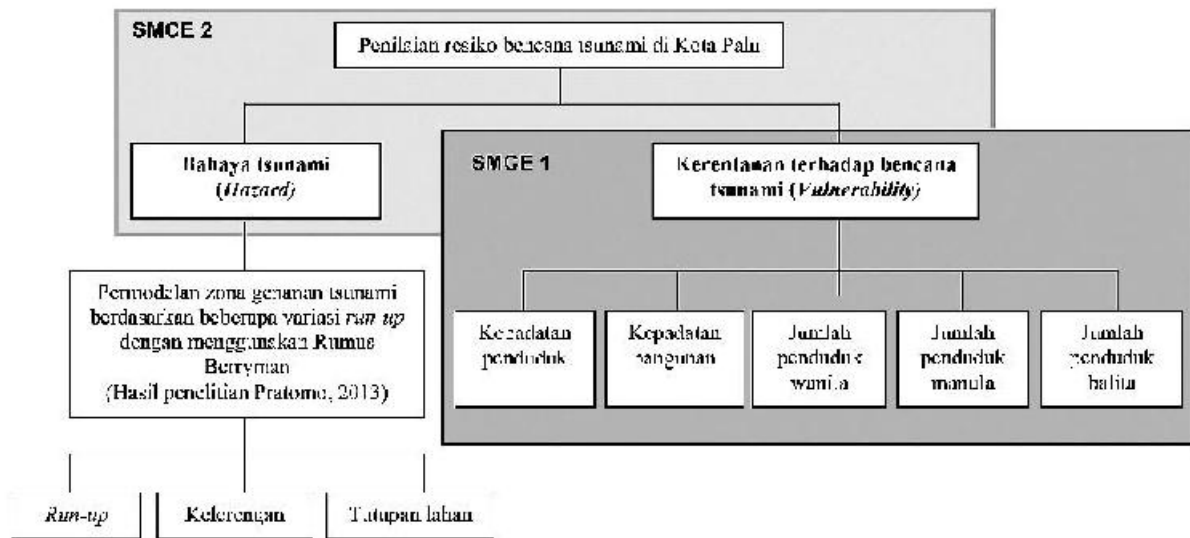
H_o = Ketinggian gelombang tsunami di garis pantai

S = Besarnya lereng permukaan

Analisis permodelaan zona genangan tsunami telah dilakukan pada penelitian sebelumnya oleh Pratomo, 2013. Hasil akhir analisis bahaya tsunami adalah nilai dan zona bahaya tsunami Kota Palu.

2. Analisis kerentanan (*vulnerability*) bencana tsunami. Analisis kerentanan terhadap bencana tsunami diperlukan untuk mengetahui tingkat ketidakmampuan suatu komunitas atau masyarakat Kota Palu untuk menghadapi bencana tsunami. Tingkat kerentanan dianalisis dengan mempertimbangkan beberapa variabel, yaitu kepadatan bangunan (parameter fisik) dan jumlah penduduk wanita, jumlah penduduk balita, jumlah penduduk manula, serta kepadatan bangunan (parameter sosial ekonomi).
3. Analisis risiko (*risk*) bencana tsunami. Analisis risiko mencakup fungsi sistematis dari ketersediaan informasi untuk menentukan kecenderungan terjadinya beberapa kejadian dan menghitung kemungkinan konsekuensinya. Teknik analisis dilakukan dengan SMCE dan teknik *overlay* antara bahaya tsunami dan kerentanannya.

Keseluruhan proses analisis penelitian dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses Analisis
Sumber : Penyusun, 2015

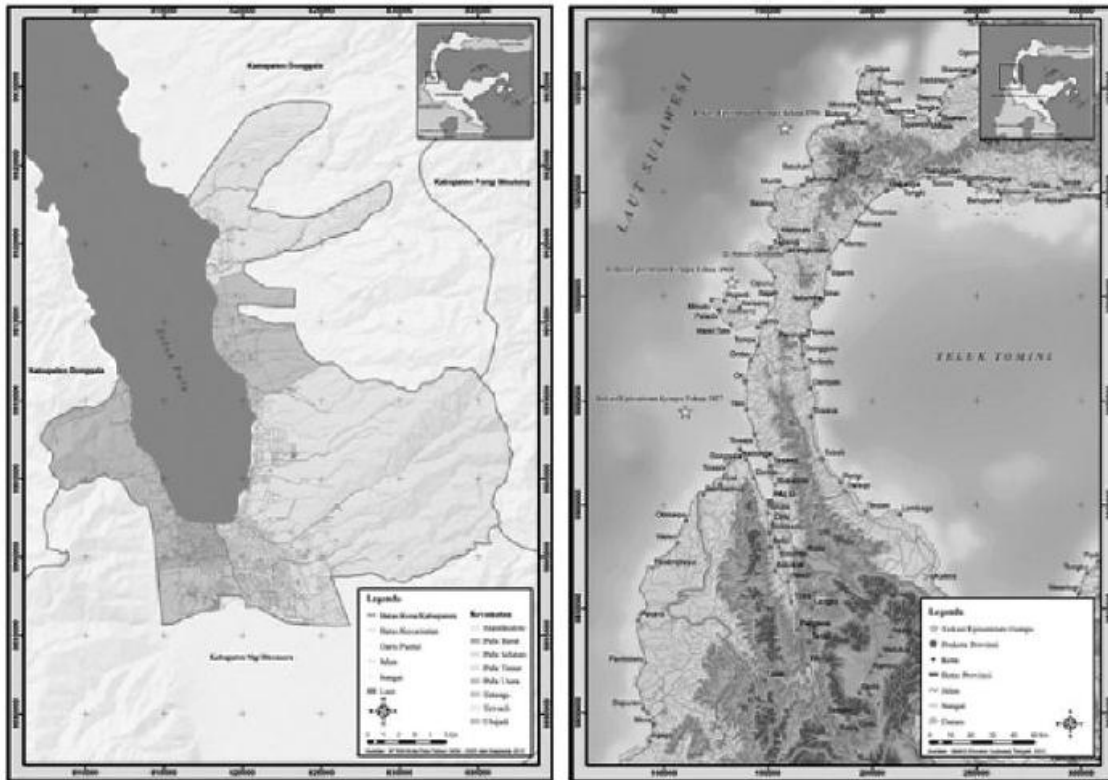
Lokasi Penelitian

Kota Palu, yang merupakan ibukota Provinsi Sulawesi Tengah, terletak di bibir pantai Teluk Palu dan memanjang dari timur ke barat. Kota ini terletak pada $0,35^{\circ}$ - $1,20^{\circ}$ Lintang Utara dan 120° - $122,09^{\circ}$ Bujur Timur. Luas wilayah Kota Palu adalah 39.505 Ha dan terdiri atas 8 kecamatan dan 6 kecamatan diantaranya berbatasan langsung dengan Teluk Palu. Pembagian wilayah administratif Kota Palu dan luas wilayahnya dapat dilihat pada Tabel 1. Sedangkan, batas-batas wilayah Kota Palu dapat dilihat pada Gambar 2.a.

Tabel 1. Pembagian Wilayah Kecamatan di Kota Palu dan Luas Wilayah (Ha)

No.	Kecamatan	Luas Wilayah (Ha)	No.	Kecamatan	Luas Wilayah (Ha)
1.	Palu Utara	2994	5.	Mantikulore	20680
2.	Palu Selatan	2738	6.	Tawaeli	5975
3.	Palu Timur	771	7.	Tatanga	1495
4.	Palu Barat	828	8.	Ulujadi	4024

Sumber: Kota Palu dalam Angka, 2013



Gambar 2. Wilayah Administrasi Kota Palu (a) dan Lokasi Episentrum Gempa (b)
Sumber: Pratomo, 2013

Secara geologis, Kota Palu berada pada salah satu kawaan seismik paling aktif di Indonesia (Sesar Palu-Koro). Sesar Palu-Koro terbentang dari Kota Palu ke arah selatan dan tenggara, melalui Provinsi Sulawesi Selatan bagian utara, menuju ke selatan Bone, hingga Laut Banda. Selain itu, wilayah Kota Palu juga dilalui oleh beberapa zona patahan darat maupun laut. Kondisi ini yang mengakibatkan Kota Palu dan sekitarnya rentan terhadap bencana gempa dan tsunami. Berdasarkan catatan historis telah terjadi 3 kali gempabumi dan tsunami di Kota Palu dan sekitarnya (Tabel 2), yaitu:

Tabel 2. Sejarah Gempa dan Tsunami di Kota Palu

No.	Tahun	Tinggi Gelombang	Dampak Bencana Tsunami
1.	1927	15 m	Gempabumi berdampak hingga 239 km dari pusat gempa. Korban jiwa dan kerusakan infrastruktur, termasuk Pelabuhan Talise.
2.	1968	10 m	Penurunan dasar laut sedalam 12 meter. Genangan tsunami mencapai 500 m dari garis pantai. Korban jiwa dan kerusakan infrastruktur terbesar dalam sejarah bencana gempa dan tsunami Kota Palu dan sekitarnya.
3.	1996	2 m	Genangan tsunami mencapai 400 meter ke arah daratan. Menimbulkan korban jiwa dan kerusakan infrastruktur, terutama di wilayah Bangkir, Toli-Toli, Tonggolibibi, dan Palu

Sumber: Diolah dari Daryono, 2010 dan Suparto, dkk, 2006

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Permodelan zona genangan tsunami dilakukan dengan mengkombinasikan variabel koefisien kekasaran permukaan, kelerengan, dan variasi ketinggian gelombang tsunami (*run-up*). Variasi *run-up* diperoleh dengan mempertimbangkan sejarah bencana tsunami yang pernah terjadi di Kota Palu. Ketinggian

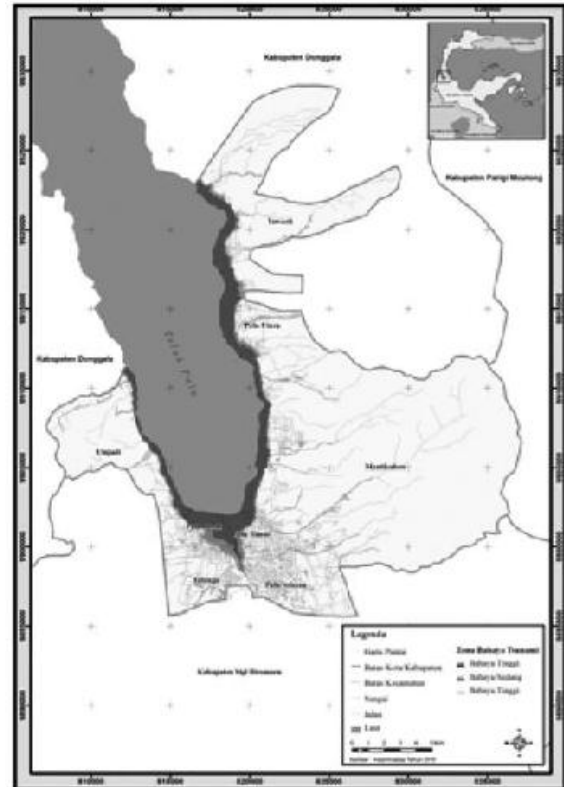
gelombang tsunami tertinggi adalah 15 meter (tahun 1927). Oleh karena itu, ketinggian *run-up* maksimum (15 m) digunakan sebagai *run-up* tertinggi dalam penelitian. Klasifikasi *run-up* tsunami dapat dilihat pada Tabel 3.

Koefisien kekasaran permukaan dipengaruhi oleh penggunaan lahan yang ada di suatu wilayah. Semakin besar nilai kekasaran permukaan, maka laju genangan tsunami semakin lambat dan jangkauan wilayah genangan tsunami menjadi semakin sempit. Berdasarkan penggunaan lahan, Kota Palu didominasi oleh hutan rapat (50,36%). Selain itu, kelerengan juga turut dipertimbangkan dalam permodelan zona genangan tsunami. Wilayah Kota Palu merupakan wilayah datar dengan kelerengan 0-8%, terutama pada Kota Palu bagian barat, yang memanjang dari utara ke selatan.

Selanjutnya, zona bahaya tsunami di Kota Palu dapat diketahui dengan menggunakan fungsi *cost-distance* pada perangkat Arc-GIS. Total luas bahaya tsunami adalah 3.458,54 Ha atau 8,75% dari luas wilayah Kota Palu.

Kecamatan dengan luas bahaya tsunami terbesar adalah Kecamatan Palu Utara, yang mencapai 842,82 Ha. Pada umumnya, kecamatan-kecamatan yang terletak pada pesisir Teluk Palu memiliki tingkat bahaya tsunami yang lebih besar dibandingkan kecamatan yang mengarah ke daratan Pulau Sulawesi. Kecamatan Palu Selatan dan Kecamatan Tatanga memiliki total luas bahaya tsunami yang lebih kecil dibandingkan dengan kecamatan lainnya. Hal ini disebabkan karena semakin menjauhi laut, maka tenaga gelombang tsunami akan semakin berkurang sehingga luas wilayah bahaya tsunami juga akan semakin kecil ke arah daratan. Peta bahaya tsunami Kota Palu ditunjukkan oleh Gambar 3.

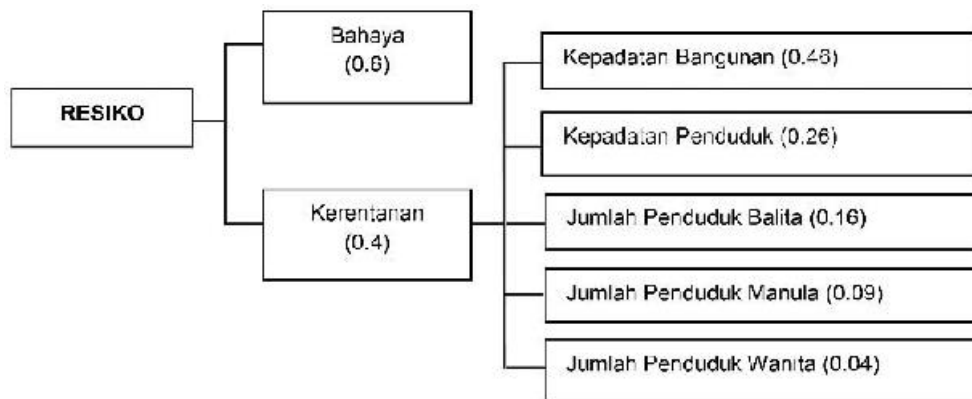
Selanjutnya, proses analisis dilanjutkan dengan analisis kerentanan tsunami. Analisis kerentanan tsunami dilakukan dengan mempertimbangkan variabel kerentanan, yaitu kepadatan bangunan, jumlah penduduk wanita, jumlah penduduk balita, jumlah penduduk manula, serta kepadatan bangunan. Penentuan kawasan yang rentan terhadap bencana tsunami dilakukan dengan SMCE.



Gambar 3. Peta Bahaya Tsunami Kota Palu
Sumber: Hasil Analisis, 2015

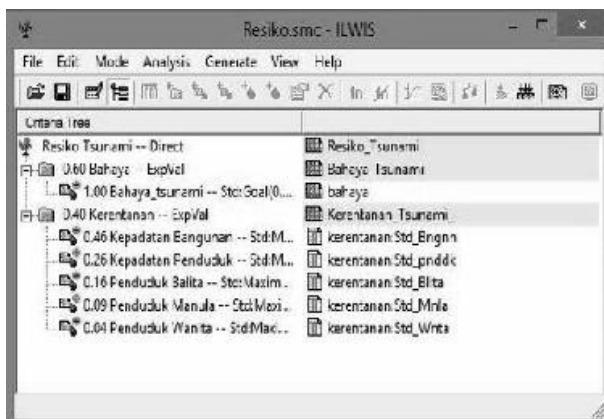
Proses analisis SMCE tersebut adalah:

1. Menstrukturkan tujuan dan variabel dalam bentuk *criteria tree*. *Criteria tree* dapat ditampilkan sebagai berikut
2. Membuat standardisasi. Standardisasi diperlukan untuk menyamakan nilai dari setiap data pada masing-masing variabel menjadi nilai yang bersifat umum. Standardisasi nilai variabel menggunakan rentang nilai antara 0 hingga 1 (Loijen, 2011).
3. Pembobotan dalam penilaian kerentanan diperlukan untuk mengidentifikasi tingkat kepentingan atau prioritas dari setiap variabel yang berpengaruh terhadap kerentanan. Pembobotan dalam ILWIS menggunakan metode *rank ordering*. Miladan, 2009 menyebutkan bahwa faktor fisik sangat berpengaruh terhadap tingkat kerentanan bencana, kemudian diikuti dengan faktor sosial kependudukan. Hal inilah yang menjadi dasar pertimbangan peneliti dalam melakukan pembobotan. Bobot untuk masing-masing variabel dapat dilihat pada *criteria tree* pada Gambar 4.

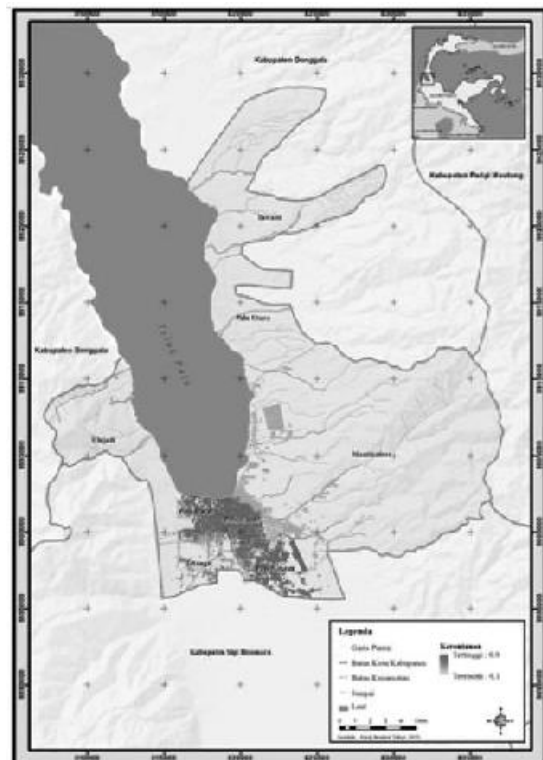


Gambar 4. Criteria Tree
Sumber: Penyusun, 2015

Hasil analisis kerentanan bencana tsunami menunjukkan bahwa total wilayah yang rentan terhadap bencana tsunami adalah 3.590,8 Ha. Tingkat kerentanan tersebut ditunjukkan dalam interval nilai 0 hingga 1, artinya semakin mendekati 1 maka wilayah tersebut semakin rentan terhadap bencana tsunami (Gambar 5). Wilayah yang semakin rentan terhadap tsunami ditunjukkan dengan warna yang semakin merah (Gambar 6). Berdasarkan Gambar 6, diketahui bahwa kerentanan paling tinggi berada di wilayah kecamatan Palu Timur dan Palu Barat dengan nilai mendekati 1, kemudian diikuti oleh wilayah Kecamatan Palu Selatan. Sementara kerentanan rendah tersebar di wilayah bagian utara dan barat Kota Palu.



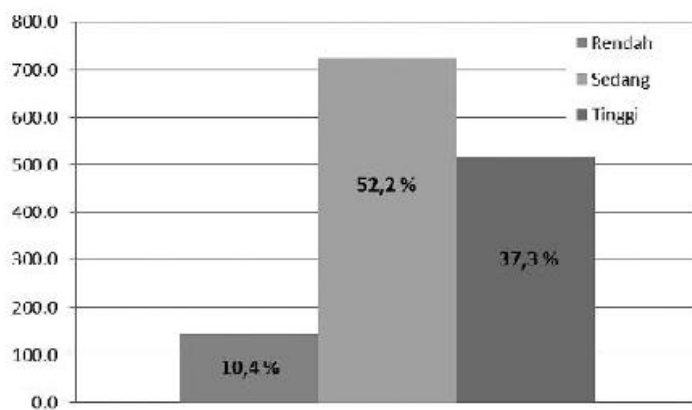
Gambar 5. Tampilan *Criteria Tree* dalam ILWIS
Sumber: Penyusun, 2015



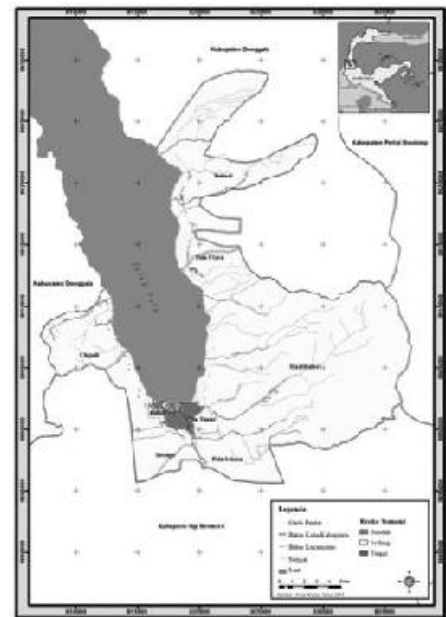
Gambar 6. Peta Kerentanan Tsunami Kota Palu
Sumber: Hasil Analisis, 2015

Untuk menentukan risiko tsunami digunakan 2 input data, yaitu bahaya tsunami dan kerentanan tsunami. Analisis dilakukan dengan menggunakan SMCE (lihat Gambar 1). Nilai bobot untuk masing-masing variabel, yaitu 0.60 (bahaya tsunami) dan 0.40 (kerentanan tsunami). Nilai bobot tersebut diperoleh dari hasil wawancara terhadap institusi yang berwenang, yaitu Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Palu.

Berdasarkan hasil SMCE tahap 2 dapat diketahui klasifikasi dan luas area yang berisiko terkena bencana tsunami. Total luas wilayah yang berisiko tsunami di Kota Palu adalah 1.385,7 Ha. Wilayah yang berisiko tsunami di Kota Palu terbagi menjadi 3 kelas, yaitu risiko rendah (144,3 Ha), risiko sedang (723,9 Ha), dan risiko tinggi (517,6 Ha). Jadi, secara umum dapat diketahui bahwa sebagian besar wilayah di Kota Palu yang berisiko tsunami termasuk dalam kelas risiko sedang dengan persentase 52,2%. Persentase luas wilayah yang berisiko tsunami dan peta risiko tsunami dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7. Persentase Luas Wilayah Risiko Tsunami
Sumber: Hasil Analisis, 2015



Gambar 8. Peta Risiko Tsunami per Kecamatan
Sumber: Hasil Analisis, 2015

Zona risiko tsunami di Kota Palu dapat didetailkan sesuai dengan pembagian wilayah administrasi kecamatan. Hasil pembagian zona risiko tsunami dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 8.

Tabel 3. Luas Wilayah Risiko Tsunami Dirinci per Kecamatan (Ha)

No.	Kecamatan	Luas Wilayah Risiko Tsunami (Ha)			
		Rendah	Sedang	Tinggi	Jumlah
1.	Mantikulore	9.6	217.1	0.0	226.7
2.	Palu Barat	0.2	33.9	312.2	345.1
3.	Palu Selatan	6.5	2.4	0.0	8.9
4.	Palu Timur	0.2	20.2	205.3	225.7
5.	Palu Utara	61.0	215.9	0.0	276.8
6.	Tatanga	8.7	27.7	0.0	37.7
7.	Tawaeli	33.6	80.5	0.0	114.1
8.	Ulujadi	24.6	126.2	0.0	150.8
	Total	144.3	723.9	517.6	1385.7

Sumber: Kota Palu dalam Angka, 2013

Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 8 terlihat bahwa Kecamatan Palu Barat dan Palu Timur memiliki wilayah dengan risiko tsunami yang tinggi sebesar 312,2 Ha dan 205,3 Ha. Sedangkan, Kecamatan Palu Selatan dan Palu Timur memiliki luas wilayah risiko tsunami kecil. Luas wilayah yang berisiko tsunami di kedua kecamatan hanya 0,2 Ha atau 0,13% dari total wilayah risiko tsunami.

4. KESIMPULAN

Risiko bencana tsunami merupakan hasil interaksi antara bahaya (*hazard*) dengan kerentanan (*vulnerability*). Klasifikasi risiko tsunami terbagi menjadi 3 kelas, yaitu risiko kecil, risiko sedang, dan risiko tinggi. Hasil penilaian risiko tsunami menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah Kota Palu yang berisiko tsunami termasuk kelas risiko sedang dengan luas wilayah 723,9 Ha atau 52,2%. Hasil penelitian tersebut dapat dijadikan sebagai bahan masukan bagi Pemerintah Kota Palu dalam mengembangkan rencana mitigasi bencana tsunami. Berdasarkan penelitian diketahui bahwa SMCE juga dapat digunakan sebagai metode dalam penilaian risiko bencana tsunami. Hal ini disebabkan karena SMCE mempertimbangkan variabel kerentanan dan bahaya tsunami dengan pembobotan. Dengan demikian, variabel yang menjadi prioritas akan sangat mempengaruhi hasil akhir penelitian.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami menyadari penyelesaian penelitian penelitian ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan banyak pihak. Oleh karena itu, kami tidak lupa mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

- Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah Kota Palu;
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Palu.

DAFTAR PUSTAKA

1. Daryono. 2011. Tataan Tektonik Dan Sejarah Kegempaan Palu, Sulawesi Tengah. Artikel Kebumihan. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
2. Department of Regional Development and Environment. 1990. Disaster Planning, and Development: Managing Natural Hazard to Reduce Loss. Washington: OAS.
3. Loijen, Joan. 2011. Hazard based Site Selection for Waste Disposal using SMCE. ITC School on Disaster Geo-informations Management.
4. Miladan, Nur. 2009. Kajian Kerentanan Wilayah Pesisir Kota Semarang terhadap Perubahan Iklim. Tesis Magister Pembangunan Wilayah dan Kota, Universitas Diponegoro. Semarang.
5. Oktariadi, Oki. 2009. "Penentuan Peringkat Bahaya Tsunami dengan Metode
6. Analytical Hierarchy Process (Studi kasus: Wilayah Pesisir Kabupaten Sukabumi)" dalam Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 4 No. 2 Juni 2009: 103-116.
7. Pratomo, Rahmat Aris. 2013. Permodelan Tsunami dan Implikasinya terhadap Mitigasi Bencana di Kota Palu. Tesis Magister Pembangunan Wilayah dan Kota, Universitas Diponegoro. Semarang.
8. Sharifi, Mohammed A and Vasilios Retsios. 2004. "Site Selection for Waste Disposal through Spatial Multi Criteria Decision Analysis" dalam Journal of Telecommunications and Information Technology, 3, 2004. Enschede, the Netherlands
9. UU Nomor 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana.
10. Van Westen, C.J., et al. 2011. Multi-hazard Risk Assessment. Enschede, the Netherlands: United Nations University - ITC School on Disaster Geo-informations Management.

PERKEMBANGAN DAN KARAKTERISTIK PERMUKIMAN PADA WILAYAH RAWAN BENCANA GEMPABUMI DI PELABUHAN RATU

Oleh:

Suci Salmaningsih Royeza¹, Supriatna², Eko Kusratmoko³

¹Suci Salmaningsih Royeza, Departemen Geografi, FMIPA UI, Kampus UI Depok 16424

²Supriatna, Departemen Geografi, FMIPA UI, Kampus UI Depok 16424

³Eko Kusratmoko Departemen Geografi, FMIPA UI, Kampus UI Depok 16424

Suci.royeza@gmail.com

Abstrak

Kecamatan Pelabuhan Ratu merupakan wilayah rawan bahaya gempabumi karena berada pada zona subduksi lempeng dan sesar Cimandiri. Sesar Cimandiri merupakan sumber gempa utama kejadian gempa yang ada di Pelabuhan Ratu. Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang analisis perkembangan karakteristik permukiman penduduk pada wilayah rawan gempabumi di Pelabuhan Ratu. Berdasarkan hasil pengolahan citra Landsat pada tahun 1989 hingga 2013, diketahui terjadinya perluasan wilayah pemukiman yang sangat signifikan yaitu dari 588,125 Ha menjadi 1738 Ha. Analisis arah kecenderungan pemukiman menggunakan metode trend surface analyst atau analisis menunjukkan kecenderungan perkembangan pemukiman di Pelabuhan Ratu mengarah ke wilayah dengan tingkat rawan gempa tinggi. Karakteristik pemukiman dilihat dari tiga aspek yaitu kerapatan bangunan, permanensi bangunan dan pola pemukiman. Kerapatan bangunan yang tinggi mendominasi wilayah penelitian, baik itu di wilayah rawan gempa rendah, sedang maupun tinggi. Sedangkan untuk kerapatan bangunan kelas rendah dan sedang juga tersebar di seluruh kawasan rawan gempa, namun dengan porsi yang kecil. Untuk aspek permanensi bangunan, sebanyak 80% pemukiman di wilayah penelitian terdiri dari bangunan permanen yang tersebar di setiap wilayah rawan gempa, sedangkan sisanya merupakan bangunan non permanen. Bangunan non permanen pada umumnya berada di dekat pantai. Untuk pola permukiman, pada wilayah rawan gempa tinggi dan rendah, pola pemukimannya bersifat tersebar, sedangkan pada wilayah rawan gempa sedang pola pemukimannya bersifat memusat.

Kata kunci: Pemukiman, wilayah rawan gempa, perkembangan pemukiman, karakteristik pemukiman.

1. PENDAHULUAN

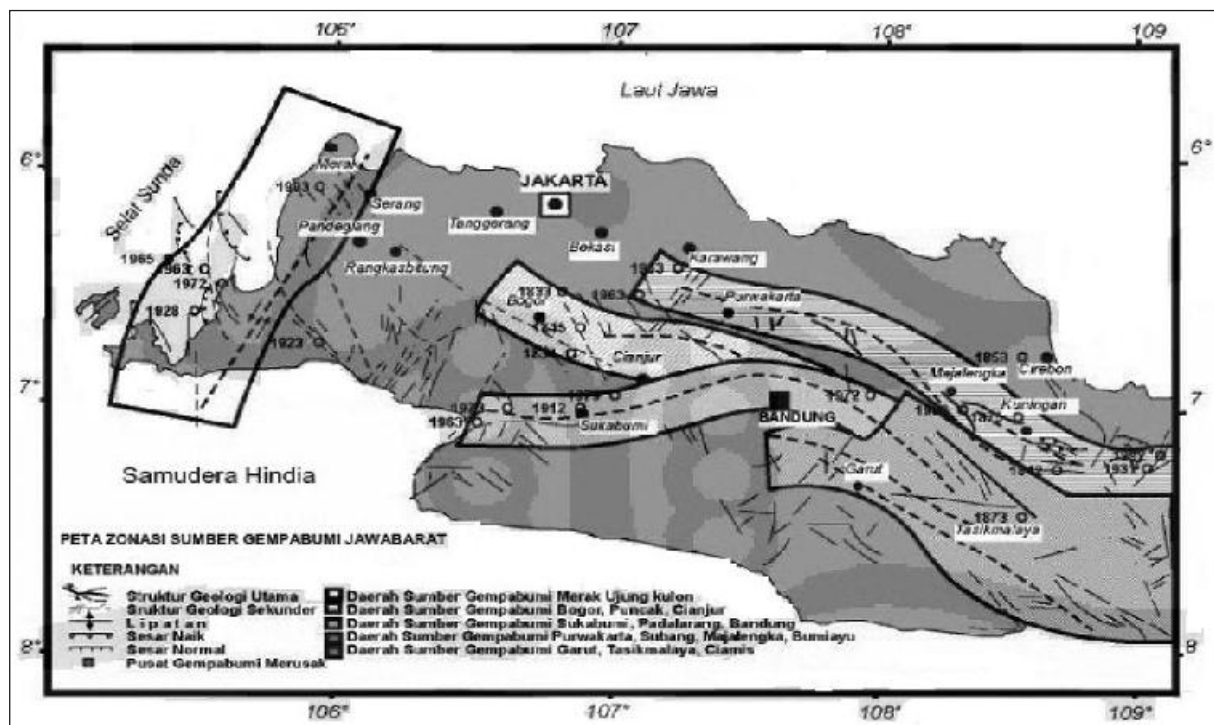
1.1. Latar Belakang

Secara geologi, Indonesia merupakan negara yang unik karena berada diantara tumpukan tiga lempeng besar yang saling menunjam. Aktivitas lempeng yang saling menunjam ini sesuai dengan pendapat seorang ahli yakni Alfred Lothar Wegener (1880-1930) yang menyatakan bahwa lempeng-lempeng yang ada di permukaan bumi bergerak menuju khatulistiwa (Gambar 1). Salah satu wilayah yang rawan terhadap bencana gempabumi adalah wilayah Pelabuhan Ratu karena berada di wilayah subduksi tumbukan Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia. Gerakan-gerakan lempeng ini akan selalu terjadi karena adanya gaya konveksi aktivitas cairan magma dari dalam bumi sehingga pergerakan-pergerakan lempeng akan terus terjadi untuk mencapai posisi yang stabil. Selain itu, unit-unit geomorfologi di kawasan Pelabuhan Ratu berperan besar terhadap kejadian gempa, salah satunya yaitu adanya sesar Cimandiri yang aktivitasnya mempengaruhi gerakan tanah di wilayah pesisir yang tergolong padat penduduk ini.

Gempabumi merupakan gejala geologi yang terjadi secara alami dalam bentuk pergerakan tanah secara vertikal ataupun horizontal. Gempabumi adalah sentakan asli dari bumi yang bersumber dari dalam bumi dan yang merambat melalui permukaan bumi serta menembus bumi (Sandy, 1977). Sebagian besar sumber kejadian gempabumi di Pelabuhan Ratu, diduga berpusat di darat akibat aktivitas atau pergerakan

dari Sesar Cimandiri atau sesar aktif lainnya di sekitar wilayah Pelabuhan Ratu (Soehaimi dkk., 2004). Dari kejadian gempabumi yang merusak tersebut menimbulkan korban luka-luka, retakan tanah, kerusakan sejumlah bangunan bahkan tanah longsor.

Indonesia merupakan negara yang rawan akan bencana alam terutama gempabumi. Oleh karena itu, ketahanan bangunan pada permukiman yang ada di Indonesia harus diperhatikan. Untuk melakukan analisis, terlebih dahulu peneliti melakukan pengamatan tentang perkembangan permukiman yang terjadi di zona rawan gempa, sehingga dapat diketahui arah perkembangan permukiman di Pelabuhan Ratu, apakah mendekati wilayah rawan gempa tinggi atau menjauhi. Hal ini bertujuan untuk mengetahui arah pembangunan permukiman di wilayah rawan gempa yang dilakukan pada masa lampau hingga tahun 2013. Selain mengamati perkembangan permukiman, penelitian ini juga mengamati bagaimana karakteristik permukiman di wilayah rawan gempa yang dilihat dari kepadatan permukiman, permanensi bangunan dan pola permukiman.



Gambar 1. Sumber Gempabumi Wilayah Jawa Barat (Soehaimi dkk., 2004).

2. METODE PENELITIAN

Untuk melihat perkembangan permukiman di Pelabuhan Ratu, maka peneliti menggunakan Citra *Landsat* yang datanya diambil dari situs resmi USGS. Peta Perkembangan Permukiman didapatkan dari hasil pengolahan Citra *Landsat* pada tahun 1989, 1995, 2005, dan 2013. Pengolahan citra ini menggunakan *software ENVI* untuk melakukan klasifikasi tutupan lahan di Pelabuhan Ratu sehingga menghasilkan data *raster* klasifikasi tutupan lahan. Setelah itu data *raster* diolah dengan *software ArcGIS* sehingga didapatkan peta permukiman dalam bentuk *polygon*. Peta permukiman di setiap tahun tersebut dapat menggambarkan perkembangan permukiman di Pelabuhan Ratu dari tahun 1989 hingga 2013. Berdasarkan luas permukiman yang didapatkan, kemudian dilakukanlah perbandingan luasan permukiman untuk menganalisis perkembangan permukiman. Penentuan tahun pengambilan citra berdasarkan terbebasnya dari gangguan awan sehingga peneliti mendapatkan informasi yang terbaik.

Untuk peta rawan gempabumi di Pelabuhan Ratu, didapatkan dari hasil *overlay* data Peta Litologi, Struktur Geologi, Sumber Gempabumi, Intensitas Gempa dan Nilai PGA yang bersumber dari penelitian sebelumnya yaitu Tesis Elite Yasin Sulistyawati (2012) mengenai Zonasi Rawan Bahaya Gempabumi Daerah Pelabuhan Ratu menggunakan Metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*), Jurusan Teknik Geologi Institut Teknologi Bandung.

Dalam mengetahui perkembangan permukiman yang terjadi di wilayah rawan gempa bumi di Pelabuhan Ratu, peneliti menggunakan metode *Trend Surface Analyst* atau Analisis Kecenderungan permukaan. Metode ini merupakan metode matematis untuk menghasilkan data interpolative. *Trend Surface Analyst* merupakan metode yang menghasilkan permukaan yang meminimalisir varian dari permukaan dengan menggunakan nilai *input* di setiap *point*. Data citra diubah dalam bentuk *shp* permukiman dan diproses menggunakan *software* pengolahan data spasial.

Untuk melihat karakteristik permukiman di wilayah rawan gempa bumi di Pelabuhan Ratu, peneliti memiliki tiga variabel yaitu kepadatan permukiman, permanensi bangunan dan pola sebaran permukiman. Pertama yaitu kepadatan permukiman, didapatkan dari Citra *Google Earth* yang didigit menggunakan *software* ArcGIS sehingga menghasilkan Peta Kepadatan Permukiman Pelabuhan Ratu. Perhitungan kepadatan permukiman menggunakan sistem grid dengan menghitung luas permukiman di dalam grid dan dibagi dengan luas grid. Pada penelitian ini luas grid yang digunakan yaitu 500 x 500 meter. Setelah itu, dibuat rentang kelas sehingga dapat diketahui grid atau region yang memiliki kepadatan permukiman rendah, sedang dan tinggi. Kedua yaitu permanensi bangunan, sama dengan peta kepadatan permukiman, Peta Permanensi Bangunan didapatkan dengan mendigitasi ulang hasil survey lapangan dan disesuaikan dengan citra *Google Earth*. Pada peta ini terdapat tiga kelas permukiman yaitu permukiman dengan tingkat permanensi tinggi, sedang dan rendah. Pembagian kelas permanensi bangunan juga menggunakan sistem grid 500 x 500 meter.

Sedangkan untuk menganalisis pola sebaran permukiman penduduk pada wilayah rawan gempa bumi di Kecamatan Pelabuhan Ratu dikaji menggunakan analisis tetangga terdekat atau berdasarkan nilai NNA (*Nearest Neighbor Analysis*). Pada penelitian ini, pola sebaran permukiman dilihat berdasarkan aliran sungai yang membatasi permukiman yang satu dengan permukiman yang lainnya. Analisis tetangga terdekat adalah sebuah analisa untuk menentukan suatu pola permukiman penduduk. Dengan menggunakan perhitungan analisa tetangga terdekat, sebuah permukiman dapat ditentukan polanya, misalnya pola mengelompok (*Clustered*), tersebar (*Random*) ataupun seragam (*Uniform*). Analisa tetangga terdekat memerlukan data tentang jarak antara satu permukiman dengan permukiman yang paling dekat yaitu permukiman tetangganya yang terdekat namun harus memerhatikan *barrier*. Untuk menganalisis pola permukiman pada wilayah rawan gempa di Pelabuhan Ratu, maka digunakanlah *tools* pada ArcGIS yaitu *Average Nearest Neighbor*. Sebelum diolah dengan *tools* tersebut, *polygon* permukiman diubah ke dalam bentuk *point*, sehingga dapat dihitung jarak antar permukiman.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

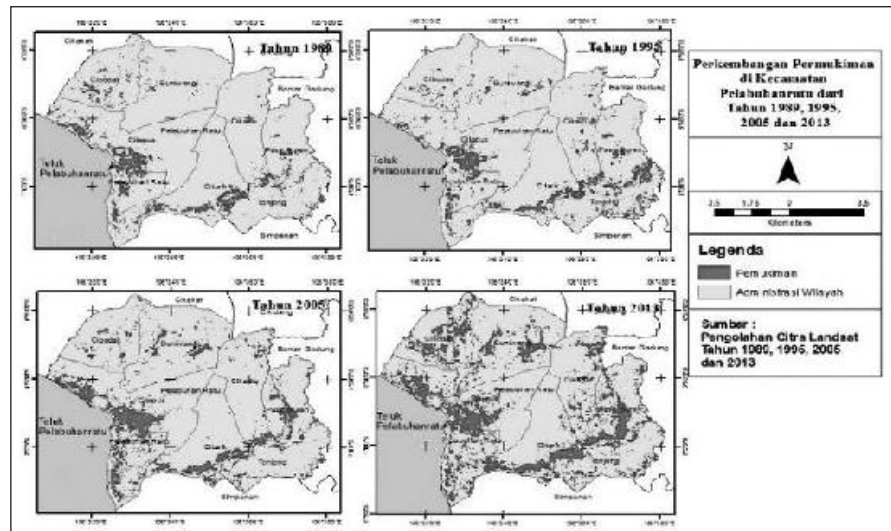
3.1. Perkembangan Permukiman

Keberadaan suatu permukiman dapat mempengaruhi berkembangnya suatu wilayah, dan sebaliknya kegiatan pembangunan dalam suatu wilayah dapat mempengaruhi berkembangnya permukiman. Permukiman berkaitan secara langsung dengan kehidupan dan harkat hidup manusia, faktor yang mempengaruhi perkembangan permukiman salah satunya yaitu jumlah penduduk yang selalu meningkat. Perkembangan penduduk yang pesat tentunya menuntut ruang untuk bermukim. Oleh karena itu perkembangan jumlah penduduk akan sebanding dengan peningkatan luas permukiman.

Gambar 2 merupakan perkembangan permukiman dari tahun 1989, 1995, 2005 dan 2013 yang merupakan hasil pengolahan data Citra *Landsat* di setiap tahun tersebut. Secara umum perkembangan permukiman terjadi di setiap desa dan kelurahan yang ada di Kecamatan Pelabuhan Ratu, dapat dilihat dari perluasan permukiman yang kian meningkat. Pada tahun 1989, terlihat bahwa permukiman yang luas hanya terdapat di Kelurahan Pelabuhan Ratu. Keadaan ini disebabkan karena Kelurahan Pelabuhan Ratu merupakan pusat kota. Selain itu di Kelurahan Pelabuhan Ratu terdapat pasar dan tempat pelelangan ikan sehingga permukiman di kelurahan ini telah lebih dulu berkembang.

Pada tahun 1989 luas permukiman di Kecamatan Pelabuhan Ratu hanya berkisar 588,125 ha, nilai ini bertambah sekitar 23% pada tahun 1995 dengan luas area permukiman sebesar 727 ha. Pada tahun 2005, kawasan permukiman semakin meluas dengan pertambahan luas sebanyak 41% semenjak tahun 1995 dengan luas kawasan permukiman sebesar 1030 ha. Dalam kurun waktu delapan tahun kemudian terjadi pelonjakan luas kawasan permukiman yang cukup signifikan yaitu sekitar 68.73% terbukti pada tahun 2013 kawasan permukiman di Kecamatan Pelabuhan Ratu memiliki luas sekitar 1730 ha. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, pertambahan luas permukiman di suatu daerah dipengaruhi oleh berbagai faktor salah satunya yaitu pertumbuhan jumlah penduduk yang pesat. Selain itu, perluasan wilayah permukiman juga didorong oleh kemajuan kondisi ekonomi di kecamatan ini.

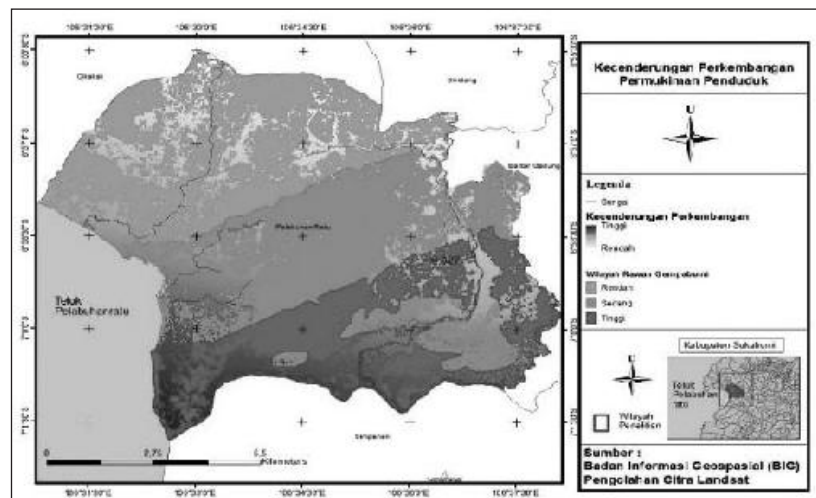
Dari Gambar 3 di bawah dapat dilihat ke arah manakah perkembangan permukiman di Kecamatan Pelabuhan Ratu semenjak tahun 1989 hingga 2013. Peta di atas berdasarkan metode *Trend Surface Analyst* atau Analisis Kecenderungan Permukaan yang menggunakan data permukiman di Kecamatan Pelabuhan Ratu pada tahun 1989, 1995, 2005, dan tahun 2013. Pada Gambar 3 terlihat



Gambar 2. Perkembangan Permukiman pada Tahun 1989, 1995, 2005 dan 2013

bahwa kecenderungan perkembangan permukiman penduduk bergerak dari arah utara ke selatan. Lokasi permukiman di bagian selatan kecamatan ini terletak di wilayah yang dekat dengan bibir pantai dan muara Ci Mandiri. Sedangkan bagian utara merupakan wilayah rawan gempa bumi rendah dan juga memiliki perkembangan permukiman yang tergolong rendah. Hal ini disebabkan oleh morfologi wilayah di bagian utara yang cenderung berbukit dan bergelombang, karena itulah penduduk tidak begitu banyak bermukim di wilayah ini.

Sedangkan pada wilayah rawan gempa bumi sedang yang berada di bagian tengah wilayah penelitian, juga terjadi perkembangan permukiman namun tidak sepesat perkembangan permukiman di bagian selatan yaitu di wilayah rawan gempa tinggi. Hal ini disebabkan karena di bagian tengah ini terdapat Kelurahan Pelabuhan Ratu yang juga menjadi ibukota Kabupaten Sukabumi. Kelurahan Pelabuhan Ratu semenjak dulu sudah terbilang ramai dipadati oleh penduduk. Oleh karena itulah perkembangan permukimannya tidak begitu pesat seperti di wilayah bagian selatan atau wilayah rawan gempa bumi tinggi. Dari kondisi tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwasanya kecenderungan perkembangan permukiman di Kecamatan Pelabuhan Ratu mengarah ke wilayah rawan gempa tinggi yang cenderung berada di bagian selatan Kecamatan Pelabuhan Ratu.



Gambar 3. Kecenderungan Perkembangan Permukiman Penduduk di Pelabuhan Ratu dari Tahun 1989 - 2013

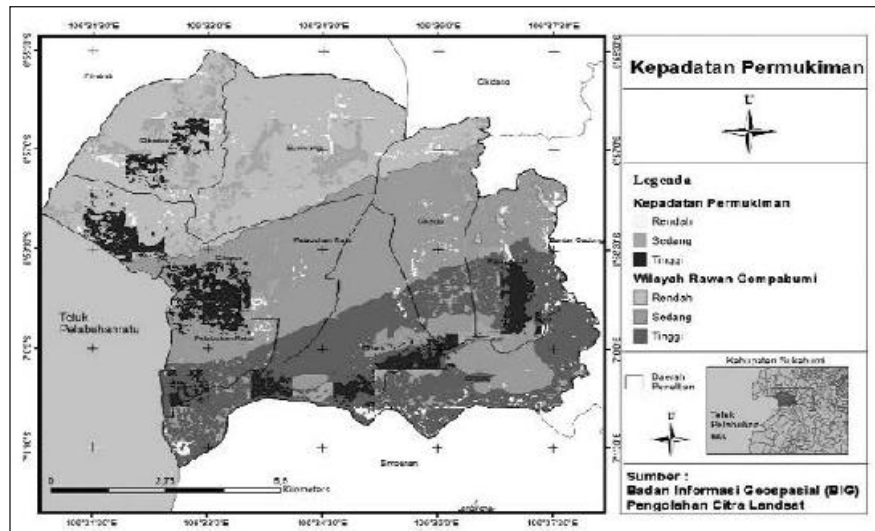
3.2. Karakteristik Permukiman

a. Kepadatan Permukiman

Pada wilayah yang memiliki potensi besar akan bencana gempa bumi, maka salah satu hal penting yang harus diperhatikan adalah kepadatan permukiman yang ada di wilayah tersebut. Hal ini dikarenakan bahwa permukiman dengan bangunan perumahan yang rapat dan padat memiliki risiko yang besar di

saat datangnya bencana gempabumi dengan skala besar karena dapat memakan korban ataupun kerugian material akibat reruntuhan bangunan di suatu permukiman tersebut. Berikut merupakan gambaran kepadatan permukiman penduduk pada wilayah rawan gempabumi di Kecamatan Pelabuhan Ratu.

Pada Gambar 4 di atas dapat dilihat bahwa kepadatan permukiman dari kelas rendah, sedang dan tinggi terdapat di setiap



Gambar 4. Kepadatan Permukiman di Pelabuhan Ratu

kelas wilayah rawan gempabumi di Kecamatan Pelabuhan Ratu. Kepadatan permukiman tinggi di wilayah rawan gempa tinggi terdapat di empat desa yaitu Desa Cibodas, Citepus, Pasirsuren, Citarik, dan sebagian dari Kelurahan Pelabuhan Ratu. Dengan kondisi permukiman yang demikian, maka kelima desa tersebut memiliki risiko yang lebih tinggi saat terjadi gempa dengan skala besar yang dapat merusak bangunan. Pada wilayah rawan gempa sedang, kepadatan permukiman tinggi terpusat di Kelurahan Pelabuhan Ratu, hampir seluruh permukiman di Kelurahan Pelabuhan Ratu memiliki kepadatan yang tinggi. Untuk wilayah rawan gempa rendah juga terdapat kepadatan permukiman yang tinggi yaitu terdapat di Desa Citepus dan Cibodas yang terletak di utara Kecamatan Pelabuhan Ratu. Secara umum terlihat bahwa kepadatan permukiman yang tinggi mendominasi Kecamatan Pelabuhan Ratu. Sedangkan untuk kepadatan permukiman kelas rendah dan sedang juga tersebar di seluruh kawasan rawan gempa, namun dengan porsi yang kecil.

Tabel 1. Luas Kelas Kepadatan Permukiman di Wilayah Rawan Gempabumi

Kepadatan Permukiman	Rawan Gempabumi		
	Tinggi	Sedang	Rendah
Tinggi	219,45	172,425	188,1
Sedang	218,3	188,8	247,8
Rendah	26,565	288,75	346,5

(Sumber : Pengolahan data, 2015)

*satuan = Hektar (ha)

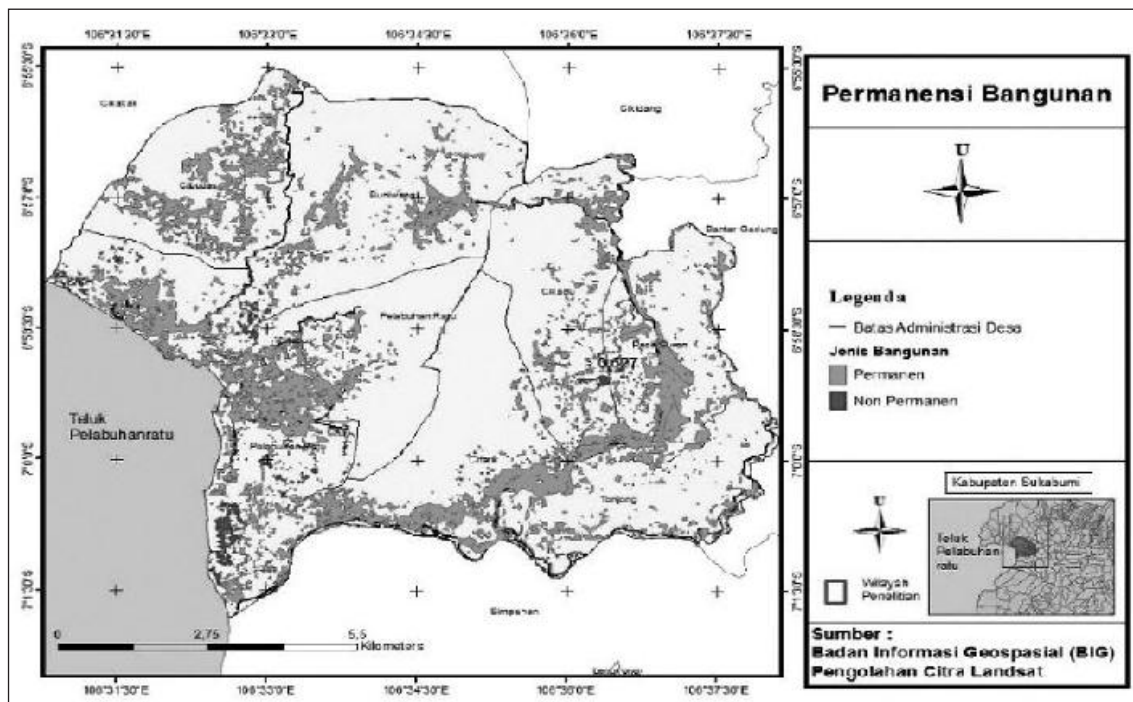
Dari Tabel 1 terlihat bahwa pada wilayah rawan gempa tinggi, permukiman dengan kepadatan tinggi memiliki luas yang paling besar yaitu 219,45 ha. Kondisi ini menandakan bahwa pada wilayah rawan gempa tinggi, permukiman penduduk berkembang dengan pesat. Sedangkan pada wilayah rawan gempabumi rendah, luas kepadatan permukiman yang paling besar yaitu terdapat pada kelas rendah, yaitu sebesar 346,5 ha. Luasnya permukiman dengan kepadatan rendah mengindikasikan bahwa pada wilayah rawan gempa rendah permukiman masyarakat tidak begitu banyak atau jarang.

b. Permanensi Bangunan

Pada hakekatnya bencana gempabumi bukanlah bencana yang mematikan atau membahayakan, tetapi bangunan yang ditempati penduduklah yang menjadi faktor utama sehingga dapat memberikan risiko besar saat terjadi bencana gempa ketika reruntuhan bangunan menimpa penghuninya. Oleh karena itu, konstruksi bangunan harus diperhatikan terutama pada wilayah rawan gempabumi seperti Indonesia dan Pelabuhan Ratu khususnya. Berikut merupakan gambaran permanensi bangunan pada wilayah rawan gempa di Kecamatan Pelabuhan Ratu.

Pada Gambar 5 terlihat bahwa sebagian besar bangunan permukiman di Kecamatan Pelabuhan Ratu merupakan bangunan yang bersifat permanen. Seperti yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya, bangunan dengan konstruksi yang kaku dan keras lebih mudah roboh dan hancur saat terjadi bencana gempa. Pada wilayah rawan gempa tinggi, permukiman non permanen pada umumnya terletak di Desa

Citarik yang berada dekat dengan pantai. Kawasan tersebut merupakan perkampungan nelayan. Bangunan non permanen ini memiliki dinding rumah dari anyaman bambu dan tiang rumah terbuat dari kayu. Jenis bangunan non permanen seperti inilah yang cocok dikembangkan pada wilayah rawan gempa karena memiliki konstruksi yang fleksibel sehingga pada saat adanya getaran yang disebabkan oleh gempa maka tidak mengakibatkan bangunan retak ataupun runtuh.



Gambar 5. Permanensi Bangunan pada Wilayah Rawan Gempa di Pelabuhan Ratu

Pada Tabel 2 terlihat bahwa luas permanensi bangunan kelas tinggi memiliki nilai yang besar, baik di wilayah rawan gempabumi tinggi, sedang ataupun rendah. Salah satu contohnya yaitu pada wilayah rawan gempabumi tinggi, permanensi bangunan tinggi memiliki luas sebesar 378 ha, nilai tersebut sangat jauh berbeda dengan luas permanensi bangunan kelas sedang ataupun rendah. Oleh karena itu, terlihat bahwa bangunan permanen memang mendominasi daerah kajian.

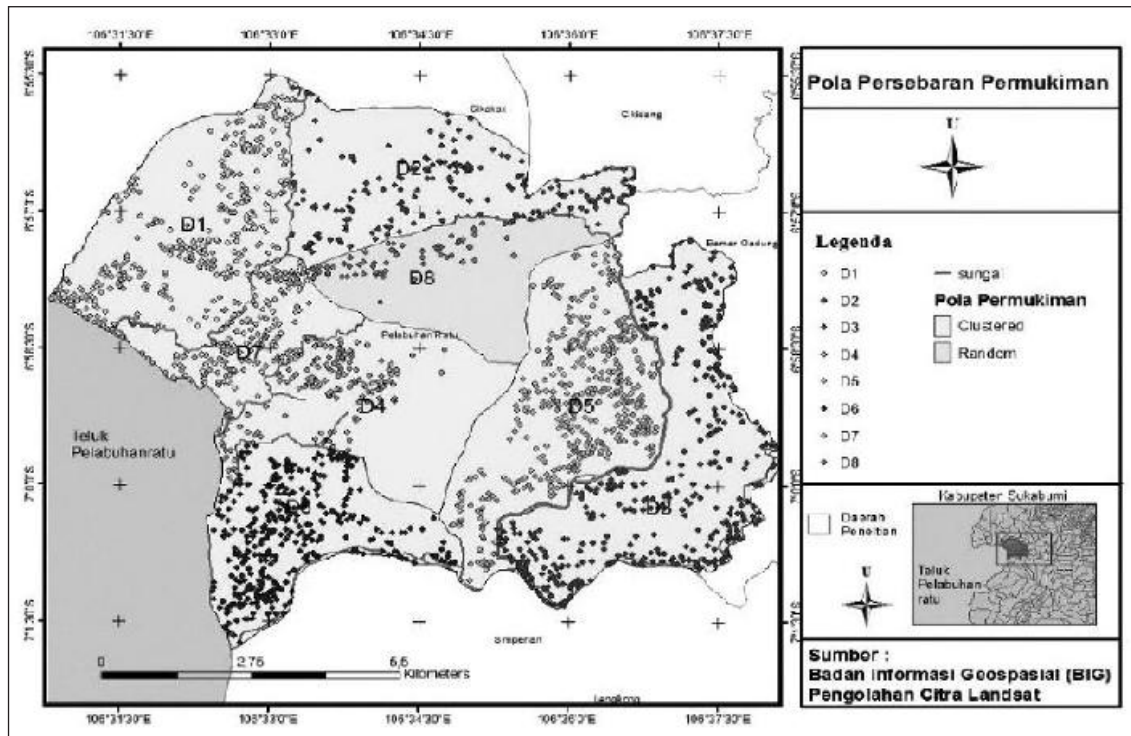
Tabel 2. Luas Permanensi Bangunan Pada Wilayah Rawan Gempabumi

Permanensi Bangunan	Rawan Gempa		
	Tinggi	Sedang	Rendah
Tinggi	378	336	462
Sedang	8,25	24,75	8,25
Rendah	18	32	12

(Sumber : Pengolahan data, 2015) *satuan = Hektar (ha)

c. Pola Permukiman

Pola sebaran permukiman pada wilayah rawan gempabumi di Kecamatan Pelabuhan-anratu dikaji menggunakan analisis tetangga terdekat atau berdasarkan nilai NNA (*Nearest Neighbor Analysis*). Pada penelitian ini, pola sebaran permukiman dilihat berdasarkan aliran sungai yang membatasi permukiman yang satu dengan permukiman yang lainnya. Berikut merupakan peta pola sebaran permukiman di Pelabuhan Ratu.



Gambar 6. Pola Permukiman di Pelabuhan Ratu

Peta pada Gambar 6 di atas merupakan gambaran sebaran permukiman di Pelabuhan Ratu yang direpresentasikan dalam bentuk *point* dengan batas pengelompokan permukiman berdasarkan aliran sungai yang ada di kecamatan ini.

Tabel 3 merupakan hasil dari perhitungan NNA menggunakan *tools ArcGIS*. Pada tabel tersebut diketahui bahwa pola permukiman di wilayah tersebut memiliki *z-score* < 2,58, maka D1 hingga D7 dengan tingkat signifikansi 0,01 dan tingkat kepercayaan 99% maka H_0 ditolak. Hal ini memiliki arti bahwasanya pola sebaran permukiman di wilayah rawan gempa rendah dan tinggi bersifat *Clustered* atau berkelompok. Sedangkan pada wilayah D8 memiliki nilai *z-score* < -1,65, sehingga dengan tingkat signifikansi 0,01 dan tingkat kepercayaan 99% maka H_0 ditolak. Oleh karena itu, pola sebaran permukiman pada wilayah rawan gempa sedang bersifat *Random* atau tidak teratur.

Tabel 3. Pola Sebaran Permukiman Wilayah Rawan Gempa di Pelabuhan Ratu

Wilayah	z-score	Indeks NNA	Pola Sebaran
D1	-7,7	0,8	Clustered / Berkelompok
D2	-7,9	0,7	Clustered / Berkelompok
D3	-12,5	0,7	Clustered / Berkelompok
D4	-5,4	0,8	Clustered / Berkelompok
D5	-10,5	0,7	Clustered/ Berkelompok
D6	-7,3	0,8	Clustered / Berkelompok
D7	-4	0,8	Clustered / Berkelompok
D8	-0,6	0,9	Random / Tersebar

(Sumber : Pengolahan data, 2015)

Jika diperhatikan hampir seluruh permukiman di Daerah Pelabuhan Ratu bersifat *Clustered* atau berkelompok. Karakteristik wilayah permukiman penduduk yang hampir secara keseluruhan masih bersifat perdesaan ditandai terutama oleh ketidakteraturan bentuk fisik rumah. Pola permukimannya cenderung berkelompok membentuk perkampungan yang letaknya tidak jauh dari sumber air, seperti aliran sungai. Pola permukiman perdesaan masih sangat tradisional banyak mengikuti pola bentuk sungai, karena sungai disamping sebagai sumber kehidupan sehari-hari juga berfungsi sebagai jalur transportasi antar wilayah.

Perumahan di tepi kota (desa dekat dengan kota) membentuk pola yang spesifik di wilayah desa kota. Pada wilayah rawan gempa tinggi dan rendah, permukiman tersebar hampir ke seluruh bagian wilayah. Sedangkan untuk wilayah rawan sedang, permukiman terpusat di sekitar Kelurahan Pelabuhan Ratu. Selain itu, jika ditinjau dari segi morfologinya, di bagian tengah wilayah rawan sedang merupakan wilayah perbukitan yang terjal dan kompleks. Oleh karena itu permukiman penduduk cenderung memusat ke arah yang landai yaitu dekat dengan pantai.

4. KESIMPULAN

Perkembangan permukiman terus terjadi dari tahun 1989 hingga 2013. Hal ini terlihat pada luasan area permukiman yang meningkat di setiap tahun. Dari penambahan luas permukiman tersebut, diketahui bahwa kecenderungan perkembangan permukiman mengarah ke wilayah dengan tingkat kerawanan gempa tinggi yang berada di bagian selatan daerah penelitian.

Karakteristik permukiman dilihat dari tiga aspek yaitu kepadatan permukiman, permanensi bangunan dan pola permukiman. Pada wilayah rawan gempa tinggi memiliki kepadatan permukiman yang juga tinggi. Masyarakat cenderung mendirikan permukiman di sepanjang Sungai Cilandir yang merupakan kawasan sesar aktif. Untuk permanensi bangunan, hampir seluruh daerah penelitian didominasi oleh bangunan permanen. Bangunan permanen memberikan risiko yang lebih besar pada saat kejadian gempa. Sedangkan untuk pola permukiman, hampir keseluruhan bersifat *clustered* atau berkelompok. Hal ini menunjukkan bahwa permukiman di Pelabuhan Ratu masih bersifat *rural settlement*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat diselesaikan berkat rahmat dan karunia Allah SWT. Bapak Drs. Supriatna, M.T. dan Bapak Dr. rer. nat. Eko Kusratmoko, M.S. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberi arahan dalam penulisan penelitian ini. Kedua orangtua penulis yang senantiasa memberi doa dan dukungan penuh kepada penulis dalam penyusunan penelitian ini. Para staff di beberapa instansi yang telah memberikan data, serta pihak-pihak lain yang turut membantu selama proses penyusunan skripsi ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hadi, Arif Ismul Hadi., Farid, Muhammad., dan Fauzi, Yulian. (2012). Pemetaan Percepatan Getaran Tanah Maksimum dan Kerentanan Seismik Akibat Gempabumi untuk Mendukung Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW) Kota Bengkulu. Universitas Lampung. Volume 1, nomor 2.
2. Holmers, Arthur. (1965). Principles of Physical Geology. The English Language Book Society and Nelson
3. Firdausi, R.J. (1998). Unit Geomorfologi dan Penggunaan Tanah di Aliran Ci Mandiri Hulu. Depok : Departemen Geografi. FMIPA, Universitas Indonesia.
4. Prihartanto. (2005). Konfigurasi Dasar Untuk Pengembangan Sistem Pendukung Keputusan Penanggulangan Sistem Pendukung Keputusan Penanggulangan Bencana Alam Gempabumi dan Tsunami di Indonesia. Jurnal Alami (air, lahan, lingkungan dan mitigasi bencana) Mitigasi Bencana Gempabumi dan Tsunami, volume 10/2005, (2): 48-52.
5. Ritohardoyo, S. dan Priyono. (2005). "Perkembangan Permukiman dan Perubahan DayaDukung Lingkungan Perdesaan Daerah Aliran Sungai Progo". Forum Geografi, Vol.19, No. 2, Desember 2006. Hlm 127-141.
6. Said, Muhammad. (1987). Analisis Risiko Gempabumi di Pulau Jawa dan Sumatera. Skripsi Mahasiswa Departemen Fisika FMIPA UI, Depok.
7. Saita, J., M.L.P. Bautista, & Y. Nakamura. (2004). On Relationship Between the Estimated Strong Motion Characteristic of Surface Layer and The Earthquake Damage: Case Study at Intramuros. Metro Manila, 13th World Conference on Earthquake Engineering. Paper No. 905, Vancouver, B.C., Canada.
8. Santoso, Eka Widi. (2005). Penataan Ruang Kota Meulaboh Pasca Gempabumi dan Tsunami 26 Desember 2004, Usulan Rekomendasi. Jurnal Alami (air, lahan, lingkungan dan mitigasi bencana) Mitigasi Bencana Gempabumi dan Tsunami, volume 10/2005, (2): 13-17.
9. Sandy, I.M. (1996). Republik Indonesia Geografi Regional. Jakarta : PT. Indograph Bakti.
10. Soehaimi, A., Kertapati, E.K., dan Setiawan, J.H. (2004). Seismotektonik dan Parameter Dasar Teknik Kegempaan Wilayah Jawa Barat, Lokakarya Cekungan Banduung Geodinamika. Bandung : Pusat

Penelitian dan Pengembangan Geologi.

11. Sulistyawati, Elite Yasin. (2012). Zonasi Rawan Bahaya Gempabumi Daerah Pelabuhan Ratu Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Bandung : Institut Teknologi Bandung.
12. Supartoyo., Suparka, E., Abdullah, C.I., dan Sadisun, I.A. (2012). Identifikasi Karakteristik dan Aktivitas Sesar Cimandiri untuk Mendukung Upaya Mitigasi Gempabumi di Kabupaten Sukabumi Provinsi Jawa Barat. *Journal of Earthquake and Active Tectonic*. Vol.1, hal. 31-43.
13. Suranto, Joko Purwoko. (2008). Kajian Pemanfaatan Lahan pada Daerah Rawan Bencana Tanah Longsor di Gununglurah, Colongok, Banyumas. Semarang : Universitas Diponegoro.
14. Tulistyantoro, Lintu. (1990). Pola Permukiman dan Tipologi Bangunan di Kampung Laut. Laporan Penelitian Mata Kuliah Studi Teori Mandiri AR 400. Surabaya: Jurusan Teknik Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Kristen Petra.

TINGKAT KEPUASAN MASYARAKAT TERHADAP PROGRAM REHABILITASI DAN REKONSTRUKSI PERUMAHAN PASCA GEMPA 30 SEPTEMBER 2009 DI PROVINSI SUMATERA BARAT

Oleh:

Taufika Ophiyandri^{a,1,*}, Bambang Istijono^{a,2}, Diah Chairisna^{a,3}, Ade Tadzkia^{a,4}

Pusat Studi Bencana Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163

*Email: t_ophiyandri@yahoo.co.uk

Abstrak

Dalam tiga tahun program rehabilitasi dan rekonstruksi (RR) pasca gempa 30 September 2009 di provinsi Sumatera Barat, pemerintah telah memberikan bantuan RR terhadap 194.636 unit rumah. Model program RR perumahan yang diterapkan mengadopsi model pembangunan berbasis masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana tingkat kepuasan masyarakat terhadap program RR, serta untuk mengidentifikasi apakah terdapat perbedaan tingkat kepuasan masyarakat perkotaan dengan masyarakat pedesaan. Metodologi penelitian yang digunakan adalah dengan melakukan survey kuesioner secara langsung terhadap 100 masyarakat di Kota Padang dan 100 masyarakat di Kabupaten Padang Pariaman. Masyarakat penerima bantuan diminta untuk mengisi tingkat kepuasan berdasarkan 5 nilai skala Likert, antara 1 'tidak puas sama sekali' sampai 5 'sangat puas sekali'. Tingkat kepuasan dinilai terhadap proses pelaksanaan RR yang memiliki 14 indikator, dan tingkat kepuasan terhadap hasil RR dengan 5 indikator. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kepuasan masyarakat terhadap program RR berada pada kondisi rata-rata. Tingkat kepuasan masyarakat kota secara umum adalah sebesar 2,75 sedangkan di desa sedikit lebih tinggi sebesar 2,88. Kemudian, kepuasan masyarakat kota dan desa terhadap proses RR secara berurutan adalah sebesar 2,63 dan 2,75; sedangkan kepuasan terhadap hasil adalah sebesar 2,84 dan 2,95. Disini terlihat bahwa tingkat kepuasan masyarakat desa sedikit lebih tinggi dibandingkan masyarakat kota, dan tingkat kepuasan hasil lebih tinggi dibandingkan tingkat kepuasan proses.

Kata kunci: Rehabilitasi dan rekonstruksi, bantuan perumahan, tingkat kepuasan.

1. PENDAHULUAN

Gempabumi sebesar 7,6 skala Richter yang terjadi pada tanggal 30 September 2009 jam 17.16 WIB telah meluluhlantakkan provinsi Sumatera Barat. Korban jiwa yang ditimbulkan adalah sebesar 1195 jiwa dan perkiraan kerugian dan kerusakan sebesar Rp. 15,41 trilyun. Selain korban jiwa, dampak lainnya adalah terganggunya perekonomian dan kerusakan pada gedung perkantoran, fasilitas pendidikan, fasilitas kesehatan, tempat ibadah, pasar, jembatan, jalan dan rumah masyarakat. Total kerusakan rumah masyarakat adalah sebanyak 249.833 unit rumah. Rincian kerusakan rumah berdasarkan tingkat kerusakan adalah sebagai berikut: rusak berat sebanyak 114.797 unit, rusak sedang 67.198 unit, dan rusak ringan sebanyak 67.838 unit (Pranoto et al., 2011).

Kebijakan yang diambil pemerintah dalam melakukan rehabilitasi dan rekonstruksi (RR) rumah di Sumatera Barat adalah dengan mengimplementasikan model RR berbasis komunitas (*community based*). Di Indonesia, model ini pernah diterapkan sebelumnya di RR Aceh pasca gempabumi dan tsunami 2004, dan RR Yogyakarta dan Jawa Tengah pasca gempabumi 2006. Dalam metoda ini, komunitas atau masyarakat berperan penting dalam pelaksanaan RR terhadap rumah mereka.

Kesuksesan suatu program RR pasca gempa sering ditentukan dengan melihat berhasil atau tidaknya RR dalam sektor perumahan. Hal ini disebabkan karena setelah masa tanggap darurat selesai, maka korban gempa ingin segera untuk kembali ke kehidupan normal. Salah satu cara untuk kembali ke kehidupan normal diawali dengan tersedianya rumah, yang merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia. Jika

korban bencana masih tinggal di *shelter* atau menumpang pada sanak keluarganya, tentu akan sangat sulit bagi mereka untuk beraktifitas seperti sedia kala.

RR sektor perumahan dapat digolongkan sebagai proyek konstruksi. Dalam proyek konstruksi, kesuksesan ditentukan dengan tercapainya tujuan proyek, yaitu penyelesaian proyek yang tepat waktu, biaya yang tidak melebihi anggaran yang disediakan, dan kualitas yang sesuai dengan yang diharapkan. Mengingat bahwa RR perumahan langsung bersinggungan dengan korban bencana, maka satu variabel lain yaitu faktor kepuasan perlu menjadi suatu parameter kesuksesan suatu program RR. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sejauh mana tingkat kesuksesan ditinjau dari tingkat kepuasan masyarakat terhadap program RR perumahan pasca gempa 30 September 2009 di Sumatera Barat.

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh UNSYIAH dan UN Habitat (2006) pasca RR Aceh menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tingkat kepuasan masyarakat perkotaan jika dibandingkan dengan masyarakat pedesaan. Penelitian ini juga ingin mengetahui sejauh mana perbedaan tingkat kepuasan masyarakat perkotaan dibandingkan dengan masyarakat pedesaan pasca RR di Sumatera Barat.

Index Rawan Bencana Provinsi Sumatera Barat

Sumatera Barat merupakan salah satu provinsi yang sangat rawan terhadap bencana. Menurut BNPB (2011) dalam buku Indeks Rawan Bencana Indonesia (IRBI), kerawanan Provinsi Sumatera Barat berada pada peringkat ke 6 dari seluruh provinsi yang ada di Indonesia dengan klasifikasi tinggi. Lebih lanjut 19 Kabupaten/Kota di Sumatera Barat juga mempunyai kelas kerawanan tinggi seperti yang terlihat pada Tabel 1 di bawah ini. Sedangkan jenis bencana yang sering terjadi di Sumatera Barat diantaranya adalah banjir, gempabumi, tsunami, kebakaran permukiman, kekeringan, cuaca ekstrem, longsor, gunungapi, dan abrasi. Diantara sekian banyak bencana yang bisa terjadi di Sumatera Barat, gempabumi adalah bencana yang paling mematikan dan membawa banyak kerugian. Dalam 10 tahun terakhir, gempa yang cukup besar terjadi pada tahun 2007 dan tahun 2009.

Tabel 1. IRBI Provinsi Sumatera Barat

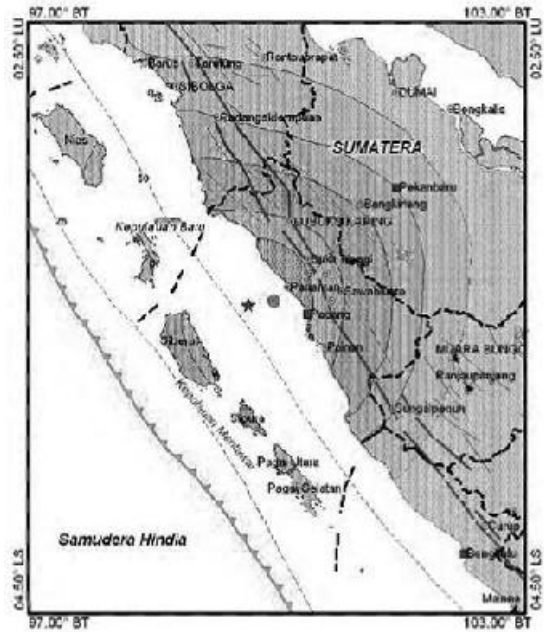
Kabupaten	Skor	Kelas Rawan	Rangking Nasional
Kota Padang	119	Tinggi	10
Padang Pariaman	98	Tinggi	30
Solok	96	Tinggi	36
Agam	94	Tinggi	37
Tanah Datar	89	Tinggi	51
Pesisir Selatan	82	Tinggi	74
Kota Padang Panjang	77	Tinggi	105
Pasaman	76	Tinggi	113
Lima Puluh Koto	76	Tinggi	114
Kepulauan Mentawai	73	Tinggi	138
Sijunjung	72	Tinggi	143
Pasaman Barat	64	Tinggi	179
Kota Pariaman	56	Tinggi	242
Kota Bukittinggi	56	Tinggi	243
Kota Solok	52	Tinggi	270
Kota Payakumbuh	52	Tinggi	271
Dharmasraya	45	Tinggi	332
Solok Selatan	44	Tinggi	341
Kota Sawahlunto	44	Tinggi	342

Sumber : BNPB (2011)

Dampak Gempa 30 September 2009

Gempa 30 September 2009 yang terjadi di Sumatera Barat merupakan gempa subduksi pada lempeng tektonik di Samudera Hindia di bawah Lempeng Asia Pasifik. Pusat gempa seperti yang ditunjukkan Gambar 1 berlokasi pada koordinat 0.84 Lintang Selatan dan 99.65 Bujur Timur, 57 km dari pantai Pariaman, pada kedalaman 71 km.

Gempa ini mengakibatkan kerusakan di 12 Kota/Kabupaten yang ada di Sumatera Barat. Daerah yang mengalami kerusakan parah adalah Kota Padang, Kota Pariaman, Kabupaten Padang Pariaman, dan Kabupaten Agam. Secara rinci dampak gempa ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3. Tabel 2 menunjukkan dampak negatif dari gempa 30 September 2009, sedangkan Tabel 3 menunjukkan dampak kerusakan khusus di sektor perumahan berdasarkan wilayah terdampak.



Gambar 1. Pusat gempa 30 September 2009 di Sumatra Barat (Source: Volcanological Survey of Indonesia, <http://vsi.esdm.go.id>).

Tabel 2. Jumlah Korban dan Dampak Gempa 30 September 2009

Jumlah korban dan dampak	Jumlah
Korban jiwa	1.195 orang
Korban luka berat	619 orang
Korban luka ringan	1.179 orang
Korban hilang	2 orang
Rumah rusak berat	114.797 unit
Rumah rusak sedang	67.198 unit
Rumah rusak ringan	67.838 unit
Gedung perkantoran rusak	442 unit
Fasilitas pendidikan rusak	4.748 unit
Fasilitas kesehatan rusak	153 unit
Fasilitas tempat ibadah rusak	2.851 unit
Pasar rusak	58 unit
Jembatan rusak	68 unit

Sumber: Pranoto et al. (2011)

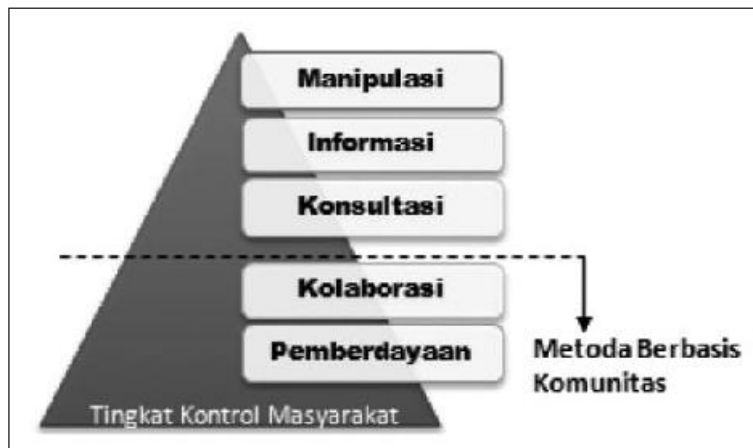
Tabel 3. Data Rumah Rusak Akibat Gempa di Sumatera Barat 30 September 2009

No.	Kabupaten/Kota	Data Rumah Rusak			
		Rusak Berat	Rusak Sedang	Rusak Ringan	Total
1.	Kota Padang	33.597	35.816	37.615	107.028
2.	Kab. Padang Pariaman	57.931	16.291	12.945	87.167
3.	Kota Pariaman	6.685	4.115	2.605	13.028
4.	Kabupaten Agam	11.796	3.797	4.353	19.946
5.	Kab. Pesisir Selatan	1.156	3.596	5.510	10.262
6.	Kabupaten Solok	145	243	357	745
7.	Kab. Kepulauan Mentawai	3	0	136	139
8.	Kab. Pasaman Barat	3.240	3.046	2.862	9.148
9.	Kab. Pasaman	197	13	931	9.148
10.	Kota Padang Panjang	17	164	413	594
11.	Kota Solok	2	2	6	10
12.	Kabupaten Tanah Datar	28	115	105	248
	Jumlah	114.797	67.198	67.838	249.833

Sumber: Pranoto et al. (2011)

Metode RR Berbasis Komunitas (*Community Based Method*)

Jha (2010) menyatakan bahwa rekonstruksi berbasis masyarakat/komunitas dapat berupa bantuan keuangan atau material yang disalurkan melalui organisasi masyarakat yang secara aktif terlibat dalam pengambilan keputusan dan pengelolaan pembangunan. Mengacu kepada model keterlibatan masyarakat yang diajukan oleh Davidson et al. (2007), Ophiyandri et al. (2010) menyatakan bahwa dalam rekonstruksi rumah pasca bencana suatu program dapat disebut sebagai program yang berbasis komunitas adalah apabila keterlibatan masyarakat berada pada tingkat dalam bentuk kolaborasi atau pemberdayaan (Gambar 2).



Gambar 2. Level Minimum Partisipasi Masyarakat Dalam Metoda Berbasis Komunitas.

Metode RR berbasis komunitas ini telah diterapkan pada beberapa negara yang terkena bencana, seperti di India, Srilanka, Turki, dan Indonesia. Banyak sekali keuntungan yang didapatkan dengan penerapan metode RR berbasis komunitas, diantaranya adalah rasa memiliki yang tinggi dari korban bencana terhadap program RR yang dilaksanakan, dapat membangun kembali jaringan sosial di masyarakat, akuntabilitas yang tinggi, dapat mengurangi korupsi, dan sesuai dengan budaya dan adat istiadat setempat. Akan tetapi, model RR berbasis komunitas ini juga memiliki kekurangan seperti membutuhkan waktu prarekonstruksi yang

cukup lama dibandingkan dengan metode yang berbasis kontraktor dan kurangnya pemahaman tentang bagaimana seharusnya program RR berbasis komunitas ini diimplementasikan.

Pelaksanaan RR Perumahan di Sumatera Barat

Dalam RR Sumatera Barat, pemerintah membentuk suatu badan yang dinamakan Tim Pendamping Teknis (TPT) yang bertujuan untuk memperkuat pemerintah daerah dalam pendataan, perencanaan, pendanaan, fasilitasi dan koordinasi, pengawasan, monitoring, dan evaluasi RR. Tugas TPT ini diantaranya adalah untuk membuat strategi dan kebijakan operasional RR. Pelaksanaan RR sendiri melibatkan unsur pemerintahan daerah dari level provinsi sampai yang terendah di Kecamatan/Kelurahan/Nagari. Masyarakat dalam pelaksanaan RR membentuk suatu kelompok masyarakat (POKMAS) yang terdiri dari 20-25 kepala keluarga. POKMAS akan didampingi oleh fasilitator yang bertugas membantu POKMAS baik dalam administrasi maupun teknis pembangunan rumah.

Secara umum RR perumahan dilaksanakan dalam 4 tahapan, dimulai pada tahun 2009 sampai tahun 2012 dengan sumber pembiayaan berasal dari APBN. Dikarenakan terbatasnya dana yang tersedia, maka dana bantuan perumahan hanya bersifat stimulus. Masyarakat yang rumahnya rusak berat mendapat bantuan Rp. 15 juta, dan rumah rusak sedang sebesar Rp. 10 juta. Dana bantuan ini disalurkan (ditransfer) langsung ke rekening POKMAS. Selanjutnya POKMAS yang akan mendistribusikan ke anggotanya. Pencairan dana dilakukan dalam dua tahap, tahap 1 sebesar 50% dari dana bantuan yang ditetapkan dan tahap 2 sebesar 50% dicairkan setelah pekerjaan mencapai minimal 30% dari bantuan dana tahap I.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode survey. Pemilihan metode ini dilakukan karena metode ini dianggap paling cocok untuk bisa menjawab *research questions* yang diajukan dan mencapai tujuan yang diinginkan. Mengacu pada Yin (2009), metode survey paling cocok digunakan apabila suatu penelitian memiliki pertanyaan yang lebih mengarah kepada 'what', 'how many', dan 'how much'. Penelitian ini melibatkan pertanyaan seperti yang didefensikan oleh Yin tersebut. Karena tidak memungkinkan bagi peneliti untuk melakukan survey terhadap keseluruhan populasi maka dilakukanlah metode *sampling*, dengan menerapkan metode *probability sampling*. Jenis yang digunakan adalah metode *multi stage random sampling* dengan *area probability* dan *cluster random sampling*. Pemilihan *sampling* secara bertingkat dilakukan pertama dengan memilih wilayah pelaksanaan survey, satu wilayah kota dan satu wilayah pedesaan (Kabupaten). Pemilihan dilakukan pada dua daerah yang paling banyak terdampak bencana, yaitu Kota Padang dan Kabupaten Padang Pariaman masing-masing sebesar 100 sampel. Untuk Kota Padang penelitian dilakukan di Kecamatan Padang Utara dan Kecamatan Koto Tangah, sedangkan untuk Kabupaten Padang Pariaman dilakukan di Kanagarian Sungai Sariak.

Kuesioner penelitian terdiri dari dua bagian utama, pertama adalah deskripsi responden dan kedua adalah pertanyaan tentang tingkat kepuasan. Deskripsi diri responden diantaranya terdiri dari pertanyaan tentang jenis kelamin, umur, pekerjaan, jumlah bantuan yang diterima dsb. Sedangkan untuk pengukuran tingkat kepuasan digunakan metode *Likert scale*: 1 (sangat tidak puas), 2 (tidak puas), 3 (puas), 4 (sangat puas), dan 5 (sangat puas sekali). Tingkat kepuasan diukur terhadap proses selama rekonstruksi (14 variabel) dan terhadap hasil rekonstruksi itu sendiri (5 variabel). Selain itu juga ditanyakan tingkat kepuasan responden secara umum terhadap pelaksanaan RR perumahan di Sumatera Barat.

Sebelum kuisisioner disebar ke masyarakat maka dilakukan pengujian kuisisioner untuk melihat tanggapan dan pendapat dari masyarakat apakah perlu adanya perubahan atau tidak terhadap isi kuisisioner dan juga untuk menentukan metoda yang akan digunakan dalam penyebaran kuisisioner. Kuisisioner diujicoba pada 3 responden. Dari hasil penyebaran kuisisioner tersebut diketahui bahwa responden terkesan asal-asalan apabila kuisisioner diserahkan langsung ke responden. Oleh karena itu metode pengumpulannya diubah dengan membacakan pertanyaan kuisisioner secara langsung, responden menjawab pertanyaan jawaban yang telah disediakan secara lisan, lalu peneliti mengisikan jawab tersebut ke kuisisioner. Penyebaran kuisisioner dilakukan pada bulan September 2014 sampai Oktober 2014. Waktu pelaksanaan survei umumnya adalah pada hari Sabtu atau Minggu mengingat pada hari tersebut adalah hari libur dan diharapkan masyarakat berada di rumahnya. Data yang telah terkumpul kemudian *diinput* ke dalam Microsoft Excel untuk selanjutnya dilakukan analisa statistik deskriptif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Demografi Responden

Tabel 4 memperlihatkan demografi responden pada kedua lokasi penelitian. Terlihat bahwa sebagian besar responden adalah perempuan (77%) dan umur dominan antara 40-55 tahun. Tingkat pendidikan responden pada umumnya adalah tamatan SMA di Kota Padang (35%) dan SD di Kabupaten Padang Pariaman (35%). Jenis pekerjaan paling dominan adalah tidak bekerja (termasuk di dalamnya ibu rumah tangga).

Terkait dengan dampak gempa 30 September 2011 terhadap rumah responden, mayoritas responden di Kota Padang dan Kabupaten Padang Pariaman menyatakan bahwa rumah mereka membutuhkan biaya RR sebesar Rp. 20-50 juta. Lebih lanjut, 66% responden di Kota Padang menyatakan bahwa biaya kerusakan rumah mereka adalah lebih dari Rp. 15 juta, dan 86 % di Kabupaten Padang Pariaman. Sedangkan jumlah responden yang menerima besar bantuan untuk rumah rusak sedang (Rp. 10 juta) dan rusak berat (Rp. 15 juta) di Kota Padang adalah sebanyak 55 orang dan 45 orang secara berurutan. Untuk Kabupaten Padang Pariaman jumlahnya adalah sebanyak 31 orang menerima bantuan Rp. 15 juta dan 69 orang menerima bantuan 15 juta. Pada umumnya 43% responden di Kota Padang menerima bantuan setelah lebih dari 2 tahun, sedangkan di Kabupaten Padang Pariaman (40%) menerima dalam periode 12-24 bulan.

Tabel 4. Demografi Responden Berdasarkan Lokasi Responden

Deskripsi	Lokasi Responden	
	Padang	Padang Pariaman
1. Jenis Kelamin Responden:		
Laki-Laki	26	20
Perempuan	74	80
2. Umur Responden:		
17 - 25 Tahun	6	6
25 - 40 Tahun	24	31
40 - 55 Tahun	37	39
> 55 Tahun	33	24
3. Tingkat Pendidikan:		
Tidak Sekolah	6	12
SD	13	35
SMP	17	11
SMA	35	33
D3 (Akademi)	13	1
S1 (Universitas)	13	8
S2 (Universitas)	3	0
4. Jenis Pekerjaan Responden:		
Tidak Bekerja	37	50
Petani	1	18
Pegawai Negeri	12	4
Dagang/Wirausaha	20	19
Buruh	4	1
BUMN	4	0
Nelayan	6	0
Lainnya	19	8

5. Besar Pendapatan rata-rata/ bulan:		
< Rp. 1 Juta	17	37
Rp. 1-2 Juta	29	41
Rp. 2-3 Juta	10	9
Rp. 3-5 Juta	30	11
Rp. 5-10 Juta	12	2
> Rp. 10 Juta	2	0
6. Perkiraan biaya kerusakan rumah:		
< Rp. 5 Juta	3	1
Rp. 5 - 10 Juta	22	4
Rp. 10 - 15 Juta	9	9
Rp. 15 - 20 Juta	6	22
Rp. 20 - 50 Juta	39	40
> Rp. 50 Juta	21	24
7. Besar bantuan yang diterima:		
Rp. 10 Juta	55	31
Rp. 15 Juta	45	69
8. Kapan bantuan diterima :		
< 6 bulan	13	5
6 bulan - 12 bulan	22	23
12 bulan - 24 bulan	22	40
> 24 bulan	43	31

Tingkat Kepuasan di Kota Padang

Secara umum terlihat bahwa tingkat kepuasan masyarakat terhadap program RR perumahan di Kota Padang berada pada level rata-rata. Untuk seluruh indikator baik pada kepuasan dalam proses rekonstruksi maupun pada hasil rekonstruksi nilainya lebih rendah dari 3. Rata-rata tingkat kepuasan masyarakat Kota Padang dalam proses rekonstruksi adalah sebesar 2,63. Tingkat kepuasan paling tinggi pada kelompok ini tercapai pada kepuasan terhadap proses identifikasi kerusakan rumah (2,80), diikuti oleh kepuasan terhadap penyampaian informasi dan sosialisasi tentang program RR pada penerima bantuan dan keterlibatan/partisipasi dalam rekonstruksi (masing-masing sebesar 2,79). Sedangkan tingkat kepuasan paling rendah adalah pada indikator jumlah dana bantuan yang disediakan pemerintah (2,32) dan ketersediaan tenaga kerja (2,52). Hal ini dapat dimaklumi karena jumlah bantuan maksimal yang diberikan oleh pemerintah lebih rendah daripada rata-rata kebutuhan RR yang dikeluarkan masyarakat. Akibatnya masyarakat menggunakan dana pribadi atau memilih melakukan rekonstruksi sesuai dana yang ada dengan cara hanya sebagian dari rumah yang benar-benar perlu dilakukan perbaikan.

Indikator tingkat kepuasan hasil rekonstruksi sedikit lebih baik daripada indikator kepuasan proses rekonstruksi. Rata-rata tingkat kepuasan terhadap hasil rekonstruksi adalah sebesar 2,84. Tingkat kepuasan paling tinggi adalah masyarakat merasa bahwa rumah yang telah mereka bangun terasa lebih nyaman dibandingkan sebelumnya, diikuti oleh perasaan lebih tahan terhadap gempa. Sedangkan tingkat kepuasan terhadap janji-janji yang pernah diberikan oleh pemerintah, nilai kepuasannya adalah yang terendah yaitu sebesar 2,65. Secara umum masyarakat menilai bahwa tingkat kepuasan mereka terhadap program RR di Kota Padang adalah sebesar 2,75.

Tingkat Kepuasan di Kabupaten Padang Pariaman

Secara umum rata-rata tingkat kepuasan masyarakat terhadap program rekonstruksi berbasis masyarakat di Kabupaten Padang Pariaman adalah sebesar 2,88. Sama halnya dengan yang terjadi Kota Padang, rata-rata tingkat kepuasan pada proses rekonstruksi adalah sebesar 2,75, lebih kecil daripada tingkat kepuasan pada rumah hasil RR yang sebesar 2,95.

Indikator yang memiliki tingkat kepuasan yang paling rendah pada proses rekonstruksi adalah jumlah

bantuan dana yang diberikan pemerintah ke masyarakat korban bencana (2,54). Sedangkan yang paling tinggi tingkat kepuasannya adalah kepuasan terhadap proses identifikasi kerusakan rumah (2,89).

Tiga dari lima indikator hasil rekonstruksi berada sedikit lebih baik daripada rata-rata. Indikator ini berhubungan dengan persepsi korban bencana terhadap rumah yang dibangun terasa lebih nyaman (3,07), terasa lebih bagus (3,06), dan terasa lebih tahan gempa (3,03) daripada rumah yang mereka tempati sebelumnya. Hal ini mengindikasikan bahwa telah tercapainya prinsip *building back better* menurut persepsi masyarakat.

Cross Case Analysis

Analisis terhadap tingkat kepuasan masyarakat di Kota Padang dan Kabupaten Padang Pariaman menunjukkan bahwa masyarakat Kabupaten Padang Pariaman (desa) lebih puas terhadap program RR perumahan dibandingkan masyarakat Kota Padang. Seperti yang terlihat pada Tabel 5, dari total 19 indikator kepuasan, hanya pada satu indikator masyarakat kota lebih tinggi tingkat kepuasannya dibandingkan masyarakat desa, yaitu dalam hal ketersediaan informasi dan sosialisasi program RR. Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat yang hidup di kota mempunyai akses informasi yang lebih mudah dibandingkan masyarakat desa. Selanjutnya ini juga harus menjadi perhatian pemerintah untuk pemerataan akses informasi ke setiap lapisan masyarakat. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian UNSYIAH dan UN-HABITAT (2006) pasca tsunami di Aceh. Karena pada umumnya kepuasan masyarakat Kabupaten Padang Pariaman lebih tinggi daripada masyarakat Kota Padang, maka tingkat kepuasan terhadap proses rekonstruksi dan hasil rekonstruksi hasilnya juga demikian.

Tabel 5. Rata-rata Tingkat Kepuasan Masyarakat Terhadap Program Rekonstruksi

Indikator Kepuasan		Total Rata-rata	Rata-rata Tingkat Kepuasan Pada Tiap daerah				
A. Proses Rekonstruksi			1	2	3	4	5
1.	Informasi dan sosialisai tentang program rekon	2.73					
2.	Waktu dimulainya program rekonstruksi	2.60					
3.	Proses identifikasi kerusakan rumah	2.80					
4.	Proses identifikasi penerima bantuan	2.67					
5.	Keterlibatan/partisipasi dalam rekonstruksi	2.84					
6.	Kerjasama masyarakat dalam rekonstruksi	2.71					
7.	Terpenuhinya keinginan masyarakat	2.71					
8.	Jumlah dana bantuan yang disediakan	2.45					
9.	Kemudahan administrasi/proses pencairan dana	2.81					
10.	Peran pemerintah dalam proses rekonstruksi	2.71					
11.	Peran Tim Pendamping Masyarakat (TPM)	2.74					
12.	Peran fasilitator dalam proses rekonstruksi	2.67					
13.	Ketersediaan tenaga kerja (tukang)	2.56					
14.	Pengalaman dan keahlian tenaga kerja (tukang)	2.66					
B. Hasil Rekonstruksi							
15.	Rumah terasa lebih tahan terhadap gempa	2.97					
16.	Rumah terasa lebih nyaman	2.99					
17.	Rumah kualitasnya lebih bagus	2.98					
18.	Rumah telah sesuai dengan keinginan	2.84					
19.	Terpenuhinya jani yang diberikan pemerintah	2.74					
C. Kepuasan Secara Umum		2.82	Padang = 2.75; Padang Pariaman = 2.88				

Secara umum, berdasarkan analisis terhadap 200 responden diketahui bahwa tingkat kepuasan masyarakat adalah sebesar 2,82. Penilaian terhadap tingkat kepuasan pada proses rekonstruksi adalah sebesar 2,69 sedangkan terhadap hasil adalah sebesar 2,90. Lebih rendahnya nilai proses dibandingkan

nilai hasil bisa menjadi masukan bagi pemerintah untuk tidak hanya terpaku pada penilaian *output* dari suatu program. Pada program RR yang berbasis masyarakat, proses yang dilakukan selama rekonstruksi juga sangat memegang peranan penting. Hal ini dikarenakan, pada proses rekonstruksi inilah banyak keuntungan program berbasis komunitas yang bisa didapat, seperti dapat meningkatkan kebersamaan antar masyarakat.

Pada kedua daerah terlihat bahwa tingkat kepuasan yang paling rendah terjadi pada indikator jumlah dana bantuan yang diberikan. Rendahnya tingkat kepuasan pada indikator ini mungkin disebabkan oleh lebih banyaknya dana yang dikeluarkan oleh responden dalam pelaksanaan RR rumah mereka dibandingkan jumlah dana bantuan yang diterima dari pemerintah. Ditambah lagi dengan kecenderungan naiknya harga material dan upah pada daerah terdampak bencana. Untuk itu, pemerintah perlu memikirkan cara untuk menyediakan bantuan dana ke masyarakat. Asuransi atau membuat tabungan khusus bencana mungkin salah satu solusinya. Cara lain adalah dengan mengontrol secara ketat harga upah dan material bangunan.

Perbedaan tingkat kepuasan antara masyarakat desa dan masyarakat kota mungkin berhubungan dengan tingkat pendidikan, jenis pekerjaan, dan jumlah pendapatan responden. Sebagai contoh dalam hal pendapatan/gaji. Pada Kabupaten Padang Pariaman 78% responden memiliki penghasilan dibawah Rp 2 juta, sedangkan responden Kota Padang yang berpenghasilan dibawah Rp 2 juta adalah sebanyak lebih dari 46%. Secara logika, masyarakat yang berpenghasilan lebih rendah tentu akan lebih puas dibandingkan masyarakat yang berpenghasilan lebih tinggi jika diberikan jumlah dana bantuan yang sama besarnya. Untuk mengetahui hubungan tersebut di atas, maka untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan analisis *statistic inferential*.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kepuasan masyarakat Sumatera Barat terhadap program RR berada pada kondisi rata-rata, yaitu sebesar 2,82. Jika dilihat dari capaian tingkat kepuasan berdasarkan proses rekonstruksi dan hasil rekonstruksi, maka terlihat bahwa tingkat kepuasan hasil rekonstruksi lebih tinggi daripada proses rekonstruksi, dengan nilai masing-masingnya adalah sebesar 2,69 untuk proses rekonstruksi, dan 2,90 untuk hasil rekonstruksi.

Selain itu, berdasarkan hasil yang diperoleh dari tingkat kepuasan masyarakat di Kota Padang dan Kabupaten Padang Pariaman dapat disimpulkan bahwa tingkat kepuasan masyarakat pedesaan lebih tinggi daripada tingkat kepuasan masyarakat yang tinggal di perkotaan. Tingkat kepuasan masyarakat desa terhadap program RR adalah sebesar 2,88, sedang masyarakat kota sebesar 2,75. Secara lebih detail, tingkat kepuasan masyarakat kota dan desa terhadap proses RR secara berurutan adalah sebesar 2,63 dan 2,75; sedangkan kepuasan terhadap hasil adalah sebesar 2,84 dan 2,95

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Andalas yang telah membiayai penelitian ini pada tahun 2014.

DAFTAR PUSTAKA

1. Davidson, C.H., Johnson, C., Lizarralde, G., Dikmen, N., Sliwinski, A. (2007). Truths and Myths about Community Participation in Post-disaster Housing Projects. *Habitat International*, 31(1), 100–115.
2. Jha, A. K., Barenstein, J. D., Phelps, P. M., Pittet, D. and Sena, S. (2010), *Safer Homes, Stronger Communities: A Handbook for Reconstructing after Natural Disasters*, Washington: The World Bank
3. Ophiyandri, T., Amaratunga, D. and Pathirage, C. (2010a). Community Based Post Disaster Housing Reconstruction: Indonesian Perspective. In: Barrett, P., Amaratunga, D., Haigh, R., Keraminiyage, K., and Pathirage, C. (Eds). *CIB World Congress, Salford Quays, UK, 10-13 May 2010*.
4. Pranoto, S., Sentosa, S., Kayo, R.B.K.P., Karimi, S., Fauzan, Ermiza, Z. and Antoni, S. (2011). Lesson Learned, Pembelajaran Rehab Rekon Pasca Gempa di Sumatera Barat 30 September 2009, *BuildingBack Better*. Padang: TPT RR.
5. Universitas Syiah Kuala and UN-HABITAT (2006). *Post Tsunami Settlement Recovery Monitoring in Aceh. Banda Aceh: UNSYIAH-UN-HABITAT*
6. Yin, R.K. (2009). *Case study research: Design and methods (4th ed.)*. London: Sage Publications.

ANALISIS PERSEPSI RISIKO BENCANA GEMPABUMI DI KABUPATEN KLATEN PROVINSI JAWA TENGAH

Oleh:

Muhammad Malthuf^{a,*}

^aMagister Manajemen Bencana UGM

*Email: m_malthuf@yahoo.com

Abstrak

Kecamatan Wedi dan Kecamatan Gantiwarno merupakan wilayah yang rawan gempabumi. Jumlah korban jiwa yang tidak sedikit pada gempabumi tahun 2006, menunjukkan Kecamatan Wedi dan Kecamatan Gantiwarno memiliki tingkat kesiapan yang rendah terhadap gempabumi. Persepsi risiko bencana akan mempengaruhi tingkat kesiapan masyarakat terhadap gempabumi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui persepsi masyarakat terhadap risiko gempabumi. Jenis penelitian ini yaitu penelitian survei. Teknik pengambilan sampel menggunakan metode purposive sampling. Jumlah sampel sebesar 100 responden yang diambil dengan rumus Slovin. Pengumpulan data menggunakan daftar pertanyaan terstruktur dan data sekunder bersumber dari instansi pemerintah. Teknik analisis yang digunakan dengan mendeskripsikan hasil wawancara. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa penduduk di Kecamatan Wedi dan Kecamatan Gantiwarno memiliki tingkat persepsi bencana tergolong sedang (59%). Hal ini dipengaruhi oleh kesadaran akan risiko bencana gempabumi masyarakat yang tinggi, akibat pengalaman bencana yang terjadi pada tahun 2006. Namun, masyarakat menilai peran pemerintah kurang begitu maksimal.

Kata kunci: Gempabumi, persepsi risiko dan bencana.

1. PENDAHULUAN

Gempabumi yang terjadi pada 27 Mei 2006 yang melanda DIY-Jateng berdampak besar terhadap kerusakan rumah tempat tinggal. Gempabumi dengan episenter berada 33 km di selatan Kota Bantul yang memiliki kekuatan 6.3 Skala Richter. Kerusakan terbesar berada di Daerah Istimewa Yogyakarta yaitu 88.249 unit rumah rusak total, disusul oleh Provinsi Jawa Tengah dengan jumlah 68.414 unit rumah rusak total. Kabupaten Klaten tergolong memiliki jumlah kerusakan rumah terbanyak yaitu 65.849 unit rumah rusak total. Gempabumi ini juga menelan korban jiwa dan luka-luka yang tidak sedikit. Jumlah keseluruhan korban jiwa akibat gempabumi yang melanda DIY-Jateng yaitu 5.716 korban jiwa. Kabupaten dengan jumlah korban jiwa terbesar yaitu Kabupaten Bantul (4.121 jiwa), Kabupaten Klaten (1.041 jiwa) dan Kabupaten Sleman (240 jiwa).

Upaya pengurangan risiko bencana gempabumi pada masyarakat tidak terlepas oleh persepsi masyarakat terhadap risiko gempabumi itu sendiri. Pola kehidupan masyarakat yang tinggal di wilayah rawan gempabumi, sangat dipengaruhi oleh persepsi masyarakat terhadap lingkungan sekitarnya. Masyarakat yang mengenal potensi bencana pada daerahnya akan merespon bencana dengan cara yang berbeda daripada masyarakat yang tidak mengenal potensi bencana pada daerahnya. Persepsi ini terbentuk oleh pengetahuan dan informasi yang diterima dan tertanam dalam pikiran, yang kemudian akan mempengaruhi perilaku atau pola hidup dalam beradaptasi pada wilayah yang rawan bencana. Sehingga, kerusakan bangunan dan korban jiwa yang terjadi akibat gempabumi dapat ditekan dengan upaya-upaya pengurangan risiko bencana gempabumi. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan adanya kajian mengenai persepsi masyarakat terhadap gempabumi di Kabupaten Klaten.

1.1. Permasalahan

Persepsi masyarakat terhadap bencana gempabumi akan mempengaruhi sikap dan perilaku masyarakat dalam merespon risiko bencana pada wilayahnya. Persepsi masyarakat yang rendah dapat berdampak

negatif pada sikap dan perilaku masyarakat dalam menghadapi bencana gempa bumi. Sehingga, setiap individu akan mempunyai keputusan untuk bergerak dalam suatu ruangan yang disesuaikan dengan cara adaptasi individu dengan lingkungannya masing-masing. Persepsi masyarakat terhadap risiko gempa bumi di Kecamatan Wedi dan Kecamatan Gantiwarno belum teridentifikasi secara ilmiah/akademis. Data persepsi bencana diperlukan guna membantu untuk mengetahui seberapa besar risiko masyarakat ketika terjadi bencana gempa bumi.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah yang penting untuk diangkat bagi penelitian yaitu berapa besar tingkat persepsi masyarakat terhadap risiko gempa bumi?

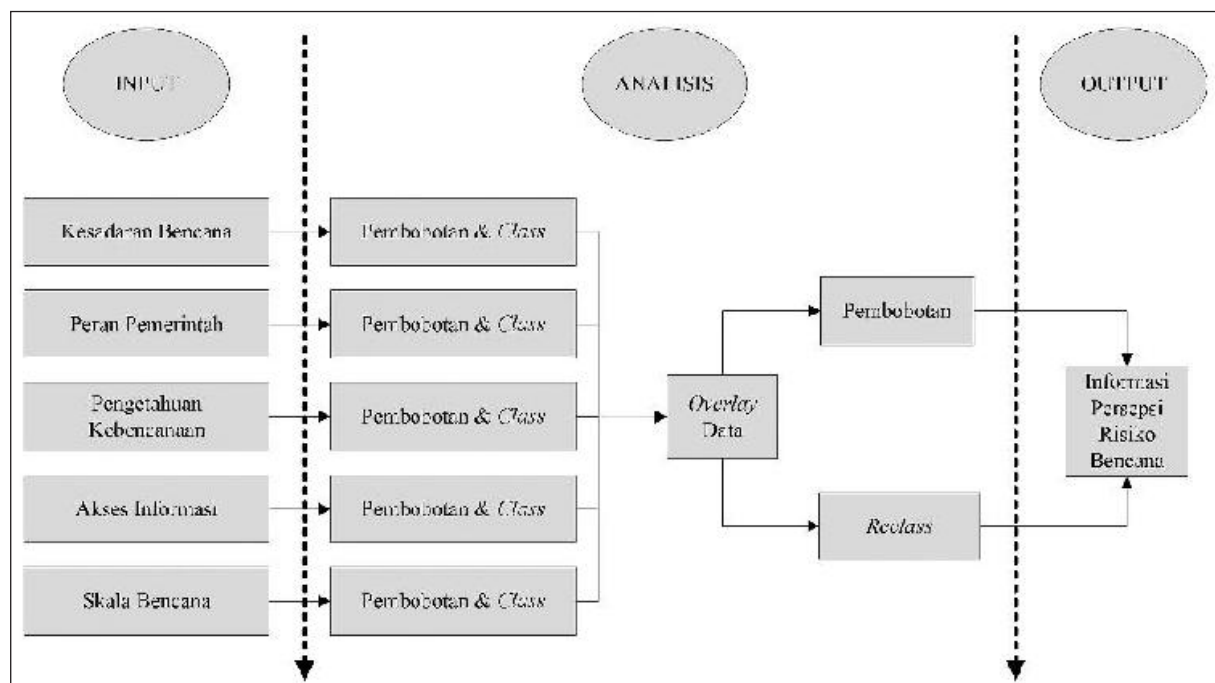
1.2. Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka tujuan yang dicapai dari penelitian ini yaitu mengetahui tingkat persepsi masyarakat terhadap risiko gempa bumi.

2. METODOLOGI

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis penelitian survei. Survei adalah suatu penyelidikan yang dilakukan untuk memperoleh fakta-fakta dari gejala-gejala yang ada dan mencari keterangan secara faktual, baik mengenai situasi sosial, ekonomi, politik dari suatu kelompok ataupun daerah dan hal ini dapat dilakukan secara sensus ataupun menggunakan sampel (Nazir, 1983; Goodall, 1987 dalam Yunus, 2010).

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan metode pengambilan sampel *purposive sampling*. Cara pengumpulan data pada penelitian survei ini adalah wawancara dengan menggunakan kuesioner. Sampel diambil berdasarkan cakupan wilayah administrasi yang terdiri dari dua kecamatan yaitu Kecamatan Wedi dan Kecamatan Gantiwarno. Kecamatan Gantiwarno terdiri dari 16 Desa sedangkan Kecamatan Wedi terdiri dari 19 Desa. Unit sampel dalam penelitian ini yaitu Kepala Keluarga (KK) yang berjumlah 100 responden. Tahapan analisis data persepsi risiko bencana gempa bumi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Model Analisis Persepsi Risiko Bencana

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Zona Selatan Pulau Jawa berdekatan dengan zona subduksi lempeng Indo-Australia terhadap lempeng Eurasia (Hamilton, 1979 dalam Sunarto, dkk., 2010). Pergerakan lempeng ini menimbulkan terbentuknya unsur-unsur tektonik yang merupakan ciri-ciri sistem subduksi, seperti zona Benioff, palung laut, punggung busur luar, cekungan busur luar dan busur pengunungan (Natawijaja, 2007 dalam Sunarto, dkk., 2010). Struktur sesar terbentuk sebagai dampak desakan lempeng Indo-Australia pada bagian daratan Pulau Jawa. Beberapa sistem sesar yang diduga masih aktif adalah Sesar Opak, Sesar Oyo, Sesar Dengkeng, Sesar Progo, serta sesar mikro lainnya yang belum teridentifikasi (Sunarto, dkk., 2010). Aktivitas pergerakan lempeng yang aktif didukung oleh sesar-sesar lokal di daratan menyebabkan daerah selatan Pulau Jawa memiliki potensi kegempaan dengan tingkat risiko yang tinggi.

Daerah yang terkena dampak gempa bumi pada 27 Mei 2006 di Kabupaten Klaten berada di 14 Kecamatan. Berdasarkan data korban gempa bumi, sebanyak 7 Kecamatan yang memiliki dampak kerusakan terparah yaitu Gantiwarno, Wedi, Prambanan, Bayat, Cawas, Trucuk dan Jogonalan. Kerusakan terparah dengan rumah rusak total berada di Kecamatan Gantiwarno (10.616 rumah) dan Kecamatan Wedi (6.901 rumah). Sedangkan jumlah korban jiwa tertinggi berada di Kecamatan Wedi (326 jiwa) dan Kecamatan Gantiwarno (308 jiwa). Berikut disajikan Tabel 1 data kerusakan dan korban gempa bumi dari 7 Kecamatan di Kabupaten Klaten.

Tabel 1. Data Jumlah Korban dan Kerusakan Rumah Akibat Gempabumi

No.	Kecamatan	Korban (jiwa)		Rumah Rusak (unit)		
		Luka-Luka	Meninggal Dunia	Total/Roboh	Berat	Ringan
1.	Gantiwarno	9.136	308	10.616	1.249	620
2.	Wedi	2.799	326	6.901	4.698	2.962
3.	Prambanan	1.655	181	5.902	5.809	1.655
4.	Bayat	1.214	41	1.152	4.587	574
5.	Cawas	1.036	32	3.369	544	5.371
6.	Trucuk	548	24	4.618	4.519	3.726
7.	Jogonalan	482	29	219	456	5.555

Sumber: Data Korban Gempabumi Kabupaten Klaten, 2006

3.1. Karakteristik Responden

Responden berjumlah 100 Kepala Keluarga. Karakteristik responden terdiri dari jenis kelamin, umur responden, jumlah penghuni rumah dan penghasilan responden. Distribusi frekuensi karakteristik responden di Kecamatan Wedi dan Kecamatan Gantiwarno ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan sebagian besar responden berjenis kelamin laki-laki (80%), umur responden sebagian besar 40-49 (28%), jumlah penghuni rumah sebagian besar < 4 (72%) dan penghasilan responden 600.000-1.000.000 (44%).

3.2. Persepsi Risiko Bencana

Penilaian terhadap tingkat persepsi risiko bencana didasarkan atas indikator kesadaran bencana, peran pemerintah, pengetahuan bencana, akses informasi dan skala bencana. Distribusi frekuensi persepsi risiko bencana di Kecamatan Wedi dan Kecamatan Gantiwarno ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan sebagian besar kesadaran bencana responden tergolong Tinggi (75%), peran pemerintah sebagian besar tergolong sedang (63%), pengetahuan bencana sebagian besar tergolong sedang (77%), akses informasi sebagian besar tergolong sedang (44%) dan skala bencana sebagian besar tergolong tinggi (59%).

Tingkat kesadaran responden tergolong tinggi. Hal ini, disebabkan karena pengalaman bencana gempa bumi 2006 telah berpengaruh besar pada tingkat kesadaran bencana masyarakat di daerah penelitian. Kesadaran bencana yang tinggi dapat digunakan sebagai modal dalam pengurangan risiko bencana gempa bumi di Wedi dan Gantiwarno. Persiapan akan lebih mudah dilakukan pada orang-orang yang telah memiliki tingkat kesadaran yang tinggi. Persiapan yang tepat perlu dipahami oleh masyarakat yang tinggal di daerah rawan bencana secara menyeluruh dan berkelanjutan.

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Karakteristik Responden

No.	Variabel	n	%
1.	Jenis Kelamin		
	Laki-laki	80	80.0
	Perempuan	20	20.0
	Jumlah	100	100.0
2.	Umur		
	20-29	6	6.0
	30-39	22	22.0
	40-49	28	28.0
	50-59	21	21.0
	60-69	15	15.0
	70-79	4	4.0
	80-89	4	4.0
	Jumlah	100	100.0
3.	Jumlah Penghuni Rumah		
	≤4	72	72,00
	>4	28	28,00
	Jumlah	100	100,00
4.	Penghasilan		
	100.000 - 500.000	36	36.0
	600.000 - 1.000.000	44	44.0
	> 1.000.000	20	20.0
	Jumlah	100	100.0

Sumber: Data Primer yang Diolah, 2014.

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Persepsi Risiko Bencana

No.	Variabel	n	%
1.	Kesadaran Bencana		
	Sedang	25	25.0
	Tinggi	75	75.0
	Jumlah	100	100.0
2.	Peran Pemerintah		
	Peran Rendah	21	21.0
	Peran Sedang	63	63.0
	Peran Tinggi	16	16.0
	Jumlah	100	100.0
3.	Pengetahuan Bencana		
	Rendah	8	8.0
	Sedang	77	77.0
	Tinggi	15	15.0
	Jumlah	100	100.0
4.	Akses Informasi		
	Rendah	14	14.0
	Sedang	44	44.0
	Tinggi	42	42.0
	Total	100	100.0
5.	Skala Bencana		
	Rendah	15	15.0
	Sedang	26	26.0
	Tinggi	59	59.0
	Jumlah	100	100.0

Sumber: Data Primer yang Diolah, 2014.

Peran pemerintah dalam memberikan pelatihan dan peningkatan pengetahuan bencana pada masyarakat di Kecamatan Wedi dan Gantiwarno terbesar pada kategori peran sedang. Masyarakat di daerah penelitian mengatakan pemerintah sering memberikan pelatihan, simulasi dan sosialisasi bencana saat setelah bencana gempa bumi tahun 2006, namun akhir-akhir ini sudah tidak ada lagi pelatihan atau sosialisasi yang dilakukan pemerintah sehingga, dikuatirkan pemahaman yang dimiliki masyarakat di daerah penelitian terhadap bencana berangsur-angsur memudar.

Pengetahuan bencana responden berada pada kategori sedang. Secara umum pengetahuan responden tentang bencana sudah baik. Mereka sudah menyadari bahwa mereka berada di daerah rawan bencana gempa bumi, yang mengharuskan mereka membuat rumah dengan konstruksi yang dianjurkan pemerintah. Namun, secara umum responden belum mengenali organisasi/badan-badan yang terkait dengan kebencanaan.

Untuk mengetahui seberapa besar tingkat informasi yang masuk/yang diterima masyarakat di daerah penelitian terhadap gempa bumi dan hal-hal yang terkait dengan gempa bumi, maka diajukan pertanyaan mengenai informasi tempat penting (seperti rumah sakit, kantor polisi, tempat pengungsian, lahan terbuka tempat kumpul). Apabila responden sudah mengetahui tempat-tempat penting tersebut, maka diasumsikan proses evakuasi keluarga dapat dilakukan lebih cepat. Berdasarkan hasil survei di daerah penelitian, sebagian besar responden mengenali lokasi tempat penting dengan baik. Hal ini dikarenakan responden sebagian besar merupakan warga asli daerah Wedi - Gantiwarno dan sekitarnya. Warga pendatang tergolong sedikit, itupun dari daerah sekitar seperti Gunungkidul, Bayat, Prambanan.

Skala bencana merupakan tingkat kerusakan dan intensitas bencana yang dirasakan. Tingkat skala bencana yang dirasakan oleh masyarakat, kerusakan bangunan, hingga tingkat trauma akan mempengaruhi persepsi masyarakat terhadap bencana gempa bumi. Peneliti membagi skala bencana menjadi tiga kategori yaitu rendah, sedang dan tinggi. Hasil survei menunjukkan skala bencana di Kecamatan Wedi dan Kecamatan Gantiwarno terbesar pada kategori tinggi. Responden yang berada pada kategori tinggi menunjukkan bahwa

gempabumi yang dirasakan sangat keras sehingga merusak hampir seluruh bangunan rumah, jika dikonversikan dalam skala bencana *Modifiet Mercalli Intensity* (MMI), maka berada di atas intensitas VIII, mengakibatkan trauma yang membutuhkan waktu yang lama untuk kembali pulih. Responden yang berada pada kategori rendah bukan berarti merasakan gempabumi dengan kekuatan yang rendah, gempabumi tetap dirasakan keras, namun tingkat kerusakan bangunan yang rendah membuat dampak trauma menjadi lebih ringan. Responden pada kategori sedang mayoritas merasakan gempabumi pada intensitas VII MMI, pada intensitas ini terjadi kerusakan parah pada rumah dengan struktur bangunan lemah, namun rumah dengan struktur bangunan baik hanya mengalami tingkat kerusakan yang ringan. Penduduk yang berada pada kategori rendah umumnya mengalami tingkat trauma yang rendah. Rendahnya tingkat trauma penduduk selain dipengaruhi oleh tingkat emosional, dipengaruhi juga oleh tingkat kerusakan rumah yang tidak parah, karena disebabkan oleh struktur bangunan yang baik, secara umum pada kategori ini penduduk mengalami bencana dengan intensitas VI-VII MMI.

Tingkat persepsi bencana secara keseluruhan setelah mengabungkan indikator-indikator yang digunakan, maka ditemukan bahwa di Kecamatan Wedi dan Kecamatan Gantiwarno kategori persepsi bencana terbesar pada kategori sedang (59 persen), disusul oleh kategori tinggi (37 persen) dan kategori rendah (4 persen). Disajikan pada Tabel 4 distribusi frekuensi persepsi risiko bencana di Wedi dan Gantiwarno. Sedangkan, sebaran persepsi risiko bencana per desa dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4. Distribusi Frekuensi Persepsi Risiko Bencana

Persepsi Bencana		
Kategori Persepsi	n	Persentase (%)
Persepsi Rendah	4	4.0
Persepsi Sedang	59	59.0
Persepsi Tinggi	37	37.0
Total	100	100.0

Sumber: Data yang Diolah

Tabel 5. Sebaran Tingkat Persepsi Per Desa

Kecamatan	Nama Desa	Kategori Persepsi
Wedi	Pesu	Sedang
	Dengkeng	Sedang
	Tanjungan	Sedang
	Pasung	Sedang
	Brangkal	Sedang
	Pacing	Sedang
	Kadilanggon	Sedang
	Kaligayam	Sedang
	Melikan	Sedang
	Jiwowetan	Sedang
	Kadibolo	Sedang
	Trotok	Tinggi
	Sembung	Tinggi
	Sukorejo	Sedang
	Birit	Tinggi
Pandes	Sedang	
Gadungan	Sedang	
Canan	Tinggi	
Kalitengah	Sedang	
Gantiwarno	Katekan	Sedang
	Kerten	Sedang
	Ngandong	Tinggi
	Kragilan	Tinggi
	Jogoprayan	Tinggi
	Karangturi	Sedang
	Gentan	Tinggi
	Gesikan	Tinggi
	Mlese	Tinggi
	Sawit	Sedang
	Mutihan	Tinggi
	Muruh	Tinggi
	Baturan	Sedang
	Ceporan	Sedang
	Jabung	Tinggi
	Towangsan	Tinggi

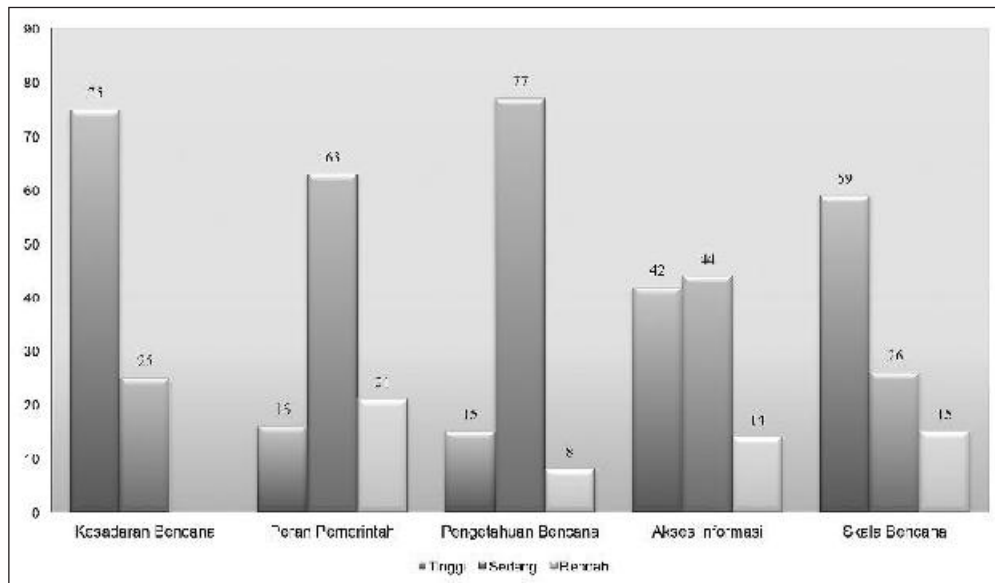
Sumber: Data Primer yang Diolah, 2014

Trotok, Desa Sembung, Desa Birit dan Desa Canan. Sedangkan, desa yang tergolong pada tingkat persepsi bencana gempabumi tinggi di Gantiwarno yaitu: Desa Ngandong, Desa Kragilan, Desa Jogoprayan, Desa Gentan, Desa Gesikan, Desa Mlese, Desa Mutihan, Desa Muruh, Desa Jabung dan Desa Towangsan. Selebihnya tergolong pada kategori tingkat persepsi risiko bencana gempabumi sedang.

Variabel-variabel yang digunakan dalam menentukan tingkat persepsi risiko gempabumi memiliki tingkat pengaruh yang berbeda-beda antar satu variabel dengan variabel yang lain. Jumlah dan gambaran mengenai variabel yang berpengaruh terhadap tingginya tingkat persepsi risiko bencana masyarakat di Kecamatan Wedi dan Kecamatan Gantiwarno ditunjukkan pada Gambar 2.

Berdasarkan Gambar tersebut, terlihat bahwa persepsi masyarakat terhadap bencana tertinggi ada pada variabel kesadaran bencana (75 persen), disusul oleh variabel skala bencana (59 persen) dan akses

informasi (42 persen). Kesadaran terhadap bencana memiliki pengaruh yang tertinggi dalam membentuk persepsi masyarakat terhadap bencana. Kesadaran ini dipengaruhi oleh tingkat pemahaman masyarakat terhadap potensi risiko yang mungkin terjadi akibat gempa bumi. Pengalaman gempa bumi tahun 2006 juga telah meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap gempa bumi.



Gambar 2. Variabel yang Berpengaruh terhadap Tingginya Persepsi Bencana
Sumber: Data Primer yang Diolah, 2014

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menggolongkan tingkat persepsi penduduk terhadap gempa bumi ke dalam tiga kategori yaitu, persepsi rendah, sedang dan tinggi. Mayoritas penduduk di Kecamatan Wedi dan Kecamatan Gantiwarno memiliki persepsi risiko bencana sedang (59%). Terdapat 4 persen penduduk dengan persepsi risiko bencana yang rendah. Hal ini dipengaruhi oleh kesadaran akan risiko bencana gempa bumi masyarakat yang tinggi, akibat pengalaman bencana yang terjadi pada tahun 2006. Namun, masyarakat menilai peran pemerintah kurang begitu maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Pembangunan Nasional (BAPPENAS), 2006, *Preliminary Damage and Loss Assessment- Yogyakarta and Central Java Natural Disaster*, Jakarta: BAPPENAS.
2. Sunarto, L. Rahayu, D. Mardiatno, M.A. Marfai, dan Daryono, 2010, *Strategi Pengurangan Risiko Multibencana Melalui Mitigasi Bencana dan Adaptasi di Wilayah Provinsi DIY dan Jawa Tengah-Studi Kasus Zona Selatan Pulau Jawa*, Yogyakarta: Lembaga Pengabdian dan Pengabdian Kepada Masyarakat-UGM.
3. Yunus, H. S., 2010, *Metodologi Penelitian Wilayah Kontemporer*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

KAJIAN KERAWANAN FISIK WILAYAH TERHADAP GEMPABUMI DI KECAMATAN WEDI DAN KECAMATAN GANTIWARNO KABUPATEN KLATEN

Oleh:

Sri Mulyati^{a,1,*}, Junun Sartohadi^{a,2}, Djati Mardiatno^{a,3}

^aMagister Manajemen Bencana Universitas Gadjah Mada

*e-mail: physicmulya@gmail.com

Abstrak

Kecamatan Gantiwarno dan Kecamatan Wedi merupakan dua kecamatan di Kabupaten Klaten yang mengalami kerusakan terparah di wilayah Provinsi Jawa Tengah akibat gempabumi Bantul 27 Mei 2006. Wilayah penelitian merupakan wilayah yang jauh dari pusat gempabumi namun mengalami kerusakan parah pada bangunan. Penelitian ini bertujuan memetakan tingkat kerawanan fisik wilayah serta menganalisis hubungan kerusakan akibat gempabumi Bantul 27 Mei 2006 dengan tingkat kerawanan fisik wilayah. Analisis data menggunakan metode kuantitatif deskriptif. Penilaian kerawanan fisik wilayah berdasarkan analisis data mikrotremor pada setiap satuan bentuk lahan. Titik pengukuran mikrotremor sebanyak 35 titik pada 6 (enam) satuan bentuklahan yaitu satuan bentuk lahan Fluvial, Fluvial Vulkanik, Fluvial Denudasional, Denudasional, Struktural Denudasional dan Struktural. Analisis data mikrotremor menggunakan metode HVS (Horizontal to Vertical Spectrum Ratio). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kerawanan fisik wilayah tinggi berada di Kecamatan Gantiwarno, sedangkan tingkat kerawanan fisik wilayah rendah rendah berada di Kecamatan Wedi. Wilayah penelitian memiliki tingkat kerawanan fisik tinggi disebabkan oleh sebagian besar wilayah memiliki satuan bentuk lahan Fluvial yang bersifat lunak. Pola kerusakan bangunan total dan berat berada pada tingkat kerawanan fisik yang tinggi, sedangkan bangunan dengan tingkat kerusakan ringan tersebar pada tingkat kerawanan sedang dan rendah hal ini menunjukkan hubungan antara pola kerentanan bangunan dengan pola sebaran kerawanan fisik wilayah.

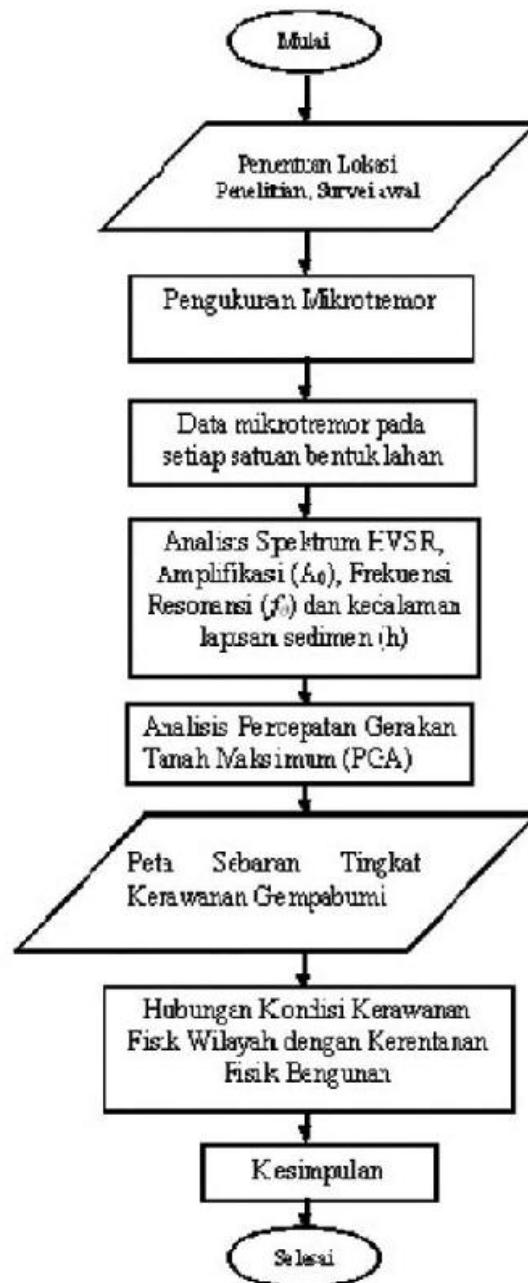
Kata kunci: Kerawanan, mikrotremor, satuan bentuk lahan.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan titik temu tiga lempeng besar dunia, yaitu Lempeng Pasifik, Lempeng Eurasia dan Lempeng Hindia-Australia yang lazim disebut *Triple Junction*. Dampak pergerakan lempeng *triple junction* menyebabkan kepulauan Indonesia mempunyai tingkat kegempaan cukup tinggi sehingga rawan gempabumi tektonik. Salah satu gempabumi yang mengakibatkan kerusakan parah yaitu gempabumi Yogyakarta pada 27 Mei 2006 dengan kekuatan 6,3 SR (BAPPENAS, 2006).

Kecamatan Gantiwarno dan Kecamatan Wedi merupakan dua kecamatan di Kabupaten Klaten yang mengalami kerusakan terparah di Provinsi Jawa Tengah. Sektor yang mengalami kerusakan terparah yaitu bangunan perumahan, hal ini menunjukkan tingkat kerentanan yang tinggi. Kerentanan tinggi disebabkan oleh banyaknya bangunan tidak memiliki konstruksi tahan gempabumi dan menggunakan bahan bangunan yang kurang berkualitas untuk menahan guncangan gempabumi dahsyat. Selain itu kondisi geologi dan jenis tanah juga sangat mempengaruhi tingkat kerawanan suatu wilayah terhadap gempabumi.

Gempabumi merupakan bencana yang tidak dapat diprediksi kapan, dimana dan berapa kekuatan kejadiannya. Hal efektif yang bisa dilakukan oleh pemerintah dan masyarakat yaitu melakukan usaha mitigasi dengan cara mengetahui penyebab dan zona-zona yang sangat rawan hingga zona yang relatif aman terhadap bahaya gempabumi. Salah satu upaya mitigasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi tingkat kerawanan bencana gempabumi adalah dengan melakukan penelitian mengenai mikrotremor yang dapat digunakan untuk mengetahui tingkat kerawanan suatu daerah terhadap bahaya gempabumi pada setiap satuan bentuk lahan.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif. Pengambilan sampel mikrotremor menggunakan metode *purposive sampling* yang disesuaikan pada variasi kondisi fisik bawah permukaan wilayah penelitian yang tidak homogen. Penentuan titik pengukuran mikrotremor didasarkan pada keberagaman satuan bentuk lahan di wilayah penelitian. Satuan bentuk lahan di wilayah penelitian terbagi menjadi 6 satuan bentuk lahan, yaitu Dataran Fluvial, Dataran Fluvial-Vulkanik, Dataran Fluvial-Denudasional, Pegunungan Denudasional, Pegunungan Struktural Denudasional, dan Pegunungan Struktural. Zonasi kerawanan fisik wilayah terhadap gempabumi tinggi, sedang, rendah dibuat berdasarkan parameter amplifikasi, frekuensi, kedalaman lapisan sedimen dan percepatan gerakan tanah maksimum di batuan dasar. Analisis data dilakukan untuk mengetahui persebaran hasil pengolahan data lapangan. Proses analisis kerawanan fisik wilayah dilakukan dengan cara mengoverlay 4 parameter yaitu nilai frekuensi, amplifikasi, kedalaman lapisan sedimen dan percepatan gerakan tanah maksimum di batuan dasar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

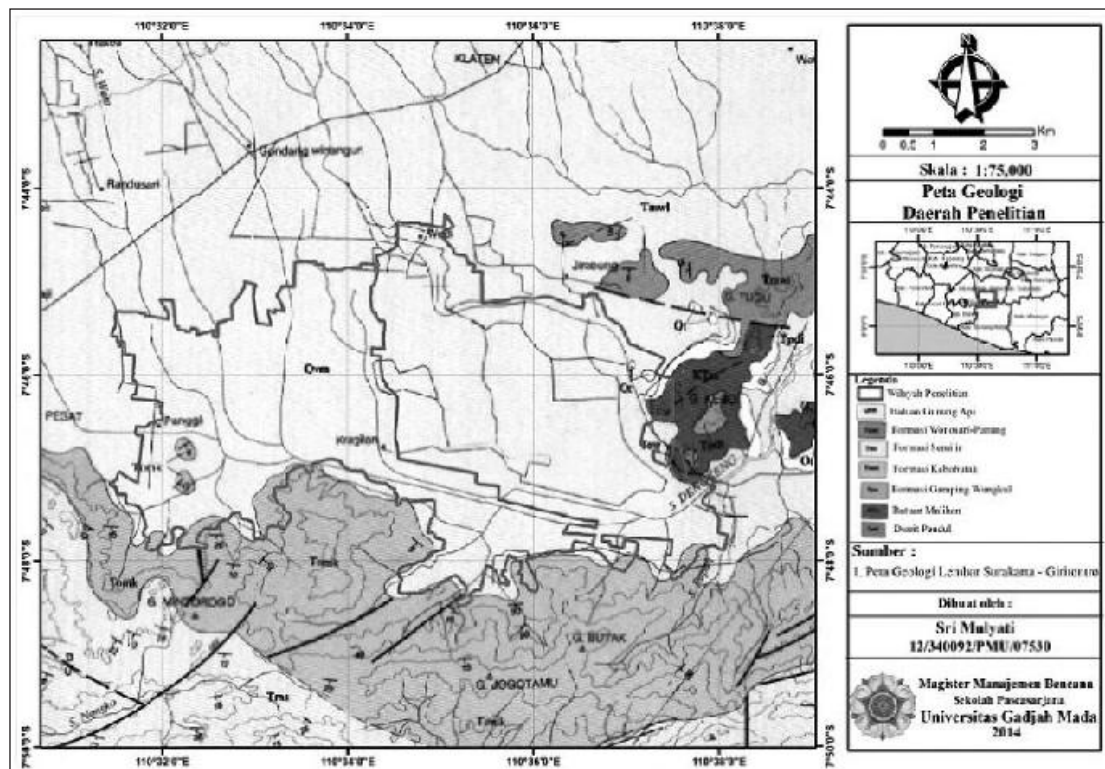
Keberadaan Hunian Tetap (HunTap) Secara Spasial

3.1. Kondisi Umum Wilayah Penelitian

Kecamatan Gantiwarno dan Kecamatan Wedi merupakan dua kecamatan yang berada di Kabupaten Klaten Provinsi Jawa Tengah. Dua kecamatan tersebut berbatasan langsung dengan Provinsi DIY di sebelah selatan, Kecamatan Prambanan di sebelah barat, Kecamatan Jogolan dan Kecamatan Klaten Selatan di sebelah utara, dan Kecamatan Bayat di sebelah timur. Luas wilayah Kecamatan Gantiwarno seluas 2.564,00 Ha, terdiri dari lahan sawah seluas 1.625,20 Ha (63,39%) dan lahan bukan sawah seluas 938,8 Ha (36,61%). Luas wilayah Kecamatan Wedi seluas 2.438 Ha, terdiri dari lahan sawa seluas 1.555 Ha (%) dan lahan bukan sawah seluas 886 Ha (%).

Kondisi geologi secara umum wilayah Gantiwarno dan Wedi Kabupaten Klaten tidak lepas dari kondisi geologi pegunungan selatan pulau jawa pada umumnya. Berdasarkan Peta Geologi Lembar Surakarta - Giritontro (Surono, dkk, 1992), terdapat 7 jenis litologi utama di Kecamatan Gantiwarno dan Kecamatan Wedi, yaitu Batuan Gunung Api (Qvm), Formasi Wonosari-Punung (Tmwl), Formasi Semilir (Tms), Formasi Kebobutak (Tomk), Formasi Gamping Wungkal (Tew), Batuan Malihan, Diorit Pindul.

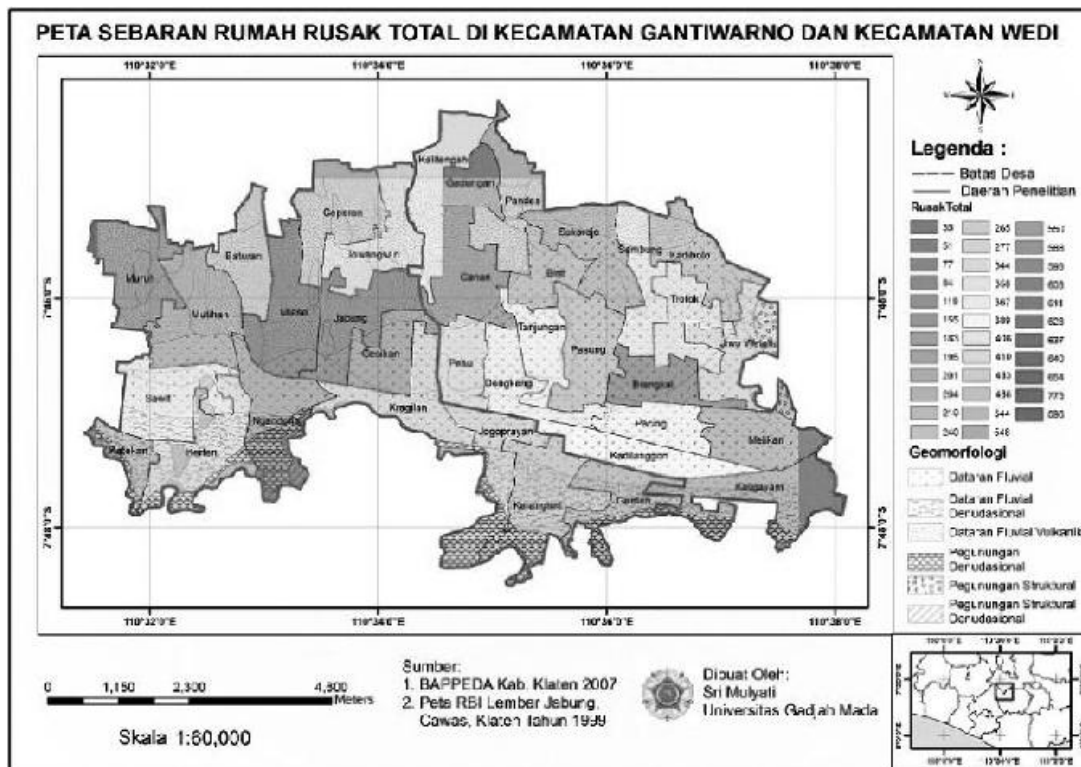
Wilayah penelitian berada pada satuan gugusan geologi pegunungan selatan bagian timur (Gambar 2). Satuan ini menyebar mulai dari Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah ke barat sampai Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta. Berdasarkan Surono (2008), wilayah Kecamatan Wedi dan Kecamatan Gantiwarno didominasi oleh komposisi batuan pembentuk Formasi Kebo dan Formasi Butak yang terdiri atas percampuran antara endapan klastika dan vulkanik klastika.



Gambar 2. Peta Geologi Regional Wilayah Penelitian
(Sumber: Peta Lembar Surakarta - Giritontro)

3.2. Kerusakan Bangunan Akibat Gempabumi

Dampak kerusakan bangunan terparah akibat gempabumi Bantul 27 Mei 2006 di Kabupaten Klaten terjadi di Kecamatan Gantiwarno dan Kecamatan Wedi. Total kerusakan di Kecamatan Gantiwarno berjumlah 7.092 bangunan dan di Kecamatan Wedi berjumlah 6.709 bangunan. Hampir seluruh desa di dua kecamatan tersebut mengalami kerusakan parah pada bangunan (Gambar 3). Bangunan yang mengalami kerusakan merupakan bangunan rumah tembok sederhana tanpa perencanaan teknik sipil.



Gambar 3. Peta Sebaran Kerusakan Rumah di Kecamatan Gantiwarno dan Kecamatan Wedi (Sumber: BAPPEDA Kabupaten Klaten)

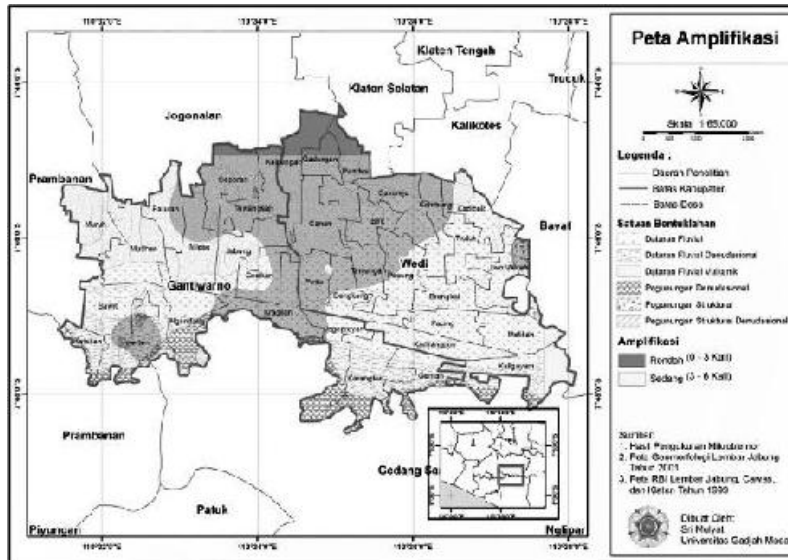
3.3. Karakteristik Mikrotremor Pada Setiap Satuan Bentuk Lahan

Hasil penelitian menunjukkan spektrum mikrotremor di dataran aluvium memiliki frekuensi resonansi cukup rendah. Rendahnya nilai frekuensi resonansi disebabkan oleh tebal lapisan sedimen yang terbentuk akibat endapan material vulkanik Merapi. Spektrum mikrotremor di pegunungan struktural memiliki frekuensi resonansi tinggi yang disebabkan oleh tipisnya lapisan sedimen pada singkapan batuan dasar. Rata-rata A_0 , f_0 , dan h pada setiap satuan bentuk lahan dan jumlah titik pengukuran tersaji pada Tabel 1. Amplifikasi di wilayah penelitian diakibatkan gelombang yang menjalar pada daerah ini dipengaruhi oleh keberadaan Sesar Dengkung yang diidentifikasi terdapat di wilayah ini. Sesar merupakan zona lemah yang menyebabkan material yang terdapat di wilayah ini menjadi tidak kompak serta menyebabkan gelombang terpantulkan/teramplifikasi.

Tabel 1. Rata-Rata Nilai A_0 , F_0 , Dan h Pada Setiap Satuan Bentuk Lahan

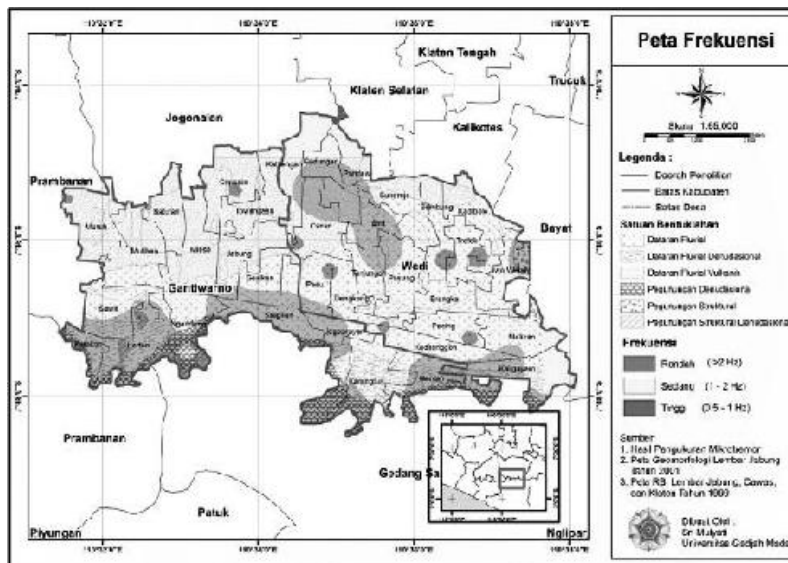
No.	Satuan Bentuk Lahan	A_0 (Kali)	f_0 (Hz)	h (meter)	Jumlah Titik
1.	Dataran Fluvial	3,8	1,4	69,2	9
2.	Dataran Fluvial Vulkanik	2,9	1,6	55,3	9
3.	Dataran Fluvial Denudasional	3,2	2,1	57,0	4
4.	Pegunungan Denudasional	4,7	7,7	32,7	4
5.	Pegunungan Struktural	3,2	2,8	42,7	2
6.	Pegunungan Struktural Denudasional	2,8	9,3	16,8	5

Nilai amplifikasi diperoleh berdasarkan hasil analisis data mikrotremor dengan menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectrum Ratio* (HVSr). Hasil penelitian menunjukkan bahwa amplifikasi pada setiap satuan bentuk lahan di wilayah penelitian berkisar antara 1,2 - 6,0 (Gambar 4). Hal ini berkorelasi dengan pengaruh frekuensi di wilayah penelitian, dimana tanah yang relatif dangkal umumnya relatif lebih lunak dan amplifikasi akan lebih besar pada frekuensi yang relatif rendah.



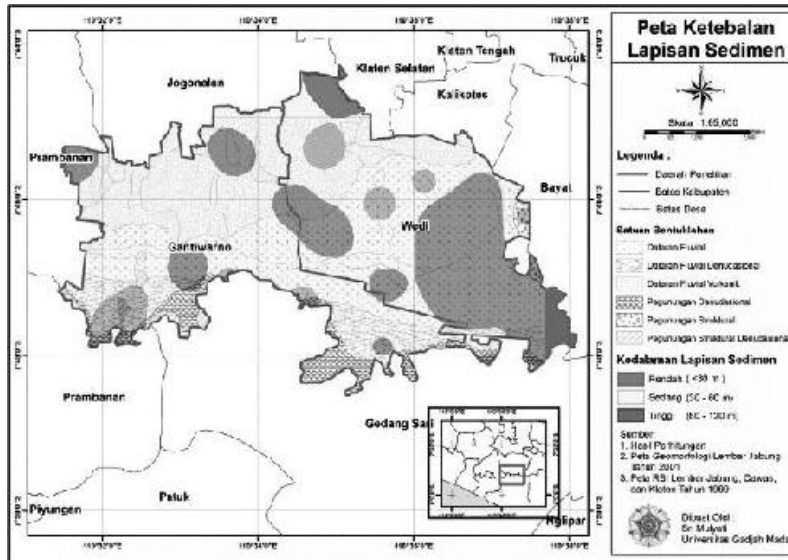
Gambar 4. Peta Sebaran Nilai Amplifikasi (A0) di Wilayah Penelitian (Sumber: Pengolahan Data Lapangan, 2014)

Hasil penelitian menunjukkan sebaran nilai frekuensi dominan tanah yang berkisar antara 0,5 - 18 Hz (Gambar 5). Nilai frekuensi rendah (0,5 - 6,9 Hz) terdapat pada titik satuan litologi batuan Gunung Api (Qvm). Sebaran nilai frekuensi menunjukkan bahwa frekuensi resonansi rendah berkorelasi dengan bantuan dasar yang dalam, dan frekuensi resonansi tinggi berkorelasi dengan batuan dasar yang dangkal (lapisan sedimen tipis). Perbedaan nilai frekuensi di daerah litologi yang sama dipengaruhi oleh satuan bentuk lahan.



Gambar 5. Peta Sebaran Nilai Frekuensi Dominan (f_0) di Wilayah Penelitian (Sumber: Pengolahan Data Lapangan, 2014)

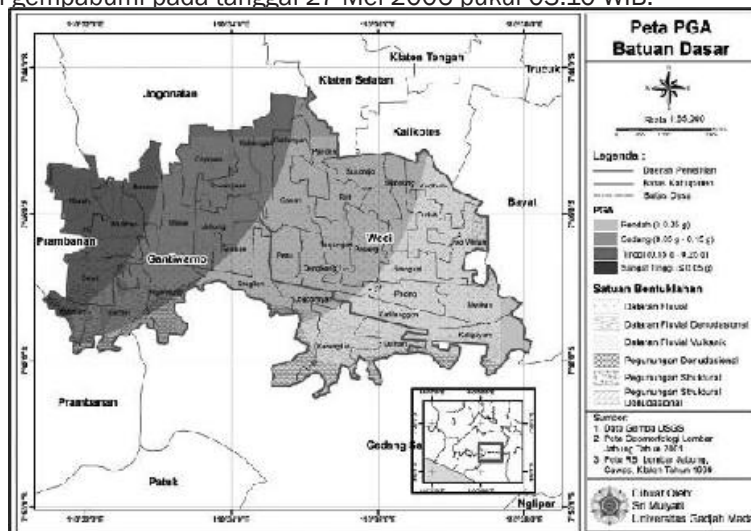
Nilai kedalaman lapisan sedimen diperoleh berdasarkan hubungan antara frekuensi dominan dan rata-rata kecepatan gelombang S (V_s30). Nilai V_s30 di wilayah penelitian berkisar antara 180 m/s² sampai 780 m/s². Nilai ketebalan lapisan sedimen di wilayah penelitian yang diperoleh berkisar antara 6 - 97 meter (Gambar 6). Kondisi litologi wilayah penelitian mempengaruhi sebaran ketebalan lapisan sedimen. Distribusi nilai ketebalan lapisan sedimen h semakin tinggi ke arah utara dan semakin rendah menuju arah selatan. Hal ini sesuai dengan litologi wilayah penelitian dimana sebelah selatan mengarah ke perbukitan selatan yang merupakan satuan gugusan geologi pegunungan selatan bagian timur.



Gambar 6. Peta Sebaran Nilai Ketebalan Lapisan (h) Sedimen di Wilayah Penelitian (Sumber: Pengolahan Data Lapangan, 2014)

3.4. Percepatan Gerakan Tanah (PGA) di Batuan Dasar

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa PGA di wilayah Kecamatan Wedi dan Gantiwarno mengalami PGA di batuan dasar berkisar antara 253,6 - 321,439 gal. Pola distribusi percepatan maksimum getaran tanah di wilayah penelitian disajikan pada Gambar 7. Berdasarkan pola sebaran nilai PGA batuan dasar terlihat bahwa nilai PGA terbesar terjadi pada wilayah yang berdekatan dengan hiposenter. Kecamatan Gantiwarno merupakan wilayah dengan nilai PGA tertinggi yaitu 389,8 gal. Percepatan maksimum getaran tanah dipengaruhi oleh magnitudo, jarak episenter dan kedalaman. Percepatan gerakan tanah maksimum terbesar dipicu oleh gempa bumi pada tanggal 27 Mei 2006 pukul 03.10 WIB.

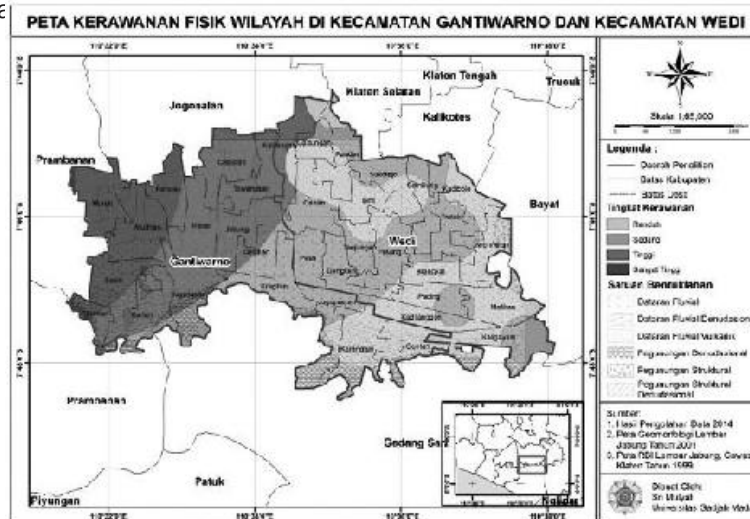


Gambar 7. Peta Sebaran Nilai PGA di Kecamatan Gantiwarno dan Kecamatan Wedi (Sumber: Pengolahan Data Lapangan, 2014)

3.5. Kerawanan Fisik Wilayah

Proses analisis kerawanan fisik wilayah dilakukan dengan cara mengoverlay 4 parameter yaitu nilai frekuensi dominan, amplifikasi, kedalaman lapisan sedimen dan percepatan gerakan tanah maksimum di batuan dasar. Berdasarkan pembobotan yang telah dilakukan, diperoleh hasil akhir berupa peta sebaran tingkat kerawanan fisik wilayah terhadap gempa bumi di Kecamatan Gantiwarno dan Kecamatan Wedi. Peta

sebaran tingkat ker



Gambar 8. Peta Tingkat Kerawanan Fisik Wah di Kecamatan Gantiwarno dan Kecamatan Wedi.
(Sumber: Pengolahan Data Lapangan, 2014)

Tingkat kerawanan terhadap gempa bumi berhubungan erat dengan kondisi seismisitas. Kondisi wilayah penelitian merupakan wilayah yang tidak tahan terhadap bahaya gempa bumi karena kondisi tanah yang sebagian besar bersifat fluvial (lunak) sehingga bila terjadi gempa bumi mudah luluh lantak. Kondisi tanah yang sebagian besar fluvial menyebabkan amplifikasi sehingga ketika gempa bumi terjadi, maka bangunan yang berada di atasnya akan mudah rusak atau hancur jika tidak didesain dengan prinsip bangunan tahan gempa bumi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa wilayah Kecamatan Gantiwarno dan Kecamatan Wedi memiliki tingkat kerawanan gempa bumi yang tinggi. Kecamatan Gantiwarno khususnya, memiliki luas lahan sawah (63,39%) lebih luas dibandingkan dengan lahan bukan sawah (36,61%). Hal ini menyebabkan tingkat kerawanan wilayah sangat tinggi, mengingat bahwa persawahan di wilayah Gantiwarno memiliki satuan bentuk lahan berupa fluvial vulkanik yang memiliki lapisan sedimen cukup tebal (hingga 97,5 meter).

Daerah dengan kerawanan fisik wilayah tinggi disarankan untuk dibangun fasilitas yang mempunyai risiko rendah terhadap jiwa manusia ketika terjadi gempa bumi, seperti fasilitas pertanian atau gudang penyimpanan (SNI, 2012). Jika daerah tersebut telah dibangun harus segera dikaji kembali tingkat kekuatan fasilitas (bangunan). Daerah dengan tingkat kerawanan fisik wilayah sedang boleh dibangun perumahan, gedung perkantoran maupun pertokoan namun harus mengikuti kode standar bangunan tahan gempa. Daerah dengan tingkat kerawanan fisik wilayah rendah dapat dibangun dengan segala jenis fasilitas dan direkomendasikan sebagai kawasan pusat kota.

3.6. Hubungan Kerusakan Akibat Gempabumi Bantul 27 Mei 2006 Dengan Tingkat Kerawanan Fisik Wilayah.

Ada kemiripan antara pola sebaran tingkat kerawanan fisik wilayah dengan kerusakan bangunan akibat gempa bumi 27 Mei 2006. Tingkat kerusakan terparah akibat gempa bumi Bantul 27 Mei 2006 di Jawa Tengah terjadi di Kecamatan Gantiwarno dan Kecamatan Wedi, hal ini merupakan cerminan dari tingkat kerawanan fisik wilayah yang tinggi di wilayah tersebut terutama Kecamatan Gantiwarno. Hasil penelitian menunjukkan pola sebaran kerusakan bangunan rumah akibat gempa bumi berkorelasi dengan tingkat kerawanan fisik bangunan. Kedua pola yang saling berkorelasi ini memberi petunjuk untuk mengidentifikasi atau memprediksi kawasan yang akan mengalami kerusakan jika terjadi gempa bumi. Pola sebaran bangunan rumah rusak total dan rusak berat berada pada tingkat kerawanan fisik wilayah sangat tinggi dan tinggi. Sedangkan bangunan rumah rusak ringan tersebar pada tingkat kerawanan sedang dan rendah.

Kualitas dan struktur bangunan juga menjadi faktor yang menyebabkan timbulnya kerusakan bangunan rumah. Terlihat pada hasil penelitian kerentanan fisik bangunan dimana sebagian besar bangunan rumah di wilayah penelitian memiliki tingkat kerentanan tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa walaupun telah dilakukan pembangunan kembali setelah gempa bumi, sebagian bangunan rumah belum memiliki struktur bangunan dan kerangka bangunan yang kuat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian kajian kondisi fisik wilayah rawan gempa bumi untuk penilaian kerentanan fisik bangunan di Kecamatan Wedi dan Kecamatan Gantiwarno, Kabupaten Klaten dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a. Tingkat kerawanan fisik wilayah sangat tinggi berada di Kecamatan Gantiwarno, sedangkan tingkat kerawanan fisik wilayah rendah berada di Kecamatan Wedi. Tinggi kerawanan di wilayah penelitian sangat dipengaruhi oleh percepatan gerakan tanah maksimum (PGA) di batuan dasar, dengan PGA tinggi sebelah barat wilayah Gantiwarno. Kondisi wilayah penelitian yang rawan terhadap gempa bumi disebabkan oleh material tanah yang sebagian besar memiliki satuan bentuk lahan Fluvial yang bersifat lunak.
- b. Pola sebaran kerawanan fisik wilayah berkorelasi dengan pola kerusakan akibat gempa bumi 27 Mei 2006. Pola kerusakan bangunan total dan berat berada pada tingkat kerawanan fisik yang tinggi, sedangkan bangunan dengan tingkat kerusakan ringan tersebar pada tingkat kerawanan sedang dan rendah. Kedua pola yang saling berhubungan memberi petunjuk untuk mengidentifikasi atau memprediksi kawasan yang akan mengalami kerusakan jika terjadi gempa bumi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Bapak Prof. Junun Sartohadi, M.Sc dan Bapak Dr. Djati Mardiatno, M.Si, atas bimbingan, masukan dan arahan Muh. Maltuf, S.Pd., Novan Andri Dwi Kurniawan, S.Si dan Aditya Saputra, S.Si, M.Si., dan Mauludin Kurniawan, S.Si., selaku kawan serta rekan kerja yang telah bekerja keras membantu pelaksanaan survei mikrotremor serta analisis mikrotremor di Kecamatan Gantiwarno dan Kecamatan Wedi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bappenas, 2006, Preliminary Damage and Loss Assessment, Yogyakarta and Central Java Natural Disaster, The Consultatif Group on Indonesia, Jakarta.
2. Bappeda Kabupaten Klaten, 2008, Data Kerusakan Akibat Gempabumi 27 Mei 2006 (Laporan Perkembangan Penanganan Pasca Gempabumi Tektonik Di Kabupaten Klaten Provinsi Jawa Tengah), Bappeda, Klaten.
3. Daryono, 2011, Indeks Kerentanan Seismik Berdasarkan Mikrotremor Pada Setiap Satuan bentuk Lahan di Zona Graben Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta, Disertasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
4. Pusat Survei Geologi, 2012, Geologi Pegunungan Selatan Bagian Timur (Kabupaten Bantul, Gunung Kidul, Klaten, dan Wonogiri), ISBN: 978-979-551-033-8, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Bandung.
5. Standar Nasional Indonesia, 2012, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempabumi untuk Struktur Gedung dan Non Gedung (SNI-1726-2012), Badan Standarisasi Nasional.
6. Surono., 2008, Litostratigrafi Dan Sedimentasi Formasi Kebo Dan Formasi Butak Di Pegunungan Batu Ragung, Jawa Tengah Bagian Selatan, Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 3 No. 4 Desember 2008: 183-193, Pusat Survei Geologi, Badan Geologi.

KAJIAN RISIKO TSUNAMI KOTA PADANG, SUMATERA BARAT

Oleh:

Agus Solihin^{a,1,*}, Cipta Muhamad Firmansyah^{a,2}, Imam Santosa^{a,3}

^aKementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Badan Geologi

Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi

Jl. Diponegoro No. 57 Bandung 40122

*E-mail: agus@vsi.esdm.go.id

Abstrak

Gempa bumi tektonik di sepanjang subduksi dan keberadaan sesar aktif di sekitar Sumatera Barat dapat menghasilkan atau berpotensi menimbulkan gelombang yang sangat besar. Gempa bumi dengan intensitas lebih dari 7 Skala Richter dan bersumber dari sesar naik berpotensi terjadinya tsunami. Data seismik menunjukkan bahwa pantai barat Pulau Sumatera, termasuk kota Padang, merupakan daerah yang sering dilanda gempa bumi, serta memiliki banyak episenter. Gempa bumi besar yang terjadi pada bulan Oktober 2009 mengakibatkan lebih dari 1.000 orang meninggal. Kondisi geografis kota Padang, terutama bagian selatan, memiliki pantai yang panjang, dan merupakan kawasan wisata bahari yang banyak dikunjungi wisatawan. Kondisi demikian mengakibatkan banyak bermunculan hotel dan penginapan serta fasilitas hiburan lainnya yang menarik penduduk untuk tinggal di sekitarnya. Penilaian risiko Tsunami adalah risiko yang ditimbulkan terhadap manusia, lingkungan alam, atau dibangun sebagai akibat dari kejadian tsunami. Manusia memiliki sejarah panjang dalam membangun peradaban di dekat pantai. Selama manusia terus menetap di pantai, maka harus terus mengembangkan teknologi untuk membantu dalam memahami risiko bencana tsunami yang dihadapi dan meningkatkan kemampuan (kapasitas) untuk menanggulangnya. Penilaian risiko didasarkan pada elemen ancaman bahaya, kerentanan dan kapasitas. Rumus yang digunakan untuk menghitung penilaian risiko adalah : $R = H \times V / C$. Metode penelitian ini menggunakan kedua teknik penelitian kuantitatif dan kualitatif. Berdasarkan hasil penilaian risiko tsunami, menunjukkan bahwa kecamatan Bugis, Teluk Kabung dan Padang Utara merupakan zona berisiko tinggi, sedangkan Air Pacah bagian timur, dan Kecamatan Padang Barat termasuk dalam zona risiko yang sangat rendah.

Kata kunci: Tsunami, gempabumi, risiko, mitigasi.

1. PENDAHULUAN

Kota Padang terletak di Pantai Barat Sumatera, berbatasan langsung dengan laut terbuka (Samudera Hindia) dan zona tumbukan aktif dua lempeng, menjadikan Padang salah-satu kota paling rawan bahaya gelombang Tsunami. Gempa tektonik sepanjang daerah subduksi dan adanya seismik aktif, dapat mengakibatkan gelombang yang luar biasa dahsyat. Pusat gempa, umumnya menunjukkan tipe sesar naik. Sumber patahan seperti ini jika mempunyai magnitudo lebih besar atau sama dengan 7 Skala Richter sangat berpotensi sebagai pembangkit gelombang tsunami.

Bencana tsunami merupakan bencana yang bersifat destruktif dan menimbulkan banyak kerugian. Tsunami Nias pada 28 Maret 2005 yang melanda daerah Singkil, Meulaboh dan Sibolga telah menyebabkan lebih dari 620 orang meninggal dan lebih dari 2030 orang luka-luka.

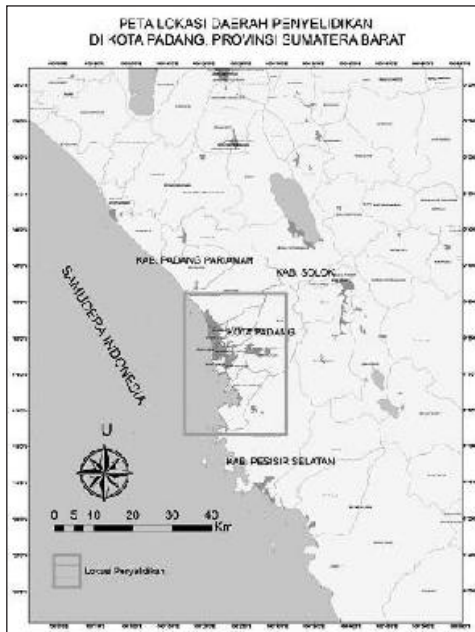
Tujuan Kajian Risiko Bencana Tsunami Kota Padang adalah memberikan informasi wilayah-wilayah yang memiliki tingkat risiko bencana tsunami terhadap lingkungan sekitar berupa manusia, pemukiman, sarana-prasarana, harta benda dan lain-lain.

Lokasi kajian secara geografis terletak pada koordinat $0^{\circ} 47' 15'' - 1^{\circ} 7' 52''$ LS dan antara $100^{\circ} 17' 21'' - 100^{\circ} 32' 15''$ BT, secara administratif termasuk ke dalam wilayah Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat, atau sepanjang pantai selatan Kota Padang (Gambar 1).

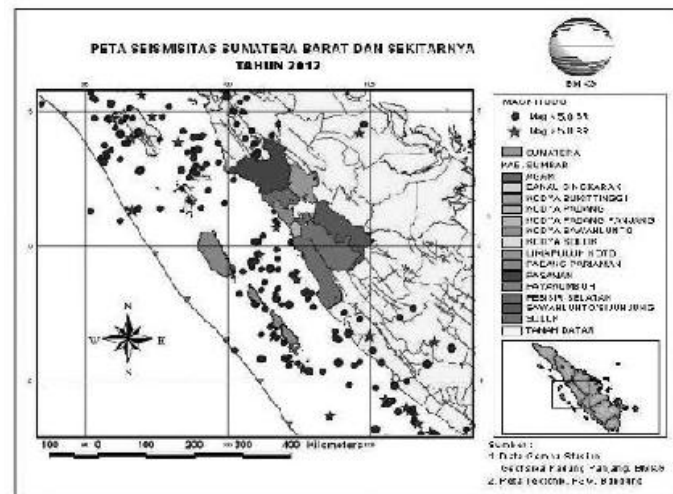
2. METODOLOGI

2.1. Kegempaan dan Tsunami

Kondisi geografis Kota Padang menunjukkan tingkat kerawanan tsunami yang tinggi dimana lokasi landai dan diapit oleh 2 sungai besar. Selain itu data seismologi menunjukkan bahwa di sepanjang pesisir barat pulau Sumatera, tentu saja termasuk Kota Padang, merupakan daerah yang sering mengalami gempabumi (Gambar 2). Pergerakan lempeng di patahan sepanjang barat Sumatera hingga selatan Jawa dapat dibidang cukup signifikan. Pelepasan energi dari tekanan yang diakibatkan oleh pergeseran lempeng itulah yang mengakibatkan gempabumi.



Gambar 1. Lokasi Penyelidikan di Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat.



Gambar 2. Peta Seismisitas Sumatera Barat dan sekitarnya.

2.2. Risiko Bencana

Risiko bencana adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dan kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta benda, dan gangguan kegiatan masyarakat.

Bencana dapat terjadi secara tiba-tiba ataupun perlahan-lahan dan disebabkan oleh ulah manusia maupun fenomena alam.

Jika dilihat dari definisi bencana di atas sangat jelas terlihat bahwa suatu kejadian dapat dikategorikan sebagai bencana jika mengakibatkan tiga hal, yakni:

1. Hilangnya jiwa manusia,
2. Kerusakan harta benda dan lingkungan, atau
3. Hilangnya jiwa manusia serta kerusakan harta benda dan lingkungan

Sehingga dapat ditarik kesimpulan, jika ada satu kejadian sementara kejadian tersebut tidak mengakibatkan salah satu dari ketiga hal di atas, kejadian tersebut belum dapat kita kategorikan sebagai bencana tetapi kejadian tersebut bisa kita kategorikan sebagai bahaya.

2.3. Analisis Risiko Bencana

Jika dilihat dari penjabaran definisi bencana di atas, kita dapat mengambil satu rumusan bahwa:
Dimana :

$$\text{Risiko (R)} = \frac{\text{Bahaya (H)} \times \text{Kerentanan (V)}}{\text{Kapasitas (C)}}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Risiko adalah potensi kerugian masyarakat suatu daerah tertentu yang diakibatkan oleh ancaman bahaya atau bencana yang dapat dikurangi oleh kemampuan masyarakat untuk menghindari bahaya atau bencana tersebut. Apabila dijabarkan dalam persamaan maka:

$$\text{Risiko (R)} = \frac{\text{Bahaya (H) x Kerentanan (V)}}{\text{Kapasitas (C)}}$$

1. Elemen Bahaya (H)
 - Kawasan Rawan Tsunami Tinggi
 - Kawasan Rawan Tsunami Menengah
 - Kawasan Rawan Tsunami Rendah
2. Elemen Kerentanan (V)
 - Kepadatan Penduduk
 - Sarana dan Prasarana
 - Tata Guna Lahan
3. Elemen Kapasitas (C)
 - Kualitas Bangunan
 - Pengetahuan Kebencanaan
 - Kelembagaan
 - Infrastruktur

Dalam penentuan nilai risiko yang merupakan penggabungan dari 3 elemen (Bahaya, Kerentanan dan Kapasitas), masing-masing elemen tersebut memiliki nilai jumlah bobot nilai 100. Berikut ini merupakan pembagian tingkat bobot nilai dari masing-masing Elemen.

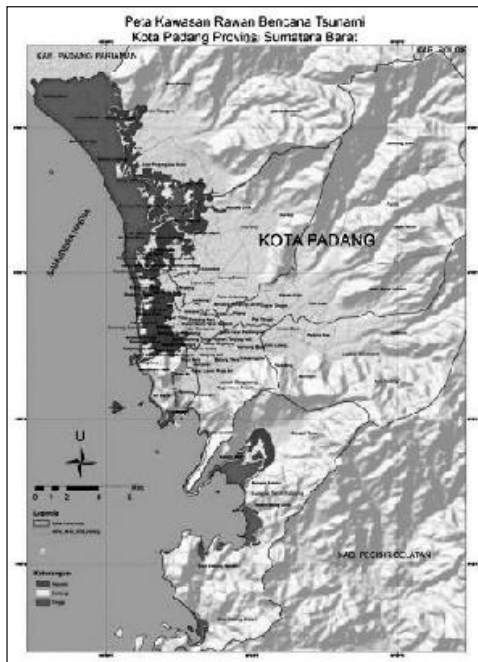
3.1. Elemen Bahaya (H)

Bahaya adalah suatu kejadian atau peristiwa yang mempunyai potensi untuk menimbulkan kerusakan atau kehilangan jiwa manusia, atau kerusakan lingkungan. Berdasarkan Peta Kawasan Rawan Bencana Tsunami Lembar Padang (Yudichara dkk, 2008) (Gambar 3), daerah penyelidikan terbagi menjadi 3 Kawasan Rawan Bencana Tsunami, yaitu: kawasan rawan bencana tsunami tinggi, kawasan rawan bencana tsunami menengah, dan kawasan rawan bencana tsunami rendah. Masing-masing kawasan rawan bencana mempunyai ciri khas tersendiri.

Kawasan rawan bencana tsunami tinggi (kawasan yang berpotensi dilanda tsunami dengan tinggi genangan >3 m). Kawasan ini merupakan daerah tepi pantai bermorfologi datar-landai dengan elevasi <10 m. Ketinggian tsunami dapat mencapai >10 m (skala MMI IX-X), intensitas tsunami berpotensi menyebabkan kerusakan tingkat 3-4 pada sejumlah bangunan batu dan sebagian kecil bangunan beton, dapat menghancurkan saluran air dan tembok pemecah gelombang. Waktu tiba gelombang tsunami di tepi pantai <1 jam paska gempabumi.

Kawasan rawan bencana tsunami menengah (kawasan yang berpotensi dilanda tsunami dengan genangan 1-3 m (skala MMI VI-VII), dikategorikan sebagai tsunami yang sedikit merusak). Kawasan tsunami menengah adalah daerah belakang pantai dengan morfologi perbukitan bergelombang. Kawasan ini berpotensi terlanda tsunami dengan potensi merusak bangunan kayu. Kecepatan, tinggi dan energi gelombang sudah meluruh.

Kawasan rawan bencana tsunami rendah (kawasan yang berpotensi dilanda tsunami dengan ketinggian genangan <1 m (skala MMI I-IV). Kawasan ini merupakan daerah belakang pantai dengan morfologi perbukitan curam. Gelombang tsunami akan membanjiri kebun tapi tidak menimbulkan kerusakan. Kecepatan, tinggi dan energi gelombang tsunami sudah menurun sehingga tidak akan merobohkan bangunan. Sejumlah bangunan di daerah ini dapat dimanfaatkan sebagai tempat pengungsian sementara. Jangkauan tsunami maksimum mencapai 8 km dari garis.



Gambar 3. Peta Kawasan Rawan Bencana Tsunami daerah Penyelidikan



Foto 1. Kawasan Wisata Pantai Padang yang termasuk dalam KRB Tinggi.

3.2. Elemen Kerentanan (V)

Kerentanan merupakan Kondisi atau karakteristik biologis, geografis, sosial, ekonomi, politik, budaya dan teknologi suatu masyarakat di suatu wilayah untuk jangka waktu tertentu yang mengurangi kemampuan masyarakat tersebut mencegah, meredam, mencapai kesiapan dan menangani bahaya tertentu. Parameter yang termasuk dalam Elemen Kerentanan (V) terbagi menjadi 3 yaitu: Kepadatan penduduk, Sarana/prasarana dan tataguna lahan.

Hasil perhitungan semua parameter tersebut di atas, masing-masing dituangkan dalam bentuk peta, yaitu Peta Kepadatan Penduduk, Peta Tata Guna Lahan dan Peta Infrastruktur. Kemudian ketiga peta tersebut ditumpangsusunkan menjadi Peta Kerentanan (Gambar 4).

3.3. Elemen Kapasitas

Kapasitas adalah penguasaan sumberdaya, cara dan kekuatan yang dimiliki masyarakat yang memungkinkan mereka untuk mempertahankan dan mempersiapkan diri, mencegah, menanggulangi, meredam serta dengan cepat memulihkan diri akibat bencana. Parameter yang termasuk dalam Elemen Kapasitas (C) terdiri dari kesiapsiagaan, kelembagaan, sistem peringatan dini dan infrastruktur mitigasi.

Untuk penilaian kapasitas ini dilakukan dengan metode penyebaran pengisian kuisisioner kepada masyarakat dan lembaga di daerah, serta pengamatan langsung di lapangan. Dari hasil perhitungan kuisisioner tersebut didapat Bobot Nilai hasil perhitungan dari masing-masing elemen kapasitas (C) tiap-tiap kecamatan di daerah penyelidikan yang ditampilkan dalam bentuk Peta Kapasitas (Gambar 5).

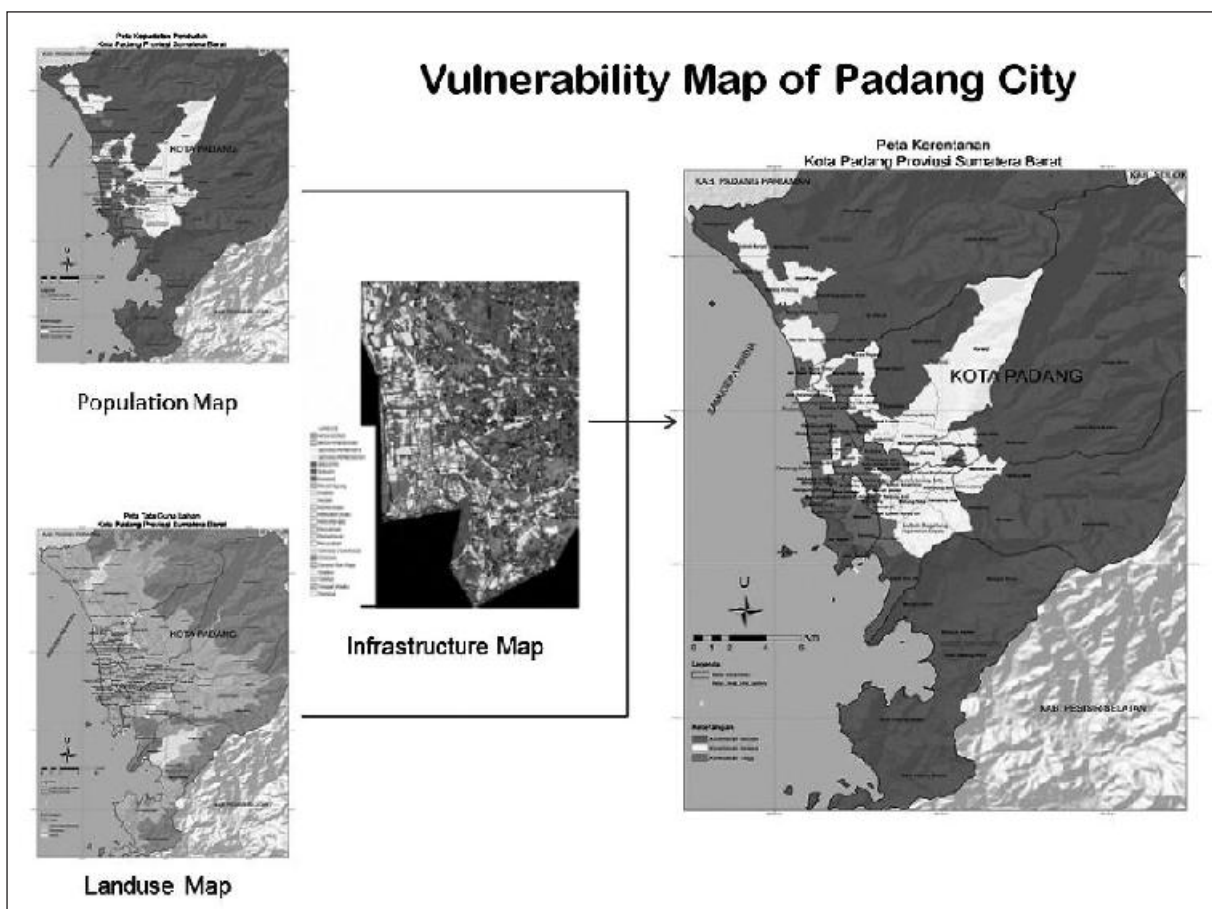
3.4. Analisis Risiko (R)

Risiko adalah potensi kerugian masyarakat suatu daerah tertentu yang diakibatkan oleh ancaman bahaya atau bencana yang dapat dikurangi oleh kemampuan masyarakat untuk menghindari bahaya atau bencana tersebut, maka dari hasil pembobotan ketiga elemen (elemen bahaya, elemen kerentanan dan elemen kapasitas) nilai risiko tiap-tiap kecamatan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

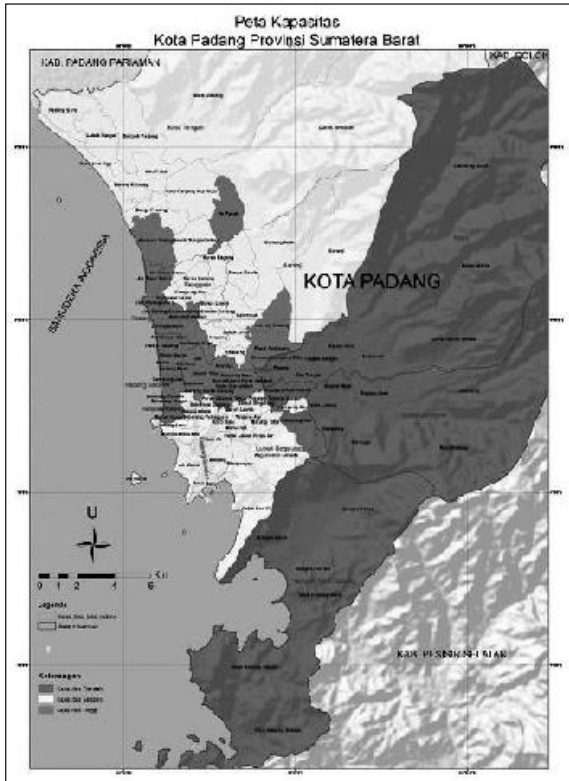
$$\text{Risiko (R)} = \frac{\text{Bahaya (H)} \times \text{Kerentanan (V)}}{\text{Kapasitas (C)}}$$

Dari persamaan diatas berikut ini merupakan Peta Analisis Risiko Tsunami hasil penggabungan ketiga elemen yaitu elemen bahaya (H), Elemen Kerentanan (V), dan Elemen Kapasitas (C) (Gambar 6). Zona Analisis Risiko Tsunami daerah Padang terbagi menjadi 4 zona, yaitu:

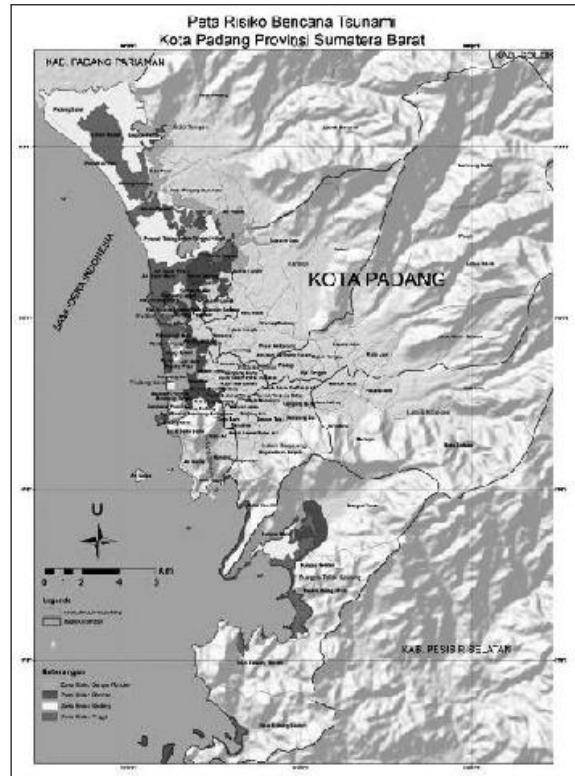
1. Zona Risiko Tinggi
Zona risiko tinggi adalah adalah zona dimana gelombang tsunami dapat mengakibatkan kehancuran bangunan kayu, bangunan bata, bangunan beton dan hutan pantai.
2. Zona Risiko Sedang
Zona risiko menengah adalah zona dimana gelombang tsunami menimbulkan kerusakan pada sebagian bangunan kayu.
3. Zona Risiko Rendah
Zona risiko rendah adalah zona dimana gelombang tsunami tidak menimbulkan kerusakan bangunan, hanya meninggalkan jejak endapan tipis pasir halus.
4. Zona Risiko Sangat Rendah
Zona risiko sangat rendah adalah adalah zona dimana tidak terkena dampak langsung tsunami.



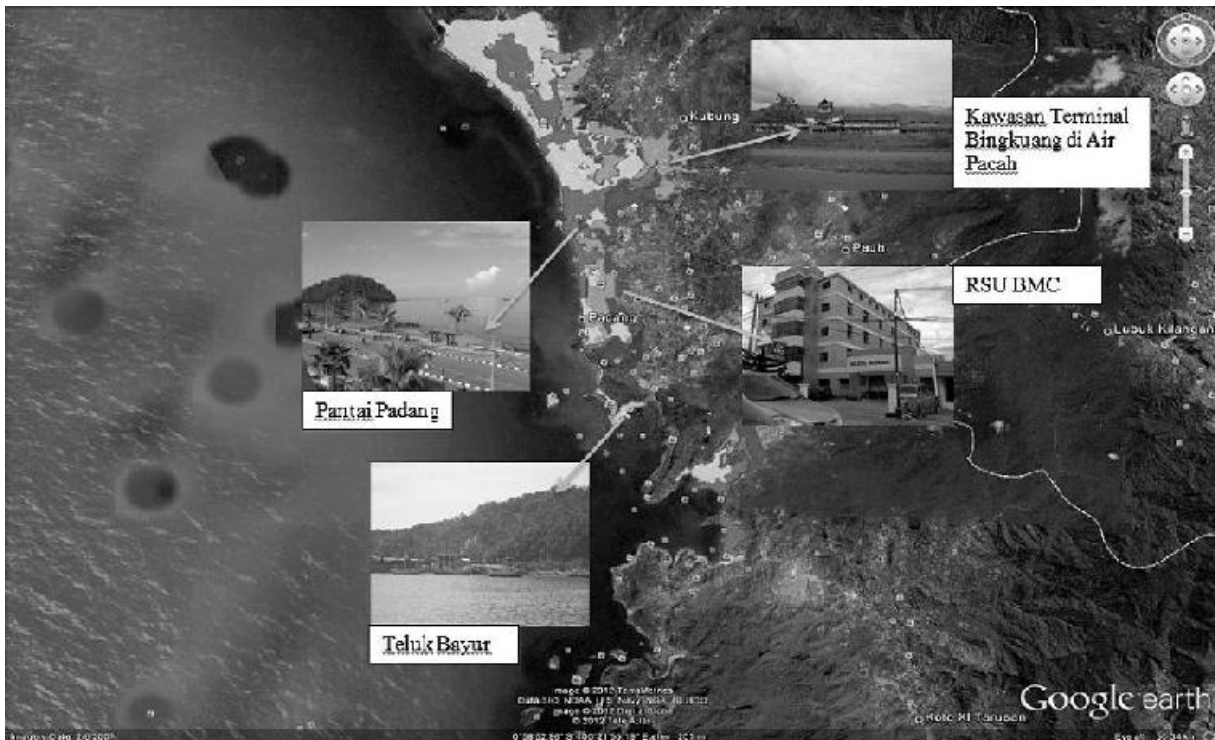
Gambar 4. Peta Elemen Kerentanan (V) Daerah Penyelidikan, Merupakan Hasil dari Tumpang Susun dari Peta Kepadatan Penduduk, Tata Guna Lahan dan Infrastruktur.



Gambar 5. Peta Elemen Kapasitas (C) Daerah Penyelidikan.



Gambar 6. Peta Risiko Bencana Tsunami Daerah Penyelidikan.



Gambar 7. Peta Risiko Overlay dengan Citra Satelit (GoogleEarth).



Gambar 8. Peta Risiko Overlay dengan Citra Satelit (GoogleEarth), Universitas Bung Hatta (atas) dan Pelabuhan Teluk Bayur (bawah) yang Berada pada Zona Risiko Tinggi

4. KESIMPULAN

Kesimpulan

1. Risiko bencana tsunami di Kota Padang seperti halnya di sebagian besar wilayah kelurahan di Kecamatan Bungus Teluk Kabung akan menjadi risiko Tinggi jika tingkat Elemen Kapasitas (C) daerah tersebut memiliki tingkat yang rendah. Hal ini memperlihatkan bahwa tingkat Elemen Kapasitas yang lebih besar dari
2. Elemen Bahaya (H) dan Elemen Kerentanan (V) menjadi faktor untuk mengurangi tingkat risiko bencana gempabumi.
3. Tingkat faktor bahaya tsunami di suatu daerah tidak dapat dikurangi, sehingga tingkat faktor kerentanan yang harus dikurangi dan tingkat faktor kapasitas yang harus ditingkatkan.

Saran

1. Penyebaran informasi / sosialisasi secara terus menerus tentang pengetahuan kebencanaan tsunami terhadap pemerintah daerah dan setiap elemen masyarakat yang termasuk dalam Kawasan Rawan Bencana Tsunami untuk dapat meningkatkan kapasitas terhadap ancaman bencana gempabumi.
2. Peningkatan koordinasi kelembagaan kebencanaan dari Kota-Kelurahan dalam memberikan informasi yang tepat tentang bahaya tsunami.

UCAPAN TERIMA KASIH

Syukur Alhamdulillah senantiasa penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. yang memiliki keistimewaan dan pemberian segala kenikmatan besar, baik nikmat iman, kesehatan dan kekuatan didalam penyusunan tulisan ini. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bapak Ir. M. Hendrasto, M. Sc. selaku Kepala Pusat Vulkanologi

dan Mitigasi Bencana Geologi, di sela-sela kesibukannya namun tetap meluangkan waktunya untuk memberikan petunjuk, dorongan, saran dan arahan kepada penulis. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Ibu Supriyati D. Andreastuti, Kepala Bidang Evaluasi Potensi Bencana atas dorongan dan sarannya. Semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua dan juga bagi masyarakat yang memerlukan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Pusat Statistik Kota Padang. Kota Padang Dalam Angka 2010, 2010, Badan Pusat Statistik Kota Padang, Padang.
2. Dian Oktiari, dkk, Model Geospasial Potensi Kerentanan Tsunami Kota Padang, Jurnal Meteorologi dan Geofisika, Vol II No. 2, Tahun (hal. 136 - 141), BMKG.
3. Supartoyo, Putranto E.T., dan Surono, 2006, Katalog Gempabumi Merusak di Indonesia Tahun 1629-2006 (Edisi Ketiga), Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi.
4. Yudhicara, dkk., 2008, Peta Kawasan Rawan Bencana Lembar Padang, PVMBG, Bandung.

ANALISA DATA GEMPA UNTUK KARAKTERISASI KERAWANAN BAHAYA SEISMIC PULAU SUMBAWA DARI ASPEK NILAI PERCEPATAN GETARAN TANAH MAKSIMUM DAN DISTRIBUSI GEMPA

Oleh:

M. Dlorifun Naqiyun^{a,1,*}, Muhammad Rofiqul A'la^{a,2}

^aUIN Sunan Kalijaga, Program Studi Fisika, Konsentrasi Geofisika, Yogyakarta

*E-mail: lfunmbojo@yahoo.com

Abstrak

Penelitian yang menjadikan Indonesia timur sebagai objek kajian sangatlah sedikit, sedangkan secara umum wilayah Indonesia terletak pada pertemuan empat lempeng kerak bumi aktif yaitu lempeng Hindia-Australia di selatan yang bergerak relatif ke utara, lempeng Pasifik, dan lempeng Renik Philipina di bagian timur keduanya menumpu di bawah pinggiran lempeng Asia Tenggara sebagai bagian dari lempeng besar Eurasia. Sehingga setiap daerah di wilayah Indonesia memiliki kepentingan yang sama untuk diteliti mengenai keadaan dan bahaya seismiknya. Metode pembobotan melalui distribusi gempa yang telah terjadi dari tahun 1911-2006 dengan klasifikasi nilai magnitude, gempa dangkal, menengah dan gempa dalam, serta perhitungan secara empiris dengan menggunakan metode Iwasaki untuk menentukan nilai percepatan tanah maksimum (PGA) di setiap titik pemantauan yang didesain dengan metode grid system, terlihat distribusi PGA yang beragam mulai dari 18-174 gal. Nilai PGA yang didapatkan dicocokkan dengan skala MMI untuk mendapatkan nilai intensitas MMI dan keterangan tingkat risiko setiap titik pantau. Intesitas yang didapatkan antara <VI s/d IX dengan keterangan risiko gempa "risiko sangat kecil" s/d "risiko sedang dua". Sedangkan untuk PGA maksimum didtribusi PGA mulai 52-524 gal Sehingga Pulau Sumbawa dapat dibagi menjadi 3 zona dengan konsistensi yang berbeda yakni katagori aman, kurang aman dan bahaya.

Kata kunci: PGA, Iwasaki, gempa Sumbawa, intensitas MMI, risiko gempa.

1. PENDAHULUAN

Makalah ini melaporkan proses dan hasil kajian mengenai percepatan getaran tanah maksimum Pulau Sumbawa serta distribusi gempa yang terjadi selama tahun 1911 s/d 2006 sebagai data untuk penentuan tingkat kerawanan bahaya sesimik Pulau Sumbawa.

1.1. Latar Belakang

Percepatan adalah parameter yang menyatakan perubahan kecepatan mulai dari keadaan diam sampai pada kecepatan tertentu. Percepatan getaran tanah merupakan gangguan yang perlu dikaji untuk setiap gempabumi, kemudian dipilih percepatan getaran tanah maksimum atau *Peak Ground Acceleration* (PGA) untuk dipetakan agar bisa memberikan pengertian tentang efek paling parah yang pernah dialami suatu lokasi (Edwiza, 2008).

Percepatan getaran tanah merupa-kan salah satu aspek yang penting untuk dikaji berkaitan dengan gempa yang terjadi di suatu wilayah, baik itu pengkajian untuk mendapatkan informasi mengenai wilayah yang telah mengalami kerusakan akibat gempa, ataupun pengkajian untuk memberikan informasi awal mengenai tingkat kerawanan suatu wilayah dari aspek kegempaan agar nantinya dapat digunakan sebagai salah satu data untuk meminimalisir kerugian atau kerusakan yang akan terjadi akibat gempabumi.

2. METODOLOGI

2.1. Pengolahan Data

Data gempabumi Pulau Sumbawa dan sekitarnya dari tahun 1911 s/d 2006 yang didapatkan dari BMKG, dikelompokkan berdasarkan kedalaman dan nilai *magnitude* sumber gempa. Gempa dangkal dengan $M > 5$ dipakai sebagai data untuk perhitungan nilai PGA disetiap titik pantau dengan menggunakan persamaan Iwasaki.

Iwasaki memformulasikan sebuah rumus empiris percepatan tanah pada permukaan (Doughlas, 2003) yang di rumuskan sebagai berikut:

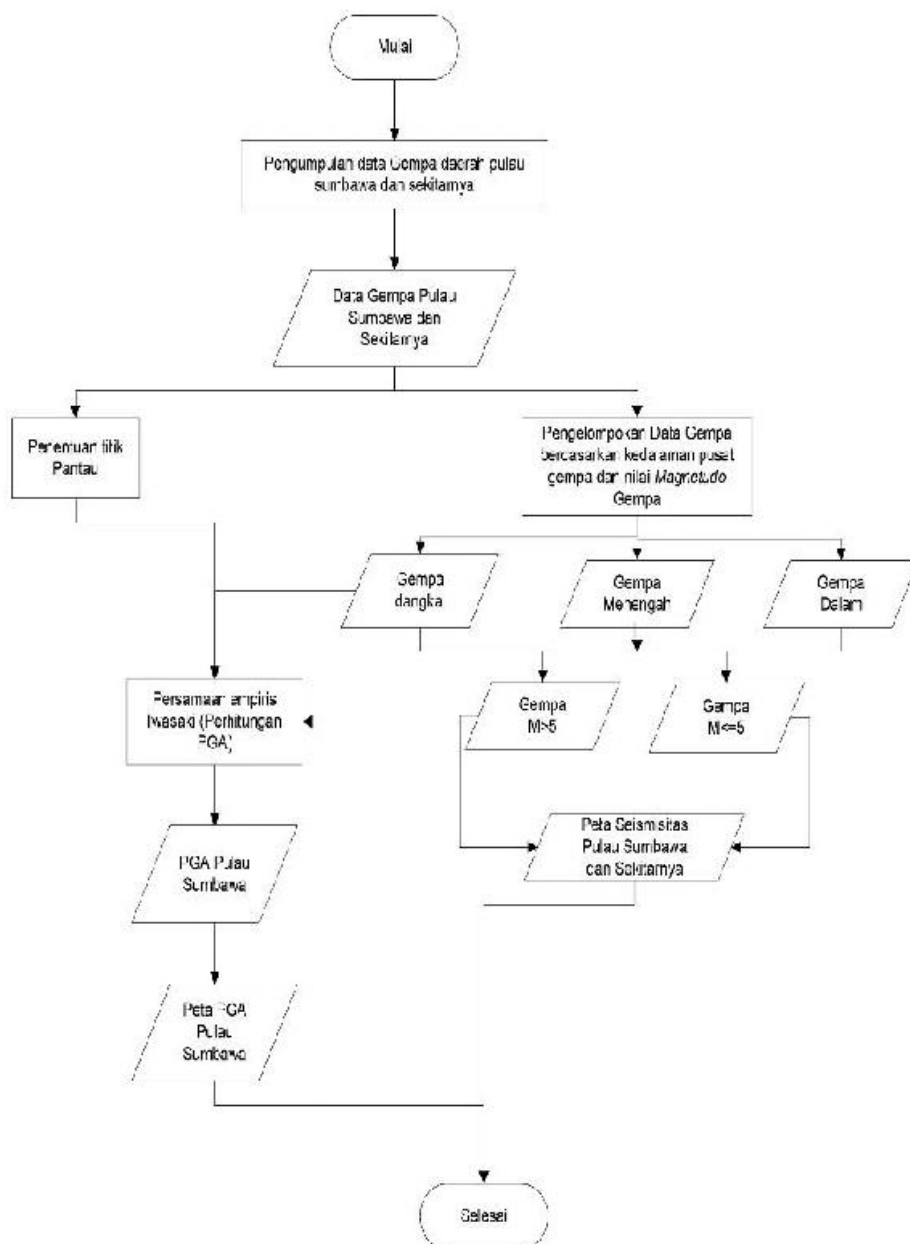
$$PGA = 34.1 * (10)^{0.308M} (\Delta + 10)^{-0.925} \dots\dots (1)$$

Keterangan:

PGA : nilai percepatan getaran tanah titik pengamatan (*gal*)

M : *magnitude* gempa (skala richter)

Δ : Jarak Episenter (km)



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian (Sumber: Analisis, 2015)

Sedangkan untuk menghitung jarak episenter dari pusat gempa ke titik pengamatan, dapat menggunakan persamaan :

$$\Delta = 111,322 * \sqrt{((\text{Long}_1 - \text{Long}_2)^2 + (\text{lat}_1 - \text{lat}_2)^2)} \quad (2)$$

Keterangan:

- Δ : Jarak Episenter (km)
- Long_1 : Koordinat bujur sumber gempa (derajat)
- Long_2 : Koordinat bujur titik/lokasi pengamatan (derajat)
- Lat_1 : Koordinat lintang sumber gempa (derajat)
- Lat_2 : Koordinat lintang titik/lokasi pengamatan (derajat)

Nilai PGA yang didapatkan dikonversi kedalam tabel intensitas MMI dan tingkat risiko kerusakannya. Hubungan nilai PGA, intensitas MMI dan tingkat risiko kerusakan dapat terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tingkat Risiko Gempabumi

No	Tingkat Risiko	Percepatan (gal)	Intensitas (MMI)
1	Risiko sangat kecil	< 25	< VI
2	Risiko kecil	25 - 50	VI - VII
3	Risiko sedang satu	50 - 75	VII - VIII
4	Risiko sedang dua	75 - 100	VII - VIII
5	Risiko sedang tiga	100 - 125	VII - VIII
6	Risiko besar satu	125 - 150	VIII - IX
7	Risiko besar dua	150 - 200	VIII - IX
8	Risiko besar tiga	200 - 300	VIII - IX
9	Risiko sangat besar satu	300 - 600	IX - X
10	Risiko sangat besar dua	> 600	> X

Sumber : Fauji dkk, 2005 dalam Edwiza, 2008

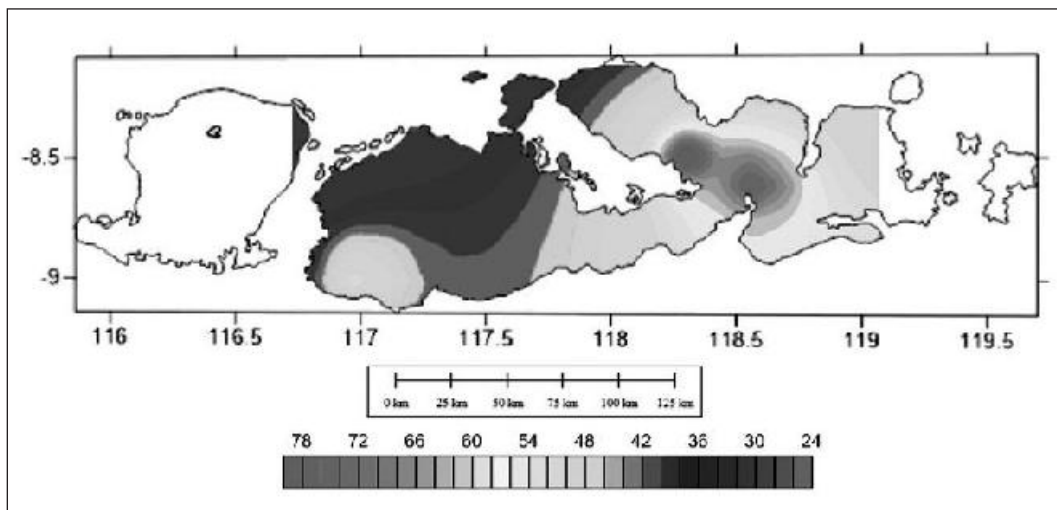
Luas Daerah yang diamati sekitar 32.400 Km², dengan sebaran titik pemantauan dapat terlihat pada Gambar 2.



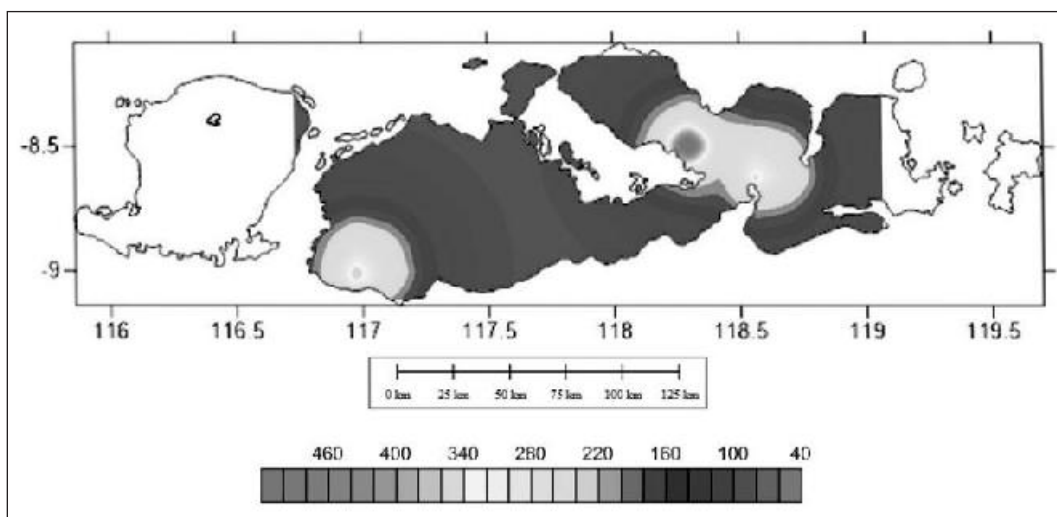
Gambar 2. Sebaran titik pemantauan (Sumber : Analisis, 2015)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil didapatkan dari perhitungan nilai PGA (*Peak Ground Aceleration*) dengan menggunakan metode *Iwasaki*, sehingga peta nilai PGA rata-rata dan PGA maksimum Pulau Sumbawa dapat terlihat secara berturut-turut pada Gambar 3 dan Gambar 4. PGA rata-rata adalah PGA yang didapatkan dari hasil meratakan nilai PGA yang ada pada setiap titik pemantauan. Sedangkan PGA maksimum adalah PGA yang didapatkan dengan mengambil nilai PGA terbesar di masing-masing titik pemantauan dari hasil perhitungan berdasarkan data-data gempa signifikan yang terjadi di Pulau Sumbawa dan sekitarnya dengan kriteria gempa adalah gempa dangkal dengan nilai *magnitude* diatas lima skala *ricter*. Nilai PGA rata-rata penulis sajikan hanya sekedar untuk melihat nilai rata-rata PGA Pulau Sumbawa yang didapatkan dari beberapa gempa. Selain itu PGA rata-rata digunakan untuk menganalisa daerah yang paling sering terkena oleh gempa, karena perhitungan PGA yang digunakan dalam penelitian ini adalah perhitungan dengan parameter utamanya adalah jarak episenter dan *magnitude* gempa. Sedangkan nilai PGA maksimum penulis jadikan sebagai data untuk penentuan zona kerawanan Pulau Sumbawa dari aspek nilai PGA.



Gambar 3. Peta PGA Rata-Rata Pulau Sumbawa (Sumber : Analisis, 2015)



Gambar 4. Peta PGA Maksimum Pulau Sumbawa (Sumber : Analisis, 2015)

Perhitungan nilai PGA di setiap titik pantau untuk masing-masing gempa didapatkan nilai PGA terkecil mulai 18-174 gal hingga nilai PGA terbesar mulai 52-524 gal jika dilihat dari nilai PGA maksimum dari hasil perhitungan dengan patokan beberapa gempa dangkal dan memiliki nilai *magnitude* di atas 5, maka konversi dari nilai PGA ke intensitas dengan skala MMI berada pada tingkat “VII-VIII” s/d “VIII-IX”,

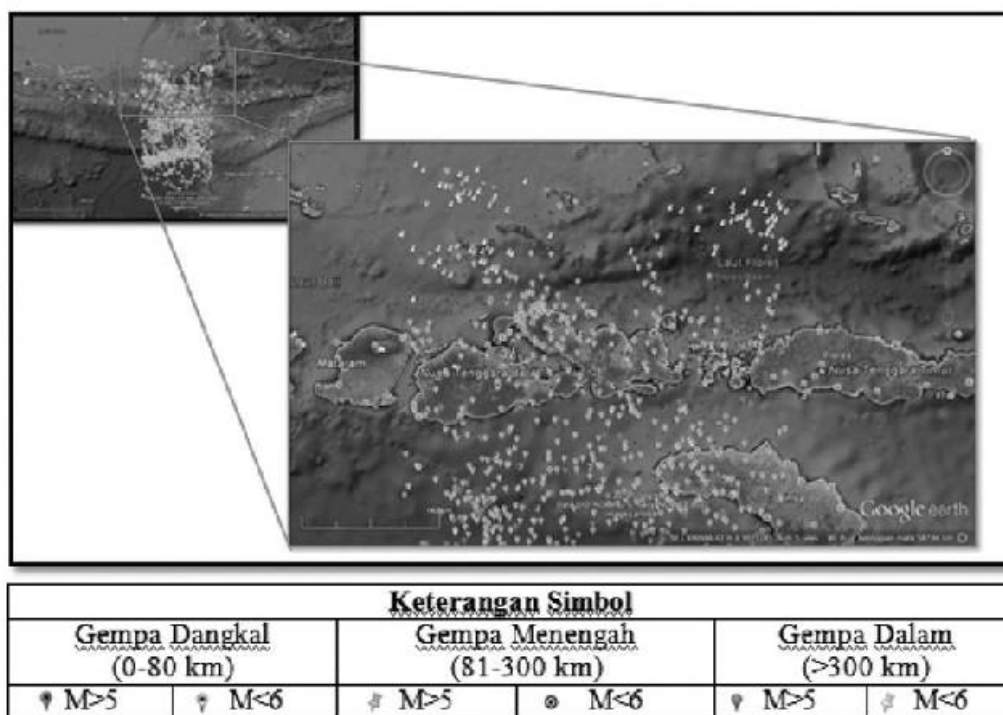
atau berada pada tingkat risiko mulai dari “risiko sedang satu” s/d “risiko besar tiga”. Perbedaan nilai PGA pada makalah ini dipengaruhi oleh jarak episenter dan nilai *magnitude* gempa yang diambil sebagai data perhitungan dengan menggunakan metode *Iwasaki* dengan mengasumsikan keadaan semua daerah pengamatan memiliki struktur geologi yang homogen.

Gambar 4 memperlihatkan pola nilai sebaran PGA Pulau Sumbawa, dimana terlihat perbedaan tiga warna mencolok, yaitu warna ungu hingga biru, warna hijau, dan warna kuning hingga merah. Warna-warna tersebut penulis jadikan sebagai batasan zona dengan kategori aman, kurang aman, dan bahaya, dengan spesifikasi warna ungu hingga biru sebagai zona aman, warna hijau sebagai zona kurang aman, dan warna kuning hingga merah sebagai zona berbahaya.

Sebagai parameter tambahan digunakan peta seismisitas Pulau Sumbawa, dimana terlihat bahwa gempa dangkal dan memiliki nilai *magnitude* diatas lima Skala *Richter* banyak terjadi di lokasi sebelah timur Pulau Sumbawa, tepatnya di rentang koordinat sekitar (8,5° s/d 9°)LS - (118° s/d 118,5°)BT. Untuk melihat distribusi gempa yang terjadi di Pulau Sumbawa dan sekitarnya, dapat terlihat dan terwakili oleh Gambar 3, dan Gambar 5, dengan landasan yang telah penulis paparkan sebelumnya.

Secara garis besar, distribusi gempa dalam terakumulasi di bagian utara Pulau Sumbawa yang diidentifikasi karena subduksi lempeng Australia terhadap lempeng Eurasia sedangkan untuk gempa menengah dan dangkal terdistribusi hampir merata di sebagian besar Pulau Sumbawa dengan frekuensi kejadian gempa dangkal lebih tinggi dibandingkan dengan gempa menengah.

Frekuensi kejadian gempa yang terjadi di beberapa lokasi di Pulau Sumbawa menjadi parameter tambahan untuk penentuan pembagian zona rawan bahaya seismik dengan klasifikasi makin besar frekuensi kejadian gempa daerah tersebut, maka makin besar pula potensi bahaya seismik yang terjadi.



Gambar 5. Peta Distribusi Gempa Pulau Sumbawa (Sumber : Analisis, 2015)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat diuraikan kesimpulan sebagai berikut :

Dari analisa nilai PGA rata-rata dan maksimum berdasarkan perhitungan dengan menggunakan metode *Iwasaki* didapatkan nilai sebaran PGA rata-rata mulai 18-174 gal dan PGA maksimum mulai 52-524 gal, dengan distrubsi gempa terbanyak yang terjadi di sekitar Pulau Sumbawa adalah gempa dengan kla-sifikasi gempa dangkal dengan M<6. Sehingga Pulau Sumbawa dapat dipetakan menjadi 3 zona utama berdasarkan nilai PGA maksimum, dengan konsistensi yang berbeda, yaitu zona aman, kurang aman, dan bahaya yang berturut-turut diwakili oleh Gambar 4 dengan warna “ungu s/d biru”, “Hijau”, dan “kuning s/d

merah”. Sedangkan dari aspek seismisitasnya, zona paling rawan Pulau Sumbawa berada pada koordinat sekitar (8,5°s/d 9°)LS - (118° s/d 118,5°)BT.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada BMKG Yogyakarta, Khususnya pak Nugroho Budi Wibowo yang telah meminjamkan data gempa Pulau Sumbawa dan sekitarnya sebagai data dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Douglas, J. 2001. “Engineering Seismology and Earthquake Engineering”, Imperial College of Science, Technology and Medicine. Civil Engineering Departement. London.
2. Edwiza Daz dan Novita Sri, 2008, “Pemetaan Percepatan Tanah Maksimum Dan Intensitas Seismik Kota Padang Panjang Menggunakan Metode Kanai”, No. 29 Vol. 2 Thn. XV April 2008, Laboratorium Geofisika Jurusan Teknik Sipil Unand
3. Edwiza, D., 2008. Analisis Terhadap Intensitas Dan Percepatan Tanah Maksimum Gempa Sumbar 1 (29) Thn. XV April 2008, Laboratorium Geofisika Jurusan Teknik Sipil Unand
4. Ibrahim, G., Subardjo. 2005. Pengetahuan Seismologi. BMG. Jakarta.
5. Kertapati, E. K., 2006. Aktivitas Gempabumi di Indonesia: Perspektif Regional pada Karakteristik Gempabumi Merusak, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Pusat Survei Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
6. Subardjo, 2001, “Intensitas Seismik Maksimum dan Percepatan Tanah Untuk Beberapa Kota di Indonesia”, Badan Meteorologi dan Geofisika, Jakarta.

BAGIAN II

GUNUNGAPI

HUBUNGAN SEBARAN ENDAPAN PIROKLASTIKA DAN TINGKAT KERUSAKAN BANGUNAN PERMUKIMAN PADA KASUS ERUPSI GUNUNG KELUD 2014 DI KABUPATEN KEDIRI, PROVINSI JAWA TIMUR

Oleh:

**Eko Teguh Paripurno^{a,b,*}, Arif Rianto Budi Nugroho^{a,b} Magdalena Ritonga^b,
Dicky Ronald^b**

^aProgram Studi Teknik Geologi UPN "Veteran" Yogyakarta, Jalan Lingkar Utara Yogyakarta

^bPusat Studi Manajemen Bencana UPN "Veteran" Yogyakarta, Jalan Babarsari Yogyakarta

*paripurno@gmail.com

Abstrak

Gunungapi Kelud merupakan salah satu gunungapi aktif yang berada di Provinsi Jawa Timur yang secara geografis terletak pada posisi 7°56'00" LS dan 112°18'30" dan secara administratif termasuk ke dalam 3 Kabupaten kota yaitu Kabupaten Blitar, Kabupaten Kediri dan Kabupaten Malang. Sejarah mencatat G. Kelud telah mengalami letusan sebanyak 31 kali yang di perkirakan sejak tahun 1000 sampai tahun 1990 telah merenggut korban sekitar ±15.000 jiwa. Erupsi G. Kelud pada 13 Februari 2014 merupakan letusan besar yang terjadi sejak tahun 1990, meskipun tidak banyak menelan korban jiwa tetapi letusan yang terjadi memiliki dampak luas. Sebaran endapan piroklastika jatuhnya di sekitar gunungapi berdasarkan diameter komponen menunjukkan diameter 0,5-2 mm pada radius lebih dari 11 kilometer, diameter 4-6 mm pada radius 7-11 kilometer, diameter 7-9 mm pada radius 3-7 kilometer, serta diameter lebih besar dari 25 cm pada radius kurang dari 3 kilometer. Berdasarkan ketebalan menunjukkan ketebalan 0,5-3 cm pada radius 14-19 kilometer, ketebalan 3-5 cm pada radius 9-14 kilometer, serta ketebalan lebih dari 5 cm pada radius kurang dari 9 kilometer. Kerusakan bangunan permukiman dipengaruhi oleh (1) beban rata-rata endapan piroklastik, dan (2) bentuk dan struktur atap bangunan. Membandingkan hasil pengkajian kebutuhan pasca bencana (Jitu Pasna) menunjukkan dengan besar beban terhadap bangunan fisik terdapat adanya anomali kecenderungan kerusakan. Kontruksi jenis dan kemiringan berpengaruh besar pada tingkat kerusakan. Atap perlu mempunyai kemiringan lebih besar dan memperkecil ruang beban menjadi hal penting dalam pengurangan risiko kerusakan permukiman.

Kata kunci: G. Kelud, endapan piroklastika, kerusakan permukiman.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

G. Kelud merupakan salah satu gunungapi aktif yang berada di Provinsi Jawa Timur yang secara geografis terletak pada posisi 7°56'00" LS dan 112°18'30" dan secara administratif termasuk ke dalam 3 kabupaten kota yaitu Kabupaten Blitar, Kabupaten Kediri dan Kabupaten Malang. Daerah penelitian mencakup Kecamatan Ngancar, Plosoklaten, Puncu, Kepung, Pare dan Wates. Untuk mencapai daerah telitian, bisa di tempuh dari Surabaya maupun dari Yogyakarta dengan jarak tempuh yang berbeda.

Sejarah mencatat G. Kelud telah mengalami letusan sebanyak 31 kali yang diperkirakan letusan sejak tahun 1000 sampai tahun 1990 yang merenggut korban sekitar ±15.000 jiwa, aktivitas G. Kelud mulai terpantau aktif kembali pada tahun 2007 yang ditunjukkan dengan adanya perkembangan dari kubah lava yang berada pada kawah G. Kelud. Pada tanggal 13 Februari 2014 yang lalu G. Kelud kembali erupsi dengan tipe eksplosif, dengan material piroklastik mencapai 200 juta m³. Erupsi tersebut menunjukkan ada perubahan karakter erupsi dari sebelumnya bersifat efusif (2007) menjadi eksplosif kembali, seperti yang telah terjadi pada tahun 1990.

Meskipun erupsi tersebut tidak menelan korban jiwa tetapi erupsi tersebut memiliki dampak lebih

besar bagi Pulau Jawa karena endapan material hasil erupsi tersebar hingga Yogyakarta dan Jawa Barat. Endapan hasil erupsi G. Kelud pada tahun 2014 memiliki karakter yang beragam mulai dari piroklastik yang berukuran bongkah hingga debu halus, serta litologi litik andesit sampai batu apung. Perbedaan sifat tersebut akan memberikan akibat yang berbeda pada tingkat kerusakan, sehingga sangat penting untuk mengetahui karakter material tersebut.

Permukiman merupakan sektor paling terkena dampak erupsi G. Kelud. Data Kabupaten Kediri mengemukakan bahwa kerusakan permukiman terutama terjadi di Kecamatan-Kecamatan Puncu, Kepung, Ngancar dan Plosoklaten, dengan keseluruhan kerusakan 16.980 unit. Pada Kabupaten Blitar, terdapat 405 unit di Kecamatan Nglepok, sedang di Kabupaten Malang kerusakan karena erupsi dan lahar dingin mengakibatkan 4.444 unit rumah rusak. Kerusakan tersebut tersebar di kecamatan-kecamatan Ngantang, Kasembon dan Pujon.

1.2. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memastikan karakter endapan piroklastika G. Kelud hasil erupsi 2014 dari sisi litologi, besar butir, ketebalan, dan berat jenis. Hasil penelitian ini dapat diketahui kecenderungan beban endapan piroklastika, dan serta hubungannya dengan tingkat kerusakan bangunan permukiman

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam analisis tsunami multi-skenario adalah modifikasi metode Berryman (2006). Metode Berryman menggunakan 3 variable dalam perhitungan bahaya tsunami, antara lain yaitu elevasi, kekasaran permukaan, dan ketinggian gelombang.

Pengambilan data ketebalan endapan piroklastika, bentuk dan ukuran komponen, sifat fisik dan kimia komponen, didapatkan dari pengamatan dan pengukuran di lapangan dengan *stratified random sampling*. Pengambilan sampel pengukuran dan pengamatan langsung di lapangan dilakukan terhadap 327 titik pengamatan, dengan memperhatikan strata yang ada. Dalam metoda ini endapan piroklastika diasumsikan sebagai satu populasi. Anggota populasi dipilah-pilah menjadi sub-sub populasi secara homogen dari sifat yang heterogen secara proporsional. Pengukuran dan pengamatan ini diharapkan dapat mewakili setiap strata atau tingkatan ketebalan yang dikelompokkan berdasarkan jauh dekatnya endapan piroklastika dari sumber letusan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Sifat Fisik Piroklastika

Endapan piroklastika disusun oleh komponen dominan andesit dan andesit piroksen. Andesit merupakan batuan beku intermediet vulkanik, warna coklat, kristalinitas hipokristalin, granularitas afanitik sampai fanerik sedang, bentuk kristal euhedral sampai subhedral, ukuran kristal 0,1 sampai 1,5 mm, relasi inequigranular vitroferik, disusun oleh masa dasar gelas, plagioklas, hornblende, mineral opak. Andesit piroksen merupakan batuan beku intermediet vulkanik, warna coklat muda, kristalinitas hipokristalin, granularitas afanitik sampai fanerik sedang, bentuk kristal euhedral sampai subhedral, ukuran kristal 0,1 sampai 4 mm, relasi inequigranular vitroferik, disusun oleh masa dasar gelas, plagioklas, piroksen, mineral opak. Pada daerah yang mengalami kerusakan parah didominasi oleh batuan andesit dan andesit piroksen dengan ukuran kristal 0,1 - 4 mm.

Pengukuran kandungan air asli dan porositas dari endapan piroklastik pada daerah penelitian didapatkan hasil sebagai berikut: nilai porositas andesit antara 8,93 - 9,38% dengan kadar air 0,23 - 0,68%, sedang pada pumice mempunyai nilai porositas 55,26 - 77,82 % dan kadar air 1,12 - 2,24%. Pumice merupakan material yang mudah terisi dengan air apabila terkena hujan karena memiliki tingkat porositas diatas 50%. Porositas akan meningkatkan pembebanan yang ditimbulkan oleh material tersebut apabila kondisi basah.

3.2. Ukuran Butir Piroklastika

Ukuran butir endapan piroklastik pasca erupsi tahun 2014 dapat dibagi menjadi 4 kelompok yang didasarkan pada ukuran butir dengan pendekatan penggunaan skala *Wen-worth*. Dalam proses analisis ukuran butir dilakukan penyederhanaan terhadap distribusi besar butir dari endapan piroklastik yang di

bandingkan dengan jarak dari pusat erupsi dan didapatkan 4 zona ukuran butir yang dominan secara umum dijumpai pada daerah penelitian yaitu Zona 1 (berangkal sampai bongkah), Zona 2 (kerakal sampai berangkal), Zona 3 (pasir sangat kasar sampai kerakal), Zona 4 (pasir sangat halus sampai pasir sangat kasar).

Zona 1 didominasi oleh endapan piroklastika dengan ukuran komponen utama terdiri dari Bom/blok berukuran berangkal sampai bongkah (64 - 256 mm). Zona ini berada pada wilayah dalam radius kurang dari 3 kilometer dari puncak G. Kelud. Tidak ada permukiman di kawasan ini. Kawasan hutan yang berada di zona ini mengalami kerusakan sangat parah.

Tabel 1. Hubungan Tingkat Beban dan Tingkat Kerusakan

No.	Tingkat Beban	Beban (Kg/m ²)	Tingkat Kerusakan	Keterangan
1.	Sangat Berat	(> 19 kg/m ²)	Sangat Berat	Kerusakan pada seluruh atap bangunan utama dan bangunan tambahan
2.	Berat	(7 - 19 kg/m ²)	Berat	Kerusakan pada sebagian besar atap bangunan utama dan bangunan tambahan
3.	Sedang	(3 - 7 kg/m ²)	Sedang	Kerusakan pada sebagian kecil atap bangunan utama dan bangunan tambahan
4.	Ringan	(1-3 kg/m ²)	Ringan	Kerusakan pada bangunan tambahan, tidak pada bangunan utama
5.	Sangat Ringan	(< 1 kg/m ²)	Sangat Ringan	Sedikit kerusakan pada bangunan tambahan, tidak pada bangunan utama

Zona 2 didominasi oleh endapan piroklastik dengan komponen utama bom/blok berukuran kerakal sampai berangkal (4 - 64 mm). Komponen piroklastika berukuran berangkal dijumpai sebagai andesit dan pumice; sedang komponen berukuran kerakal dijumpai sebagai batuan andesit, dan pumice. Zona ini berada radius antara 3 - 7 kilometer dari puncak G. Kelud. Desa-desa yang berada pada zona ini yaitu Satak, Puncu, Sepawon, Sugihwaras, Besowo, Puncu, Ngantang, Kebonrejo, dan Desa Kampungbaru yang berjarak sekitar 5 kilometer dari puncak G. Kelud.

Zona 3 didominasi oleh endapan piroklastik berukuran pasir kasar sampai kerakal (1 - 4 mm). Komponen utama berupa pecahan batuan, dengan presentase pasir kasar 60%, pecahan batuan 30%, dan pasir halus 10%. Endapan piroklastik ini berada pada radius 7 - 11 kilometer dari puncak. Desa-desa yang termasuk dalam zona ini antara lain Babadan, Ngancar, Sepawon, Manggis, Siman, Bayem, dan Kepung.

Tabel 2. Tingkat Beban dan Tingkat Kerusakan

No.	Desa	Tingkat Beban	Jumlah Kerusakan	Tingkat Kerusakan	Keterangan
1.	Puncu	Berat	2598	Berat	
2.	Satak	Berat	1284	Berat	
3.	Asmorobangun	Sedang	2765	Berat	Anomali
4.	Manggis	Sedang	365	Sedang	
5.	Ngancar	Sedang	331	Sedang	
6.	Sugih waras	Sedang	356	Sedang	
7.	Babadan	Sedang	342	Sedang	
8.	Kepung	Sedang	438	Sedang	
9.	Sepawon	Ringan	48	Sedang	Anomali
10.	Wonorejo	Ringan	30	Ringan	
11.	Ploso kidul	Ringan	26	Ringan	
12.	Jarak	Ringan	34	Ringan	
13.	Sumber agung	Ringan	30	Ringan	
14.	Pranggang	Ringan	30	Ringan	
15.	Ploso lor	Ringan	30	Ringan	
16.	Klanderan	Ringan	12	Ringan	

Zona 4 didominasi oleh kehadiran material pasir sangat halus - pasir sangat kasar, serta di temukan pecahan batuan berukuran kerikil (0,5- 1 mm), serta sedikit pecahan batuan andesit dan pumice. Keberadaan pasir sedang - halus lebih dari 80%. Endapan ini berada pada radius lebih dari 11 kilometer dari puncak G. Kelud. Desa-desa yang termasuk pada zona ini yaitu Tempurejo, Jarak, Ploso Lor, Ploso Kidul, Watugede, Gedangsewu, Gondang, Panjer, Kencong, Keling, Tertek, Tiru Kidul, Klanderan, Keling, Kandangan, dan Damarwulan.

3.3. Ketebalan Piroklastika

Data ketebalan endapan proklastik pasca erupsi tahun 2014 dapat dibagi menjadi 5 kelompok yang didasarkan pada perubahan ketebalan yang diperkirakan berpengaruh pada bangunan permukiman. Dalam proses analisis ukuran butir dilakukan penyederhanaan terhadap distribusi ketebalan endapan piroklastik yang dibandingkan dengan jarak dari pusat erupsi dan didapatkan 5 zona ketebalan yang dominan secara umum dijumpai pada daerah penelitian yaitu Zona 1 (ketebalan lebih dari 10 cm), Zona 2 (ketebalan 7,5 - 10 cm), Zona 3 (ketebalan 5 - 7,5 cm), Zona 4 (ketebalan 2,5 - 5 cm) dan Zona 5 (ketebalan kurang dari 2,5 cm).

Zona 1 berada pada jarak kurang dari 3 kilometer dari pusat erupsi, dengan variasi ketebalan piroklastika lebih dari 10 cm. Material penyusun didominasi oleh endapan piroklastika berukuran berangkal sampai bongkah yang menghancurkan kawasan wista dan hutan di sekitar puncak G. Kelud.

Zona 2 berada pada radius 3 - 7 kilometer dari pusat erupsi, dengan variasi ketebalan endapan piroklastika antara 7,5 - 10 cm. Material penyusun didominasi oleh endapan piroklastik berukuran kerakal sampai berangkal. Sebagian besar permukiman di zona ini mengalami kerusakan parah. Desa-desa yang berada di zona ini adalah Besowo, sebagian Puncu, dan sebagian Kebonrejo

Zona 3 berada pada radius 7 - 11 kilometer dari pusat erupsi, dengan variasi ketebalan antara 5 - 7,5 cm. Material penyusun didominasi oleh endapan piroklastik berukuran antara kerakal sampai pasir kasar. Sebagian besar permukiman di zona ini mengalami kerusakan sedang - parah. Desa-desa yang berada di zona ini adalah Kampungbaru, sebagian Puncu, Satak, Sepawon, Ngancar, Jarak, Manggis dan sebagian Kebonrejo.

Zona 4 daerah dengan jarak 11 - 17 kilometer dari sumber letusan didapatkan variasi ketebalan antara 2,5 - 5 cm dengan material piroklastik yang berukuran pasir sedang sampai pasir halus dengan sedikit pecahan batuan sehingga hanya menimbulkan kerusakan ringan pada permukiman warga. Desa-desa yang terkena kerusakan ringan antara lain meliputi Sukosari, Brumbung, Klanderan, Watugede dan Siman.

Zona 5 daerah dengan jarak lebih dari 17 kilometer dari sumber letusan didapatkan variasi ketebalan kurang dari 2,5 cm dengan material piroklastik yang berukuran pasir sedang - pasir sangat halus dengan sedikit pecahan batuan sehingga tidak menimbulkan kerusakan pada permukiman warga. Desa-desa yang tidak terdapat kerusakan antara lain meliputi Kandangan, Klampisan, dan Banaran.

3.4. Tingkat Kerusakan dan Beban Piroklastika

Tingkat kerusakan pada atap permukiman berhubungan selaras dengan tingkat pembebanan. Besar beban rata-rata setiap satuan luas dapat dihitung dari pengalihan ketebalan dan berat jenis banyuan penyusun endapan piroklastika. Tingkat beban ditentukan berdasarkan besaran beban dalam kilogram, setiap meter persegi (kg/m^2). Pengelompokan tingkat beban terdiri dari sangat berat, berat, sedang, ringan, sangat ringan. Tingkat kerusakan ditentukan berdasarkan bagian permukiman yang rusak karena beban. Pengelompokan tingkat kerusakan terdiri dari sangat berat, berat, sedang, ringan dan sangat ringan-aman.

Desa-desa Puncu, Satak dan Asmorobangun mengalami kerusakan berat. Desa-desa Manggis, Ngancar, Sugihwaras, Babadan, Sepawon dan Kepung mengalami kerusakan sedang. Desa - desa Wonorejo, Plosokidul, Jarak, Sumberagung, Pranggang, Plosolor, dan Kanderan mengalami kerusakan ringan. Di luar desa-desa tersebut tidak terjadi kerusakan yang berarti. Anomali yang terjadi pada Desa Asmorobangun dan Desa Sepawon. Pada kedua desa tersebut terjadi anomali hubungan tingkat beban dan tingkat kerusakan. Anomali tersebut terjadi karena kecenderungan kualitas bangunan dan atap rumah berada di bawah standar.

3.5. Tipe dan Kemiringan Atap

Tipe dan kemiringan atap memegang peranan penting pada pengurangan tingkat kerusakan. Kontruksi merupakan salah satu faktor berpengaruh dalam menahan beban endapan piroklastika. Sekitar 82% dari 16.980 rumah yang rusak di daerah telitian merupakan perumahan permanen dengan kontruksi sederhana. Permukiman tersebut sebagian besar merupakan adaptasi rumah adat Jawa dengan atap kampung (pelana) maupun limasan (perisai) dengan sudut kecil (20 - 25 derajat).



Gambar 1. Atap Pelana (kiri) dan Tameng (kanan) Dengan Sudut Rendah.

Atap limasan (tameng) terdiri dari empat bidang atap, dua bidang bertemu pada satu garis bubungan jurai dan dua bidang bertemu pada garis bubungan atas. Jika dilihat terdapat dua bidang berbentuk trapesium dan dua bidang berbentuk segitiga. Konstruksi atap ini mempunyai sudut landai dan memiliki luas bidang pembebanan yang besar. Atap pelana terdiri dari dua bidang atap miring yang tepi atasnya bertemu pada satu garis lurus, dinamakan bubungan. Tepi bawah bidang atap, tempat air itu meninggalkan atap dinamakan teritis. Pada tepi teritis ini dapat dipasang talang air. Bahan penutupnya menggunakan genteng biasa (genteng kampung) maupun seng gelombang. Bentuk atap pelana digunakan untuk rumah sederhana. Atap jenis ini bersudut kecil dan mempunyai bidang pembebanan luas, seluas separuh ruangan.

Kecenderungan sudut kecil (10-25 derajat) pada kedua jenis atap tersebut menyebabkan material yang jatuh ke atas atap tidak langsung meluncur ke permukaan tanah. Endapan piroklastika yang tertahan di atas atap dan tidak dibersihkan menyebabkan atap jebol atau rangka utama dari bangunan yang runtuh karena beban yang terlalu berat. Untuk kedua jenis atap tersebut diperlukan peningkatan sudut menjadi bersudut sedang (25-60 derajat) agar endapan piroklastik mudan meluncur, sekaligus memperkecil ruang beban.

Model atap lain yang terdapat di daerah penelitian adalah atap masjid dan joglo, Keduanya bentukan atap yang memiliki sudut tajam (60 - 75 derajat) di bagian tengahnya, serta bersudut kecil sampai sedang di bagian tepinya. Kemiringan atap yang tajam akan mengurangi pembebanan oleh endapan piroklastik karena material akan langsung meluncur ke permukaan tanah karena kemiringan atap yang besar. Permasalahan sering terjadi pada pengumpulan beban pada tekuk atap. Model atap seperti ini lebih aman, tetapi memiliki kelemahan dari sisi ketahanan dan perawatan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Piroklastika disusun atas komponen litik andesit dan andesit piroksen serta batu apung.
2. Piroklastika berukuran berangkal sampai bongkah hadir pada radius kurang dari 3 kilometer, kerakal sampai berangkal pada radius 3 sampai 7 kilometer, pasir sangat kasar sampai kerakal pada radius 11 sampai 17 kilometer, dan pasir sangat halus sampai pasir sangat kasar pada radius lebih dari 17 kilometer.
3. Ketebalan endapan piroklastika lebih dari 10 cm terdapat di radius kurang dari 3 kilometer, ketebalan 7,5 sampai 10 cm terdapat pada radius 3 sampai 7 kilometer, ketebalan 5 sampai 7,5 cm terdapat pada radius 7 sampai 11 kilometer, ketebalan 2,5 sampai 5 cm terdapat pada radius 11 sampai 17 kilometer, ketebalan kurang dari 2,5 terdapat pada radius 17 kilometer.
4. Tingkat kerusakan permukaan berhubungan dengan besar beban pada atap. Kerusakan sangat berat

disebabkan beban lebih dari 19 kg/m², kerusakan berat oleh beban 7 sampai 19 kg/m², kerusakan sedang oleh beban 3 sampai 7 kg/m², kerusakan ringan oleh beban 1 sampai 3 kg/m², dan kerusakan sangat ringan oleh beban kurang dari 1 kg/m².

5. Kerusakan permukiman dipengaruhi oleh tipe dan kemiringan atap. Kerusakan terjadi pada bangunan dengan tipe atap limasan dan pelana yang bersudut kecil, 10 sampai 25 derajat, dengan bidang beban luas.
6. Penyimpangan hasil dari pengkajian hasil kebutuhan pasca bencana dan kerusakan permukiman dapat terjadi karena kualitas bangunan di bawah standar atau kesalahan pengkajian.

Saran

Konstruksi atap permukiman dalam radius 7 kilometer perlu mempertimbangkan beban endapan piroklastika sampai dengan 19kg/m², dengan sudut 25 sampai 60 derajat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada kawan-kawan Jangkar Kelud (Jangkane Kawula Redi Kelud), Komunitas Pencinta Alam Pemerhati Lingkungan (KAPPALA) Indonesia, Program Studi Teknik Geologi UPN "Veteran" Yogyakarta, dan Pusat Studi Manajemen Bencana (PSMB) UPN "Veteran" Yogyakarta, yang membantu dan memfasilitasi penelitian sehingga memungkinkan untuk dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2014, Rencana Aksi Rehabilitasi dan Rekonstruksi Pascabencana Erupsi dan Lahar Dingin Gunung Kelud, 2014–2015
2. Cas, R.A.F. & Wright, J.V. 1987, Volcanic Successions Modern and Ancient, Allen & Unwin, London.
3. Fisher, R.V. & Schmincke, H.U. 1984. Pyroclastic Rocks. Berlin: Springer Verlag
4. Fisher, R.V., 1991, Sedimentation in Volcanic Setting, Society for Sedimentary Geology, Oklahoma
5. Paripurno, ET & Nugroho, ARB, 2011, Community-Based Disaster Risk Reduction in East Jawa, Indonesia, in Risk Returns - International Strategy for Disaster Risk Reduction (ISDR), Halaman 146-148, 978-0-9568561-0-4

PELIBATAN PEREMPUAN DALAM MONITORING REHABILITASI DAN REKONSTRUKSI PASCA ERUPSI MERAPI 2010 MELALUI KEGIATAN KORAN IBU DI HUNIAN SEMENTARA GONDANG 1, CANGKRINGAN, SLEMAN, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Oleh:

Amin Nurohmah^{a,1*}, Ninik Sri Rahayu^{a,2,#}

^aPusat Studi Gender Universitas Islam Indonesia, Kampus Terpadu UII, Jl. Kaliurang 14,5, Sleman, Yogyakarta

*amin.nurrohmah8@gmail.com

#a_srioto@yahoo.co.id

Abstrak

Program Koran ibu sebagai salah satu upayan pelibatan perempuan dalam monitoring rehabilitasi dan rekonstruksi pasca bencana erupsi merapi ini dilakukan di lokasi Hunian Sementara Gondang 1, Cangkringan, Sleman, Yogyakarta. Peserta kegiatan koran ini adalah 30 perempuan (ibu-ibu) di lokasi pengungsian yang aktif dalam kegiatan PKK, atau aktif sebagai anggota kelompok usaha mikro (industri rumah tangga). Melalui kegiatan koran ibu, aksarawan perempuan diposisikan sebagai pelaku, dimana mereka bertanggung jawab terhadap penyelenggaraannya, mulai dari pencarian berita, foto, penulisan naskah, editing, pencetakan, sirkulasi, dan manajemen, dengan cara khas perempuan dan berbasis pada bahasa ibu. Metode pembelajaran yang diterapkan adalah pendekatan personal, ceramah, diskusi dan praktek sehingga ikatan emosial yang terbangun antara tutor, narasumber dan warga belajar. Hasil pembelajaran memberikan dampak positif warga belajar, diantaranya adalah rasa percaya diri yang meningkat, bertambahnya wawasan dan pengetahuan, memiliki media atau sarana untuk menuangkan gagasan dan ide. Kegiatan koran ibu menghasilkan 3 edisi dengan tema yang berbeda. Edisi pertama bertema "Hunian Impian : Partisipasi Perempuan dalam Proses Pembangunan Hunian Tetap (HunTap) Impian Warga Lereng Merapi". Edisi Kedua memilih Grand theme "Roda Perekonomian di HunTara Shelter Gondang 1". Edisi Ketiga membahas mengenai Isu kesehatan. Motivasi para ibu dalam kegiatan tulis menulis pasca bencana sebagai bentuk monitoring pembangunan perlu untuk terus dipelihara.

Kata kunci: Pelibatan perempuan, monitoring pascabencana, Koran Ibu.

1. PENDAHULUAN

Keaksaraan memainkan peranan yang esensial dalam meningkatkan kehidupan perekonomian individu, kesehatan yang baik, memperkaya masyarakat dengan pembangunan modal manusia, pengembangan identitas budaya dan toleransi, serta mempromosikan partisipasi warga negara. Peningkatan angka keaksaraan orang dewasa adalah sebuah jalan untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia Indonesia dimana secara internasional dapat diukur dari *human development index* (HDI) (Jalal, 2005). Pada tahun 2006 pemerintah sudah menggulirkan Instruksi Presiden Nomor 5 Tahun 2006 tentang Gerakan Nasional Percepatan Penuntasan Wajib Belajar Pendidikan Dasar Sembilan Tahun dan Pemberantasan Buta Aksara di berbagai daerah, namun minimnya bahan bacaan dan ketiadaan ruang untuk mempraktekan keberaksaraan melalui teks tertulis menjadi faktor pemicu besarnya angka 'buta aksara kembali' dari warga belajar.

Pada Tahun 2005 program penuntasan buta aksara di Indonesia telah berhasil menurunkan jumlah penduduk buta aksara dari 9,55% atau sekitar 13 juta jiwa menjadi 3,86% atau sebesar 6,1 juta jiwa pada Tahun 2013 (www.republika.co.id). Berdasarkan data Kementerian Sosial (Kemsos) Tahun 2015 terdapat 12,28% perempuan dalam keadaan buta aksara yang sebagian besar tersebar di wilayah tertinggal, terpencil, dan terdepan (3T) (www.harianterbit.com). Terdapat beragam faktor yang memicu tingginya angka buta huruf di kalangan perempuan yakni tidak pernah bersekolah sama sekali atau putus sekolah. Selain itu, faktor

budaya, sosial, politik, ekonomi, dan gender juga turut berkontribusi terhadap rendahnya tingkat literasi perempuan. Umumnya perempuan buta aksara masuk dalam kategori kelompok masyarakat yang tersulit, baik dari sisi ekonomi (sangat miskin), geografis (terpencil, terpencar, dan terisolasi), maupun secara sosial budaya. Kondisi yang demikian menyebabkan entitas ini tertinggal dalam hal pengetahuan, keterampilan serta sikap mental karena tidak memiliki kemampuan keaksaraan yang memadai.

Keterbelakangan perempuan menyebabkan mereka sangat rentan mengalami berbagai tindak kekerasan dan eksploitasi, baik yang bersumber dari lingkup rumah tangga maupun di lingkungan yang lebih luas. Oleh sebab itu, pers, sebagai kekuatan melawan hegemoni, wadah untuk mengangkat harkat dan martabat perempuan, sarana untuk mengungkapkan gagasan, pemberdayaan bahasa ibu, peningkatan kemampuan baca tulis, harus diletakkan kembali ke punggung perempuan di desa-desa atau komunitas. Salah satu wujudnya adalah melalui program koran ibu. Dalam koran ibu, aksarawan perempuan diposisikan sebagai pelaku, dimana mereka bertanggung jawab terhadap penyelenggaraannya, mulai dari pencarian berita, foto, penulisan naskah, editing, pencetakan, sirkulasi, dan manajemen, dengan cara khas perempuan dan berbasis pada bahasa ibu.

Program Koran ibu dilakukan di lokasi pengungsian Merapi, Gondang 1, Cangkringan, Sleman, Yogyakarta. Saat program tersebut dilaksanakan, kurang lebih 151.336 korban erupsi Gunung Merapi tahun 2010 masih mengungsi dan sebagian menempati *shelter-shelter* pengungsian (BPBD Kabupaten Sleman, 2015), dimana separuh diantaranya adalah kaum perempuan yang tidak memiliki aktivitas ekonomi produktif atau pengangguran disebabkan rusaknya sumber mata pencaharian utama mereka. Target dari program ini adalah 30 perempuan (Ibu-ibu) di lokasi pengungsian yang aktif dalam kegiatan PKK, atau aktif sebagai anggota kelompok usaha mikro (industri rumah tangga). Program ini penting untuk dilakukan sebagai media pendidikan, pemberdayaan perempuan marginal dan tentu saja mendorong kesetaraan dan keadilan gender dimana ketiga isu tersebut selaras dengan butir-butir *Millenium Development Goals* (MDGs).

2. METODE PENELITIAN

Metode pembelajaran yang diterapkan adalah pendekatan personal, ceramah, diskusi, praktek dan penugasan pembuatan koran. Alat peraga yang digunakan adalah modul pelatihan jurnalistik, video manajemen media, alat tulis, papan tulis, LCD, serta berbagai contoh media cetak (seperti surat kabar, majalah, buletin, dan lainnya) sebagai bahan input pengetahuan bagi peserta didik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Persiapan Pembelajaran atau Pendampingan

Pelaksanaan pembelajaran diawali dengan persiapan kegiatan yang dimulai sejak tanggal 9 Juni 2012. Persiapan kegiatan dimulai dengan penyusunan acuan pelaksanaan kegiatan bersama perwakilan warga belajar untuk menentukan jadwal pembelajaran, bahan bacaan atau buku rujukan dan rencana penerbitan serta distribusi Koran Ibu. Tahap sosialisasi pada tanggal 16 Juni 2012 digunakan untuk mensosialisasikan program, menyempurnakan acuan pelaksanaan kegiatan, seleksi peserta didik dan penentuan nama Koran Ibu yang akan digunakan.

Seleksi peserta didasarkan pada faktor motivasi, minat, dan keaktifan dalam kegiatan atau organisasi. Acara tersebut dihadiri oleh 41 ibu-ibu warga *Shelter* Gondang 1, tokoh masyarakat setempat (Kepala Dukuh) dan perwakilan PKBM Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman. Selengkapannya terangkum dalam Tabel 1.



Gambar 1. Sosialisasi Kegiatan Kepada Ibu-Ibu di *Shelter* Gondang 1.
Sumber : Dokumentasi Kegiatan PSG UII, 2012

Tabel 1. Persiapan Kegiatan

No.	Kegiatan	Partisipan
1	Penyusunan acuan pelaksanaan secara partisipatif dalam bentuk rapat terkait:	<ul style="list-style-type: none"> • Tim Pusat Studi Gender • Fasilitator • Wakil ibu-ibu Korban Merapi
	<ul style="list-style-type: none"> • Jadwal pembelajaran/pelatihan dan materi • Bahan bacaan/buku rujukan yang tepat • Rencana penerbitan dan distribusi koran 	
2	Sosialisasi kegiatan kepada ibu-ibu di kawasan <i>shelter</i> Merapi, Gondang 1, Cangkringan, Sleman, DIY dalam bentuk pertemuan. Termasuk untuk lebih menyempurnakan acuan pelaksanaan kegiatan.	<ul style="list-style-type: none"> • Tim Pusat Studi Gender • Fasilitator • 30 orang Ibu-Ibu Korban Merapi di <i>Shelter</i> • Tokoh masyarakat setempat • Perwakilan PKBM di sekitar <i>Shelter</i>

3.2. Pelaksanaan Pembelajaran

Pelatihan jurnalistik dilaksanakan selama empat kali setiap hari Sabtu jam 09.00 WIB, di Balai Desa *Shelter* Gondang 1. Kegiatan pembelajaran terangkum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Pelaksanaan Pembelajaran

No.	Materi	Metode	Bahan Ajar/Media	Pendidik
1	Pengantar jurnalistik	Ceramah, diskusi dan praktek	Buku Modul Pelatihan Jurnalistik AJI, Video manajemen media	Heru Prasetyo, Spd Pemimpin Redaksi Radar Jogja, Jurnalis Senior Aliansi Jurnalis Independen (AJI) Yogyakarta
2	Praktek Reportase	Ceramah, diskusi, praktek	Buku Modul Pelatihan Jurnalistik AJI, Video manajemen media	Pito Agustin, SH Ketua Aliansi Jurnalis Independen Yogyakarta
3	Fotografi dan editing	Praktek	Buku Modul Pelatihan Jurnalistik AJI, Video manajemen media	Heru Prasetyo, Spd Pemimpin Redaksi Radar Jogja, Jurnalis Senior Aliansi Jurnalis Independen (AJI) Yogyakarta
4	Mekanisme susunan dan rapat redaksi	Diskusi dan Praktek	Buku Modul Pelatihan Jurnalistik AJI, Video manajemen media	Masduki, M.Si Dosen prodi Komunikasi UII, Dewan Etik Aliansi Jurnalis Independen (AJI) pusat

a. Pelatihan tahap satu

Pelatihan Jurnalistik tahap satu yang diselenggarakan pada tanggal 23 Juni 2012 diikuti oleh 22 orang ibu-ibu. Materi yang disampaikan adalah pengantar jurnalistik. Kompetensi dasar dari mata pelajaran ini adalah menjelaskan jenis-jenis berita, kriteria penulisan berita langsung dan teknik reportase. Materi pembelajaran berisi mengenai perbedaan jenis-jenis berita, kriteria-kriteria layak berita (*News-worthiness*), kriteria berita berkualitas, prinsip penulisan berita yang jelas, pengertian berita langsung, unsur-unsur penting berita langsung, mengidentifikasi contoh reportase, pengertian reportase dan teknik reportase. Tujuan yang hendak dicapai dari pembelajaran ini adalah peserta didik dapat menjelaskan Jenis-jenis berita, menjelaskan kriteria menulis berita langsung, dan menjelaskan teknik reportase. Pada sesi ini para ibu peserta didik langsung ditugaskan untuk membuat tulisan pendek mengenai pengalaman dan kegiatan yang dilakukan saat berada di lokasi pengungsian maupun setelah berada di hunian sementara. Hasil tulisan kemudian dipresentasikan dan langsung mendapat masukan dari narasumber.

Seluruh peserta didik sebenarnya sudah memiliki keberaksaraan dasar yang cukup, artinya kemampuan untuk membaca sudah baik namun kemampuan untuk mengekspresikan ide, gagasan dalam bentuk teks tertulis masih sangat kurang. Peserta didik mengatakan bahwa kegiatan menulis yang sedang mereka ikuti adalah hal baru sekaligus pengalaman pertama karena aktivitas menulis terakhir yang pernah mereka lakukan adalah ketika masih duduk di bangku sekolah. Menutup sesi ini peserta mendapatkan Pekerjaan Rumah (PR) dari narasumber untuk membuat tulisan untuk menceritakan pengalaman selama tinggal di *Shelter* Merapi Gondang 1, pengalaman saat terjadi dan pasca letusan Merapi. Tugas tersebut dikumpulkan pada pertemuan berikutnya dan kemudian direview oleh narasumber.



Gambar 2. Peserta Didik (Kelompok Ibu) Sedang Membuat Tulisan Pendek.
Sumber: Dokumentasi Kegiatan Koran Ibu PSG UII, 2012.

b. Pelatihan tahap dua

Kegiatan pelatihan tahap dua merupakan kelanjutan dari pelatihan sebelumnya yang dilaksanakan pada tanggal 30 Juni 2012, dan dihadiri oleh 25 peserta didik. Mata Pelajaran yang diberikan adalah praktek reportase, dimana kompetensi dasarnya adalah peserta mampu mempraktekan teknik reportase. Secara rinci materi pembelajaran berisi cara-cara mengidentifikasi fakta saat melakukan reportase, praktek reportase, persiapan jurnalis sebelum melakukan reportase, dan hal-hal yang harus dilakukan saat reportase. Tujuan dari pebelajaran adalah agar peserta didik dapat mengidentifikasi fakta dan dapat melakukan praktek reportase dengan baik. Bentuk penugasan yang diberikan adalah Pekerjaan Rumah (PR) melakukan reportase mengenai kejadian yang ada di sekitar *Shelter* dan membuat tulisan hasil reportase yang dilakukan.



Gambar 3. Pemred Radar Jogja Memberikan Materi Jurnalistik.

Sumber: Dokumentasi Kegiatan Koran Ibu PSG UII, 2012.



Gambar 4. Pelatihan Praktek Reportase oleh Ketua AJI Jogja.

Sumber: Dokumentasi Kegiatan Koran Ibu PSG UII, 2012.

c. Pelatihan tahap tiga

Pelatihan tahap ketiga dilaksanakan pada tanggal 7 Juli 2012 yang diikuti oleh 14 orang peserta didik. Mata pelajaran yang diberikan pada sesi tersebut adalah fotografi dan editing Kompetensi dasar dari mata pelajaran tersebut adalah teknik fotografi dan editing berita sedangkan materi pembelajaran mencakup pengertian fotografi, menjelaskan hasil foto yang memenuhi syarat secara jurnalistik, menjelaskan pengertian editing berita, dan tahapan editing berita. Sesi ini peserta didik berkesempatan untuk melakukan praktek secara berkelompok untuk mengidentifikasi foto dan isi berita dari contoh-contoh berita cetak.

d. Pelatihan tahap empat

Kegiatan pembelajaran yang keempat diselenggarakan pada tanggal 14 Juli 2012. Kompetensi dasar dari mata pelajaran ini adalah memahami mekanisme susunan dan rapat redaksi. Rincian materi yang diberikan meliputi susunan redaksi, rapat redaksi, tugas masing-masing anggota dewan redaksi, dan organisasi pers. Tujuan pembelajaran dimaksudkan agar peserta didik mampu untuk mendeskripsikan susunan rapat redaksi, mendeskripsikan tugas masing-masing anggota dewan redaksi, dan menjelaskan organisasi pers. Pada kegiatan pembelajaran tersebut peserta didik mempraktekkan musyawarah redaksi.

Pada sesi ini peserta didik bermusyawarah untuk menentukan nama koran yang akan dibuat dan disepakati "Srikandi Merapi" sebagai nama yang akan digunakan. Selain itu juga dilakukan rapat pembentukan susunan pengurus redaksi dan pembagian rubrik berita Koran Srikandi Merapi. Berikut contoh hasil rapat redaksi.

Tabel 3. Contoh Hasil Rapat Redaksi dan Pembagian Rubrik Berita

Rapat Redaksi	Pembagian Rubrik Berita
<p>Pemimpin Redaksi Ika Siamin Nur F</p> <p>Wakil Redaksi Novia Dwi Asih</p> <p>Redaktur Pelaksana Fitri Haryanti dan Ngatinah</p> <p>Bendahara Maryanti</p> <p>Reporter Sumiati, Partini, Maryanti, Pitrah, Umi Nuriyah, Atun, Sri Wahyuni, Teguh Rahayu, Ngatiyah, Tumi, Suparmi, Suranti, Wartini, Siti Syamsiah.</p> <p>Sirkulasi dan Pemasaran Partini, Tarti, Maryanti</p> <p>Alamat Redaksi Shelter Huntara Gondang 1, Cangkringan, Sleman, Yogyakarta</p>	<ul style="list-style-type: none">• Rubrik Berita Utama: Informasi Penting seperti kegiatan pemberdayaan ekonomi perempuan• Rubrik Berita Tambahan: Kegiatan Sehari-Hari dari Ibu di bidang sosial, budaya, kesehatan• Rubrik Suara: diary, gagasan, ungkapan hati• Rubrik Profil: kisah ibu sukses yang membawa perubahan sosial• Rubrik Tips Ibu: Terkait kehidupan sehari-hari dari ibu-ibu (Masakan, tips kesehatan, manajemen keuangan).• Rubrik Khasanah Lokal: Pengamatan dari kegiatan atau kejadian sekitar• Rubrik Bahasa Daerah: Bahasa daerah dan cerita rakyat• Rubrik Surat Pembaca : Tanggapan terhadap program di sekitar (seperti Proses pembangunan hunian tetap)• Rubrik Ucapan Selamat

3.3. Pendampingan

Proses pendampingan dilakukan selama 20 kali mulai tanggal 21 Juli 2012 sampai dengan 17 November 2012. Pendampingan berlangsung untuk setiap edisi, dari edisi satu sampai dengan edisi ke tiga. Proses pendampingan dilakukan mulai dari rapat redaksi hingga rapat evaluasi. Berikut ini merupakan realisasi pendampingan pada setiap edisi.



Gambar 5. Praktek Rapat Redaksi
Sumber: Dokumentasi Kegiatan Koran Ibu PSG UII, 2012.

Tabel 4. Pendampingan Kegiatan Koran Ibu

Waktu	Aktivitas	Dokumentasi
<p>Pendampingan pada edisi pertama dilakukan mulai tanggal 21 Juli sampai dengan 1 September 2012</p>	<p>Aktivitas pendampingan diawali dari rapat redaksi untuk menentukan tema besar yang akan dipilih untuk menjadi headline berita sampai dengan evaluasi. Rapat tersebut menghasilkan kesepakatan mengenai tema besar yang diangkat yakni: "Hunian Impian: Partisipasi Perempuan dalam Proses Pembangunan Hunian Tetap (huntap) Impian Warga Lereng Merapi". Tema tersebut dipilih karena hunian tetap yang dijanjikan oleh pemerintah Daerah Kabupaten Sleman pada warga lereng Merapi dianggap warga berjalan lambat.</p>	 <p>COVER EDISI 1</p>
<p>Pendampingan pada edisi kedua dilakukan sejak tanggal 8 September 2012 sampai dengan 13 Oktober 2012.</p>	<p>Aktivitas pendampingan diawali dari rapat redaksi untuk menentukan tema besar yang akan dipilih sampai dengan evaluasi. Grand theme edisi kedua yang disepakati adalah: "Roda Perekonomian di Huntera Shelter Gondang 1". Tema tersebut menjadi pilihan redaksi karena aktivitas perekonomian di Hunian sementara pasca erupsi Merapi sudah mulai menggeliat kembali. Secara khusus edisi ini juga mengangkat aktivitas ekonomi yang dilakukan oleh kaum perempuan di shelter Gondang 1.</p>	 <p>COVER EDISI 2</p>
<p>Pendampingan pada edisi ketiga Tanggal 20 Oktober</p>	<p>Rapat redaksi edisi ke tiga digunakan untuk mendiskusikan isu-isu krusial yang terjadi di Shelter. Isu kesehatan menjadi tema sentral pada edisi kali ini, tema tersebut dipilih karena banyaknya warga shelter yang sakit secara bersamaan. Pemilihan tema tersebut sedikit bergeser dari acuan pelaksanaan kegiatan yang pada awalnya merencanakan untuk mengangkat isu gender dan kekerasan terhadap perempuan. Pengalihan tema besar tersebut dianggap strategis dan relevan dengan situasi sosial ekonomi yang terjadi di shelter. Pengangkatan persoalan tersebut penting, untuk mendorong keterlibatan dan perhatian dari dinas kesehatan dan lembaga terkait untuk lebih memperhatikan kondisi kesehatan warga di pengungsian. Aktivitas menulis dari ibu-ibu di shelter berdampak positif, mereka berani mengajukan permohonan ke BAZNAS (Badan Amal dan Zakat Nasional) untuk mengadakan program pemeriksaan kesehatan gratis bagi warga sekitar.</p>	 <p>COVER EDISI 3</p>

Sumber: Dokumentasi Kegiatan Koran Ibu PSG UII, 2012.

3.4. Penilaian Hasil Belajar

Jenis penilaian meliputi tiga komponen yakni penilaian proses pelaksanaan kegiatan, penilaian kinerja berupa tingkat kemampuan peserta didik dalam melaksanakan tugas dan penilaian hasil melalui test tertulis. Berikut ini adalah rangkuman penilaian hasil belajar.

Tabel 5. Penilaian Hasil Belajar

No.	Jenis Penilaian	Teknik Penilaian	Alat/Instrumen Penilaian	Petugas
1.	Penilaian proses pelaksanaan kegiatan yang fokus kepada tingkat partisipasi ibu-ibu dalam kegiatan.	Berbasis data presensi	Presensi dan notulensi	Tim PSG UII, Fasilitator
2.	Penilaian kinerja berupa tingkat kemampuan masing-masing ibu-ibu dalam melaksanakan tugas reportase dan penulisan naskah.	Berbasis data lapangan	Karya tulisan	Tim PSG UII, Fasilitator or
3.	Penilaian Hasil dilakukan melalui test tertulis terkait dengan materi pelatihan dan pendampingan yang diberikan.	Berbasis hasil test	Lembar soal, lembar jawaban, presensi/ kehadiran	Semua: tim, fasilitator, ibu-ibu

Sumber: Dokumentasi Kegiatan Koran Ibu PSG UII, 2012.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

- a. Motivasi dan partisipasi, motivasi dan partisipasi ibu-ibu warga *shelter* dalam mengikuti proses pembelajaran yang dilakukan selama hampir lima bulan (Juni-November) dapat dinilai tinggi. Sebagian besar peserta didik adalah pekerja sektor informal (buruh, pencari rumput, pencari batu), pengusaha mikro dan beberapa diantaranya ibu rumah tangga, meskipun dari 20 kali pertemuan yang dilenggarakan masih terdapat beberapa peserta yang berhalangan, namun secara umum partisipasi mereka masih tinggi. Dalam proses pembelajaran ini, warga belajar juga diberi keleluasaan untuk mengelola kegiatan, mulai dari penyiapan tempat, sarana pembelajaran dan konsumsi.
- b. Efektifitas penggunaan metode pembelajaran. Metode pembelajaran yang diterapkan adalah melalui pendekatan personal, ceramah, diskusi dan praktek. Ikatan emosial yang terbangun antara tutor, narasumber dan warga belajar mempermudah proses pembelajaran.
- c. Hasil belajar, hasil pembelajaran memberikan dampak positif warga belajar, diantaranya adalah rasa percaya diri yang meningkat setelah mengikuti kegiatan Koran Ibu, bertambahnya wawasan dan pengetahuan, memiliki media atau sarana untuk menuangkan gagasan dan ide. Kesadaran ibu-ibu untuk membaca dan menulis juga semakin berkembang, selain itu sebagian peserta mengaku bahwa aktivitas membaca dan menulis yang mereka lakukan menjadi memberi pengaruh konstruktif bagi anak-anaknya. Anak-anak menjadi bagian yang tidak bisa dipisahkan dalam kegiatan ini karena selalu diajak oleh para ibu, sehingga secara bersamaan ibu dan anak juga turut dalam kegiatan pembelajaran ini.
- d. Tantangan dan Hambatan
Secara umum hambatan yang dihadapi selama proses pembelajaran adalah hambatan yang bersifat teknis. Misalnya, terkadang peserta berhalangan hadir karena sakit, ada keperluan mendesak, dan sebagainya. Hambatan yang bersifat non teknis seperti rendahnya motivasi tidak ditemukan oleh tim pendamping.

2. Saran

Motivasi para ibu dalam kegiatan tulis menulis perlu untuk terus dipelihara. Diperlukan program pendukung lain seperti misalnya pendirian taman bacaan. Hal ini penting supaya warga belajar memiliki media dan ruang untuk menjaga keberaksaraannya. Media pembelajaran seperti koran ibu yang bersumber dari pengalaman dan pengamatan kondisi daerah dapat dijadikan sebagai *media sharing* pengetahuan dan pemantauan pembangunan di kawasan rawan bencana khususnya di kawasan rawan bencana Gunung Merapi. Perhatian dari terkait di wilayah Sleman sangat diperlukan, terutama Dinas Pendidikan dan Dinas Pemberdayaan Perempuan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Jalal, F., N. Sardjunani, 2005, Peningkatan Keaksaraan Demi Harapan yang Lebih Baik untuk Indonesia, Ringkasan Keaksaraan Bagi Semua Laporan Pengawasan Global Plus 2006. ED. 2005/PI/01.
2. Pusat Studi Gender Universitas Islam Indonesia, 2012, Laporan Kegiatan Peningkatan Budaya Tulis Melalui Koran Ibu, Kerjasama Pusat Studi Gender Universitas Islam Indonesia dan Direktur Pembinaan Pendidikan Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Non Formal, dan Informal, Kemendikbud Republik Indonesia.
3. _____2014. 6 Juta Jiwa Bebas Buta Aksara. Diakses dari www.republika.co.id. Diakses tanggal 10 Mei 2015.
4. _____2015. Perempuan Buta Aksara Masih Tinggi. Diakses dari www.harianterbit.com. Diakses tanggal 10 Mei 2015.

PEMODELAN BAHAYA GUNUNGAPI, PENDEKATAN BARU DALAM MEMBANGUN KESIAPSIAGAAN DAN MENDUKUNG MITIGASI DI PUSAT VULKANOLOGI DAN MITIGASI BENCANA GEOLOGI - BADAN GEOLOGI

Oleh:

**Anjar Heriwaseso, Supriyati Andreastuti, Agus Budianto, Weningsulistri,
Yohandi Kristiawan, Merry C. Natalia**

Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi

Abstrak

Bencana gunungapi merupakan ancaman yang perlu diwaspadai seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan perubahan penggunaan lahan di Indonesia. Salah satu upaya memahami bencana adalah dengan pendekatan memahami karakter gunungapi dan melakukan simulasi atau pemodelan. Pemodelan ini dilakukan terhadap bahaya aliran piroklastik, jatuhnya piroklastik dan aliran lahar. Pemodelan aliran piroklastik menggunakan perangkat lunak Titan 2D, suatu program simulasi numerik dari aliran granular menggunakan parameter morfologi, friksi antar butiran dan antar lapisan batuan, dan kondisi geometri sumber. Hasil pemodelan ini menghasilkan jalur dan arah penyebaran, jarak landaan, kecepatan, area yang terlanda beserta ketebalannya. Pemodelan jatuhnya piroklastik menggunakan perangkat lunak Fall3D, merupakan model ADS numerik menekankan pendekatan transportasi dan pengendapan partikel abu vulkanik berdasarkan parameter kondisi meteorologi dan morfologi. Pendekatan model ini menunjukkan arah, penyebaran dan ketebalan abu vulkanik baik di udara dan di permukaan tanah, probabilitas beban abu vulkanik di permukaan tanah dan prakiraan sebaran abu vulkanik untuk tiga hari kedepan. Sedangkan pemodelan aliran lahar menggunakan LAHARZ merupakan program GIS dalam pemetaan aliran lahar dan landaan pada kawasan rawan aliran lahar khususnya pada masyarakat yang bermukim di daerah aliran sungai. Pengontrol utama dari pemodelan ini adalah morfologi sungai, propertis lahar dan volumenya. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi menggunakan pemodelan tersebut untuk melakukan indentifikasi wilayah yang memiliki potensi terdampak dan mengevaluasi potensi bencana gunungapi, serta membangun kesiapsiagaan masyarakat dalam upaya mitigasi bencana gunungapi baik sebelum, pada saat dan paska kejadian.

Kata kunci: Pemodelan, Titan2D, Fall3D, Laharz, evaluasi.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan wilayah rawan bencana gunungapi, tercermin dari tatanan geologi yang kompleks membuat Indonesia menjadi negara yang memiliki gunungapi aktif terbanyak di dunia. Lebih kurang 13% atau 127 gunungapi tersebar di wilayah Indonesia. Potensi bencana yang tinggi tersebut diperparah oleh jumlah penduduk Indonesia. Berdasarkan data BPS 2010 sekitar 237 juta orang yang 70% diantaranya berada di Pulau Jawa sedangkan di Pulau Jawa terdapat 35 gunungapi, dan lebih dari 3 juta jiwa berada dan masuk dalam kawasan rawan bencana.

Sejak dikeluarkannya Undang-Undang No. 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana yang diikuti aturan pelaksana terkait, yaitu Peraturan Pemerintah (PP) No. 21 tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana, sikap reaktif dan pola penanggulangan bencana yang dilakukan dirasakan tidak lagi memadai. Dirasakan kebutuhan untuk mengembangkan sikap baru yang lebih proaktif, menyeluruh, dan mendasar dalam menyikapi bencana.

Pusat Vulkanologi, Mitigasi dan Bencana Geologi (PVMBG) - Badan Geologi - Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) merupakan instansi pemerintah yang mendapat mandat untuk melakukan pencegahan dan pengembangan mitigasi yang lebih proaktif dalam mendukung kesiapsiagaan hingga penanggulangan bencana. PVMBG mempunyai visi secara umum mencakup pengelolaan informasi potensi

kegunungpian dan pengelolaan mitigasi bencana geologi, sedangkan misinya yaitu: Meminimalkan korban jiwa manusia dan kerugian harta benda dari Bencana Geologi.

Sesuai dengan Tugas Pokok dan Fungsi Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi disusun berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No.18 tahun 2010 tanggal 22 November 2010 tentang Organisasi dan Tata KESDM, sebagai berikut :

PVMBG mempunyai tugas melaksanakan penelitian, penyelidikan, perekayasa dan pelayanan di bidang vulkanologi dan mitigasi bencana geologi. PVMBG menyelenggarakan fungsi pelaksanaan penelitian, penyelidikan, perekayasa, pemetaan tematik dan analisis risiko bencana geologi, serta peringatan dini aktivitas gunungapi dan potensi gerakan tanah dan pemberian rekomendasi teknis mitigasi bencana geologi;

Dalam menjalankan tugas dan fungsi tersebut PVMBG bekerja secara maksimal dalam melakukan pemantauan, penelitian, pemetaan, penyelidikan dan pengembangan teknologi dalam pelaksanaan mitigasi bencana geologi di Indonesia.

1.1. Latar Belakang

Berdasarkan data yang tercatat lebih dari tiga juta penduduk Indonesia bermukim di daerah rawan bencana letusan gunungapi dan jutaan penduduk lainnya berdomisili di daerah rawan bencana tanah longsor, gempa bumi, dan tsunami. Khusus untuk bencana gunungapi, beberapa upaya mitigasi yang dilakukan yaitu peningkatan sistem peringatan dini, peningkatan kapasitas masyarakat, penguatan lembaga yang terkait bencana, pembuatan infrastruktur mitigasi, penataan ruang hingga pembuatan kawasan rawan bencana (KRB). Upaya mitigasi terhadap ancaman Gunungapi juga dapat dilakukan dengan pengembangan teknologi pemodelan. Penelitian dan pemetaan yang pernah dilakukan masih bersifat kualitatif. Pendekatan baru secara kuantitatif perlu dikembangkan dalam penentuan bahaya gunungapi terhadap komunitas manusia dan lingkungannya. Pembuatan model dengan berbagai skenario erupsi perlu diperlukan untuk memberikan informasi lengkap ke masyarakat supaya mudah dipahami dan dipertanggungjawabkan.

1.2. Landasan Teori

Aliran Piroklastik atau awan panas merupakan salah satu produk bahaya gunungapi yang memiliki suhu 400-600 derajat Celsius yang bergerak dengan kecepatan 100-300 km/jam dengan cepat dan terdiri dari campuran gas panas, abu vulkanik, dan batuan. Produk ini dapat dihasilkan dari runtuhnya kubah lava akibat gravitasi, robohnya kolom erupsi akibat erupsi bertipe vulkanian-plinian, dan mekanisme letusan samping yang terarah. Dampaknya akan sangat fatal bagi makhluk hidup yang terlanda bahaya aliran piroklastik mengingat suhu yang sangat tinggi (Gambar 1).

Jatuhan Piroklastik atau Abu vulkanik merupakan salah satu produk gunungapi yang berukuran < 2mm. Abu vulkanik bersifat abrasif dan korosif, mampu menimbulkan kerusakan lingkungan hingga korban jiwa dan dampaknya dapat tersebar di sekitar gunungapi hingga radius ratusan kilometer. Potensi ancamannya juga dapat mempengaruhi kondisi sosial ekonomi masyarakat. Selain itu dampak langsung yang dapat dirasakan adalah kerusakan atap bangunan, infrastuktur penting, tanaman, ternak, persediaan air, kelistrikan, transportasi, dan kesehatan (Gambar 2).

Aliran Lahar merupakan produk bahaya sekunder erupsi gunungapi. aliran material vulkanik yang berupa campuran batuan berukuran pasir dan bongkah yang dipengaruhi adanya aliran air dan mengalir mengikuti alur sungai karena grafitasi. Aktivitas aliran lahar akan meningkat seiring dengan meningkatnya intensitas curah hujan. Dampaknya akan berbahaya terutama bagi penduduk yang tinggal di perkampungan yang berada di lereng gunung khususnya yang tinggal di bantaran sungai ataupun bagi para penambang pasir yang sering berada di daerah aliran lahar (Gambar 3).



Gambar 1. Awan Panas Sinabung, 1 Februari 2014.



Gambar 2. Kolom Erupsi Merapi, 13 November 2010.



Gambar 3. Banjir Lahar Gunung Galunggung 1982.

Metodologi yang digunakan adalah melakukan pengolahan data pengamatan lapangan, data laboratorium, dan data sekunder. Dalam pemodelan ini dilakukan dengan 2 (dua) cara, yaitu Metode Pemodelan Normal dan Metode Pemodelan Cepat.

1. Metode Pemodelan Normal

Pemodelan ini menggunakan data dasar berupa data survei lapangan, dan analisis laboratorium, serta didukung oleh data sekunder. Pemodelan ini digunakan untuk kondisi sebelum erupsi dan pengumpulan data dasar gunungapi.

2. Metode Pemodelan Cepat

Pemodelan ini dilakukan berdasarkan data dasar gunungapi yang sudah ada maupun penggunaan asumsi dasar yang terukur berdasarkan data penelitian sebelumnya.

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan merupakan salah satu usaha terbaru dalam mitigasi dan kesiapsiagaan menghadapi ancaman bahaya gunungapi. Indonesia memiliki 127 gunungapi aktif atau 13% gunungapi di dunia. Indonesia juga memiliki jumlah erupsi gunungapi terbesar di kawasan Asia-Pasifik dengan kriteria indeks erupsi gunungapi atau *Volcanic Eruption Index (VEI)* di atas 4 (VEI 4 : 1 kejadian dalam 14 tahun; VEI 5: 1 kejadian dalam 99 tahun; >VEI 6: 1 kejadian dalam 679 tahun) dan telah menimbulkan korban lebih kurang 100.000 orang dalam 200 tahun terakhir (Simpson *et al.*, 2011).

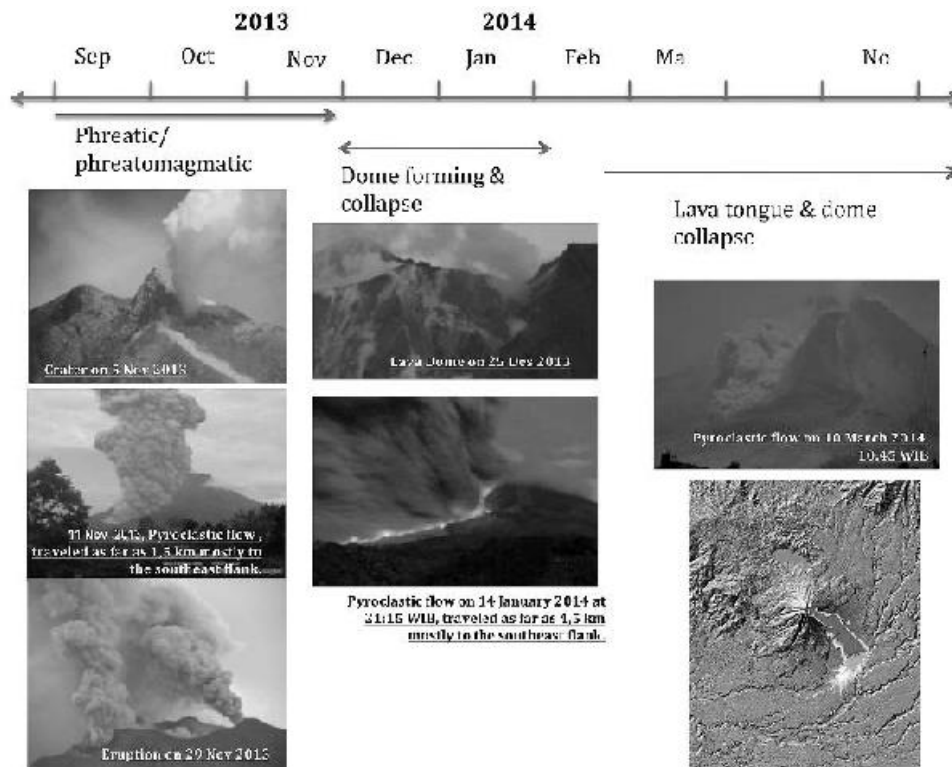
Pemodelan aliran piroklastik menggunakan perangkat lunak Titan2D, suatu program simulasi numerik dari aliran granular menggunakan parameter morfologi, friksi antar butiran dan antar lapisan batuan, dan kondisi geometri sumber. Hasil pemodelan ini menghasilkan jalur dan arah penyebaran, jarak landaan, kecepatan, area yang terlanda beserta ketebalannya. Pemodelan jatuhnya piroklastik menggunakan perangkat lunak Fall3D, merupakan model ADS numerik menekankan pendekatan transportasi dan pengendapan partikel abu vulkanik berdasarkan parameter kondisi meteorologi dan morfologi. Pendekatan model ini menunjukkan arah, penyebaran dan ketebalan abu vulkanik baik di udara dan di permukaan tanah, probabilitas beban abu vulkanik di permukaan tanah dan prakiraan sebaran abu vulkanik untuk tiga hari kedepan. *Python Fall3D* merupakan salah satu model ADS yaitu menghubungkan model penyebaran partikel yang terbawa dan terendapkan di permukaan tanah dengan sumber erupsi. Pemodelan menggunakan *pythonFALL3D* sudah tervalidasi dengan model erupsi G. Etna, G. Vesuvius di Italy dan G. Tambora serta G. Guntur di Indonesia. Model ini menggabungkan antara simulasi angka, data geologi lapangan, morfologi dan kondisi meteorologi. Sedangkan pemodelan aliran lahar menggunakan LAHARZ merupakan program GIS dalam pemetaan aliran lahar dan landaan pada kawasan rawan aliran lahar khususnya pada masyarakat yang bermukim di daerah aliran sungai. Pengontrol utama dari pemodelan ini adalah morfologi sungai, propertis lahar dan volumenya.

Dalam pembahasan kali ini akan disertakan studi kasus mengenai contoh pemodelan yang telah dilakukan oleh Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi

Pemodelan Aliran Piroklastik

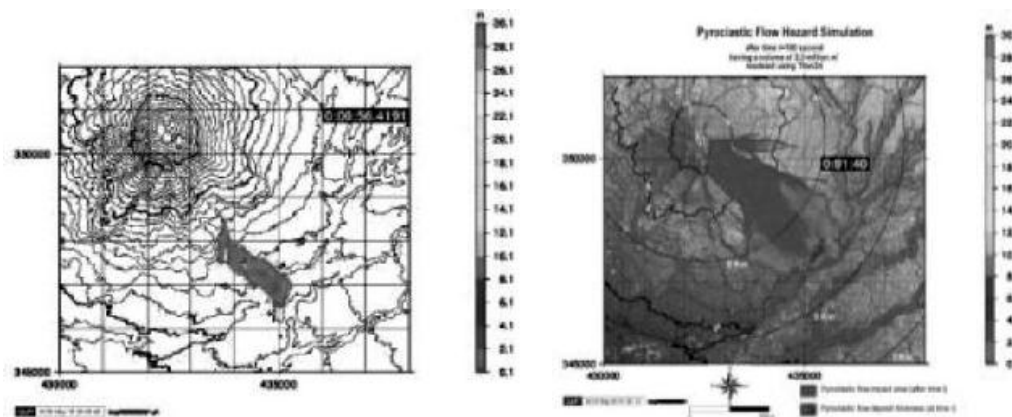
Contoh kasus G. Sinabung.

Sinabung adalah gunungapi stratovolcano yang terletak di dataran tinggi Karo, Kabupaten Karo, Sumatera Utara, Indonesia. Aktivitas G. Sinabung diperkirakan telah terjadi sekitar 1200 tahun yang lalu, dan beraktivitas kembali pada bulan Agustus 2010. Letusan pada Agustus-September 2010 ditandai dengan erupsi yang menghasilkan abu dengan kolom abu hingga setinggi 5 km. Sinabung meletus lagi pada bulan September 2013 dan masih berlanjut sampai sekarang (April 2015). Pada erupsi 2014 kolom abu hingga setinggi 10 km, aliran piroklastik (AP) meluncur sejauh 5 km terutama pada sisi tenggara. Titan2D mensimulasikan aliran piroklastik erupsi Gunung Sinabung pada periode letusan tahun 2013-2014 yang mempengaruhi sisi tenggara hingga selatan. Menggunakan skenario dengan nilai internal dan basal friksi yang ditentukan, dan kondisi sumber awal (yaitu volume, lokasi, geometri sumber), Titan2D mampu mereproduksi jalur/alur, kecepatan, jarak landaan, dan ketebalan dari aliran piroklastik. Dampak AP akibat erupsi pada bulan Februari sebagian besar menuju tenggara ke sisi-sisi selatan dengan jarak hingga 4,5 km dari kawah. Hal ini hampir menyerupai model yang dibuat pada bulan awal Februari 2014 (Gambar 4).



Gambar 4. Periode Perubahan Erupsi G. Sinabung dari 2013 – Sekarang.

Contoh kasus G. Sinabung: skenario untuk mensimulasikan aliran piroklastik selama periode letusan Januari - awal Februari 2014 (Gambar 5).



Gambar 5. Simulasi Model Guguran Lava 800.000m³ (kiri) dan 2,3 juta m³ (kanan).

Input Simulasi:

Resolusi DEM: 5 m

Mekanisme: *Dome Collapse* (Guguran kubah lava)

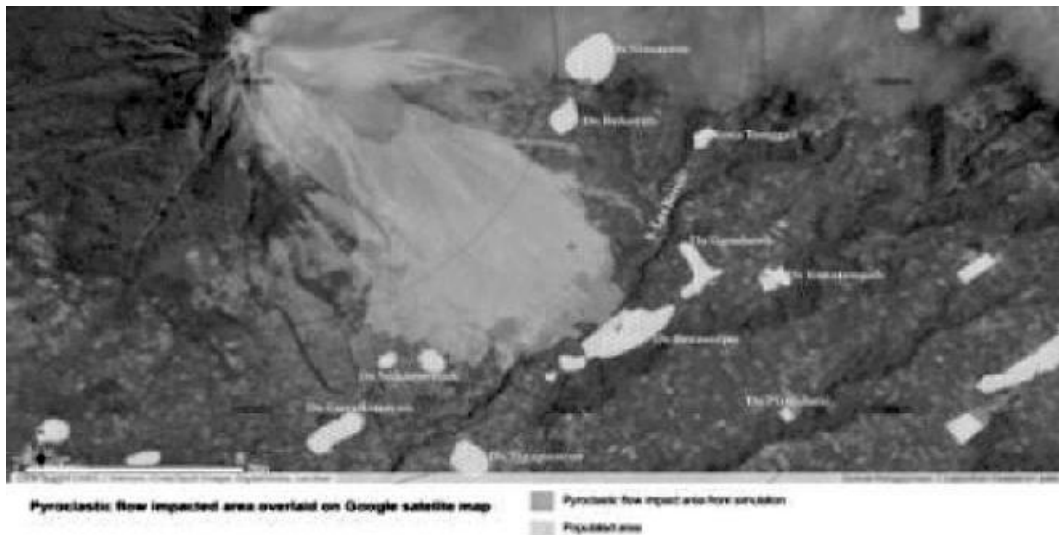
Dengan volume awal; internal friksi dan *Basalt* Friksi (gesekan bidang), sebagai berikut:

1,5 juta m³; i = 25; b = 14

2,3 juta m³; i = 25; b = 12

3 juta m³; i = 25; b = 12

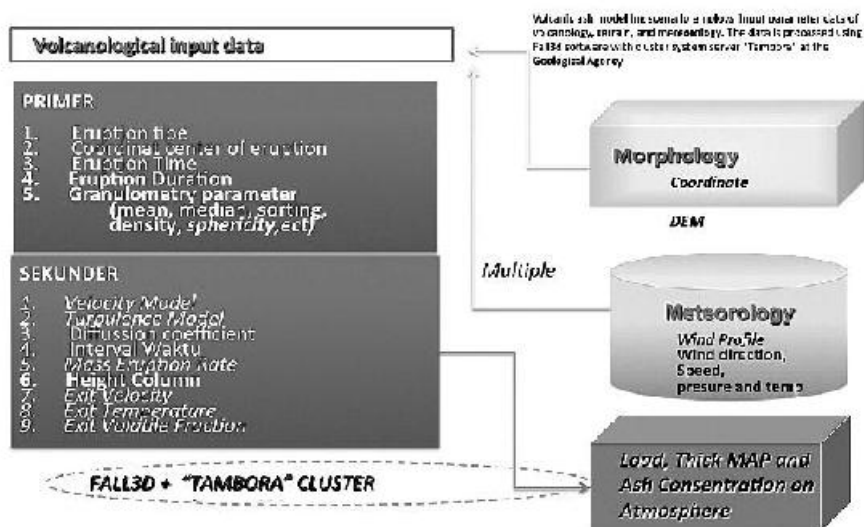
4 juta m³; i = 25; b = 12



Gambar 6. Dampak Aliran Piroklastik Akibat Erupsi pada Bulan Februari 2014.

Pemodelan Jatuhan Piroklastik

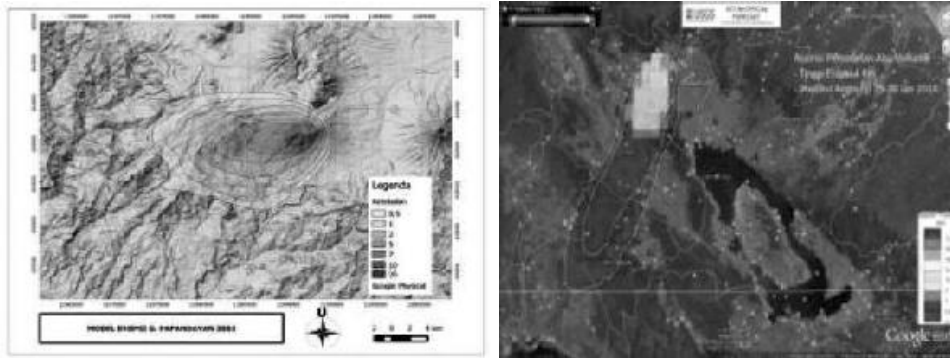
Perangkat lunak yang disiapkan adalah *pythonFall3D* dan *ash3D*. Input parameter data untuk model adalah karakteristik fisik abu vulkanik yang tercermin dalam pengamatan tefra di lapangan dan didukung oleh uji laboratorium. Pengaruh kondisi angin (kecepatan dan arah angin, tekanan dan suhu setiap lapisan atmosfer) juga diperlukan dalam pemodelan (Gambar 7).



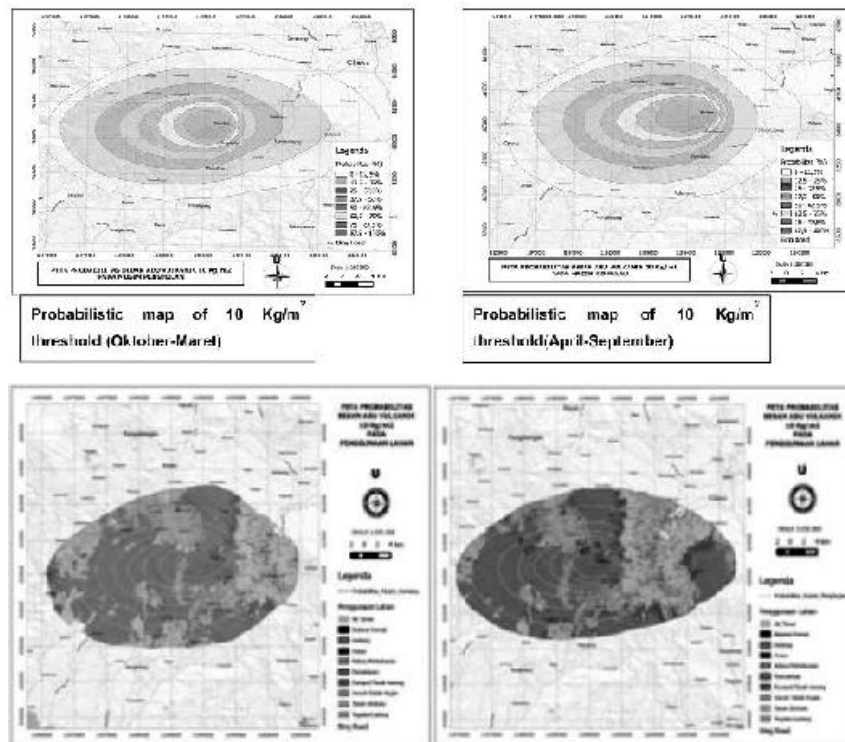
Gambar 7. Parameter Input Data dan Design Alir Proses Model Jatuhan Piroklastik.

Hasil pemodelan adalah peta deterministik ketebalan abu dipermukaan tanah, peta probabilitistik memuat abu vulkanik tanah di Gunungapi Papandayan dan peta ancaman abu vulkanik terhadap penggunaan lahan, dan peta prakiraan sebaran abu baik di permukaan tanah dan konsentrasi abu di atmosfer pada setiap ketinggian (*flight level*) hingga 30km.

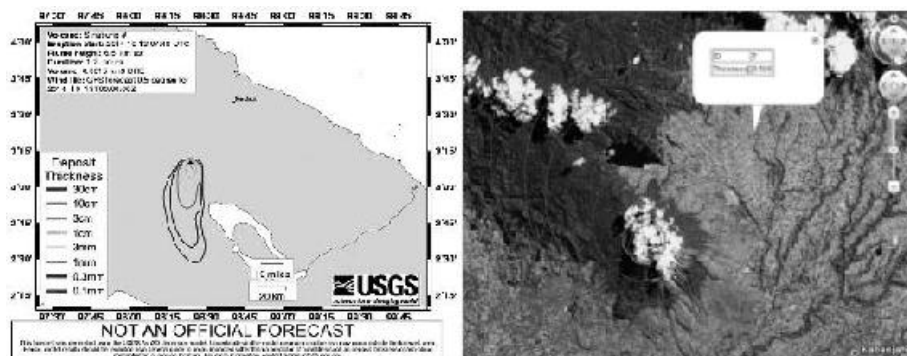
Berikut merupakan model deterministik, probabilitistik dan prakiraan sebaran abu untuk tiga hari ke depan (Gambar 8 - 10).



Gambar 8. Model Deterministik Sebaran dan Ketebalan Abu dari G. Papandayan (kiri) dan G. Sinabung (Kanan).



Gambar 9. Model Probabilistik Sebaran Abu Vulkanik Papandayan dan Dampak pada Penggunaan Lahan pada Musim Hujan (Kiri) dan Kemarau (Kanan).

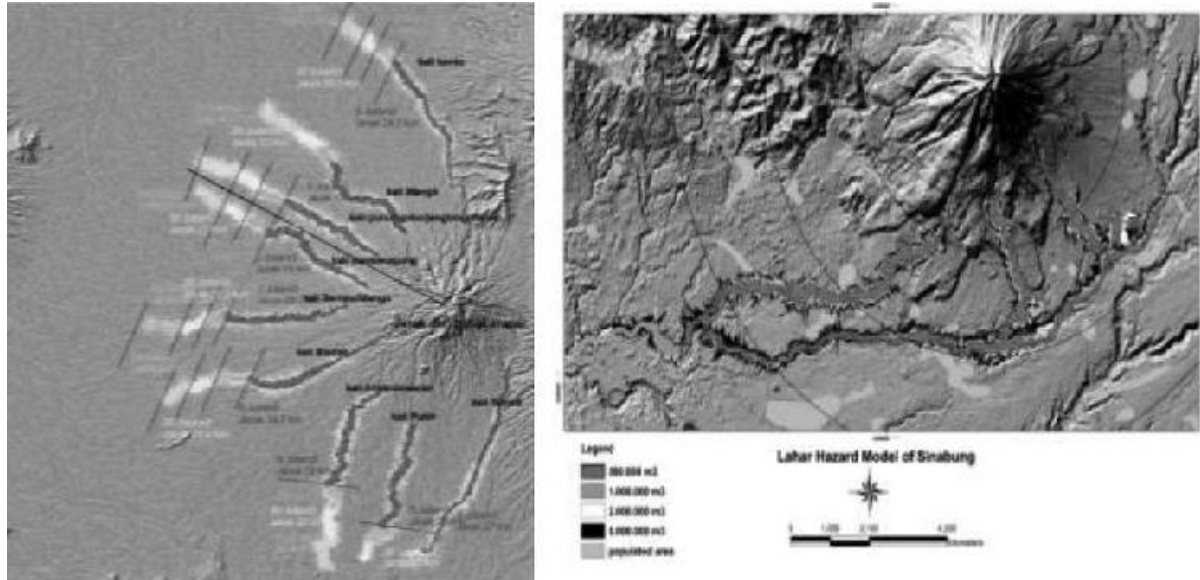


Gambar 10. Model Prakiraan Sebaran dan Ketebalan Abu Vulkanik G. Sinabung pada 13 Oktober 2014 Menggunakan ash3D (Kiri) dan Tanggal 18 September 2010 Menggunakan Fall3D (kanan).

Pemodelan Aliran Lahar

Pada pemodelan lahar menggunakan perangkat lunak dari USGS yaitu *Laharz*. Input Parameter yang diperlukan dalam pemodelan aliran lahar adalah sebagai berikut

Data arah dan pola bahaya sungai, cakupan atau daerah bahaya sungai, luas dan tinggi sungai, penggunaan lahan dan kependudukan di daerah bahaya sungai (DAS), data spasial morfologi berupa *Digital Elevation Model* (DEM) dan data pendukung meliputi lokasi dan Horisontal/Vertikal (h/l) (Gambar 11).



Gambar 11. Model Lahar Pasca Erupsi Kelud 13 Februari 2014 (Kiri) dan Lahar Sinabung (Kanan)

3. KESIMPULAN

Pemodelan merupakan salah satu pendekatan terbaru yang dilakukan oleh Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi - Badan Geologi, Kementerian ESDM dalam kesiapsiagaan dan upaya mitigasi bencana gunungapi khususnya aliran piroklastik/awan panas, jatuhnya piroklastik/abu vulkanik dan aliran lahar.

Pemodelan ini dilakukan simulasi pada gunungapi yang tingkat aktivitasnya naik. Upaya ini sangat membantu mendukung pembuat kebijakan dalam pengambilan keputusan dalam hal respon dan kegiatan tanggap darurat.

Pengembangan pemodelan sejalan dengan perkembangan teknologi perlu dilakukan untuk mendapatkan hasil yang lebih tepat dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

PERAN SERTA PETANI DALAM PROGRAM REHABILITASI LAHAN PASCA ERUPSI GUNUNGAPI MERAPI TAHUN 2010 DI KECAMATAN CANGKRINGAN KABUPATEN SLEMAN

Oleh:

Hafidah Amandina*

Jalan Kenanga no.3, Yogyakarta,55812

*ammandeena@gmail.com

Abstrak

Peran serta petani merupakan keterlibatan aktif petani dalam proses pembangunan bertujuan untuk mencapai kesejahteraan masyarakat, pembangunan dapat berupa kegiatan pasca bencana dalam rangka merehabilitasi kawasan lereng Gunungapi Merapi yang terdampak erupsi pada 2010 silam. Erupsi tanggal 25 November 2010 silam memberi dampak terhadap perubahan lahan di sekitarnya yang berefek cukup besar di kawasan lereng Gunungapi Merapi. Perubahan lahan mengakibatkan perubahan tatanan penghidupan bagi masyarakat khususnya petani yang terdampak erupsi di sepanjang lereng selatan Gunungapi Merapi. Penelitian dilakukan di Kecamatan Cangkringan bertujuan mengetahui tingkat peran serta petani dalam program rehabilitasi lahan dan mengetahui faktor yang berpengaruh terhadap tingkat peran serta petani dalam program rehabilitasi lahan (umur petani, tingkat pendidikan, motivasi petani, wawasan petani, luas lahan garapan, peran penyuluh pertanian dan insentif pemerintah). Pengambilan sampel menggunakan Stratified Random Sampling dengan total sampel sebanyak 100 petani. Metode analisis yang digunakan adalah analisis regresi linier berganda. Analisis regresi linier berganda untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap peran serta petani dalam program rehabilitasi lahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peran serta petani dalam program rehabilitasi lahan masuk dalam kriteria tinggi. Faktor-faktor yang mempengaruhi peran serta petani dalam program rehabilitasi lahan pasca erupsi Gunungapi Merapi adalah motivasi petani, wawasan petani dan peran penyuluh pertanian. Faktor tingkat pendidikan, luas lahan dan insentif pemerintah dapat ditingkatkan guna memperbesar peran serta petani dalam program rehabilitasi lahan pasca erupsi Gunungapi Merapi.

Kata kunci: Erupsi Merapi, peran serta petani, rehabilitasi lahan.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu daerah persebaran gunungapi di dunia yang memiliki 500 gunungapi muda dan 129 diantara gunungapi tersebut adalah aktif. Vulkanisme yang telah berlangsung lama tersebut tidak terlepas dari pengaruh aktivitas pergerakan lempeng tektonik. Persebaran gunungapi di Indonesia mengikuti jalur pertemuan lempeng-lempeng tektonik, yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Euresia, dan Lempeng Pasifik yang memanjang melewati bagian barat Pulau Sumatra, bagian selatan pulau Jawa, Kepulauan Sunda Kecil hingga bagian utara Maluku (BPPTK, 2010).

Kejadian erupsi Gunungapi Merapi tanggal 26 Oktober 2010 hingga 5 November 2010 merupakan siklus 100 tahunan erupsi Gunungapi Merapi, merupakan siklus yang memiliki erupsi besar dengan luncuran awan panas mencapai 18 km yang melalui alur Sungai Gendol, Sungai Kuning dan Sungai Boyong (BPPTK, 2010).

Bencana erupsi Gunungapi Merapi tahun 2010 adalah bencana yang dahsyat sepanjang 10 tahun terakhir. Sesuai data yang dihimpun oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana per tanggal 31 Desember 2010, berdasarkan hasil pengkajian kerusakan dan kerugian, erupsi Gunungapi Merapi tersebut telah

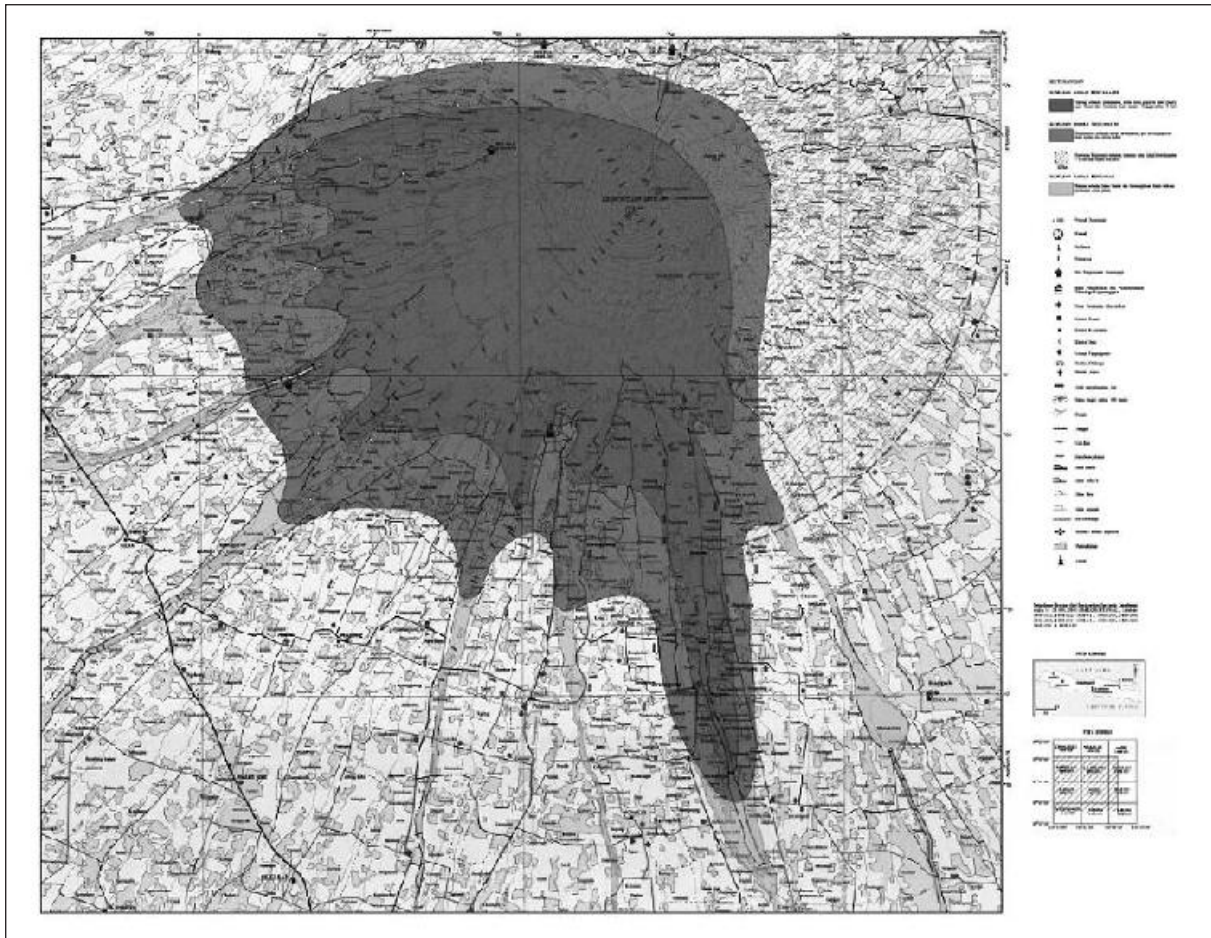
mengakibatkan kerusakan dan kerugian sebesar Rp.3,62 Triliun. Kerusakan dan kerugian terbesar terjadi pada sektor ekonomi produktif sebesar Rp 1,69 Triliun (46,64%), sektor infrastruktur Rp 707,42 Miliar (19,50%), sektor perumahan Rp 626,65 Miliar (17,27%), lintas sektor Rp.408,75 Miliar (13,22%) dan sektor sosial Rp.122,47 Miliar (3,38%) (www.bnpp.go.id)



Gambar 1. Peta Persebaran Gunungapi di Indonesia

Terlepas dari daerah yang rawan terhadap bahaya gunungapi, kawasan lereng Gunungapi Merapi merupakan daerah yang dipadati oleh berbagai aktivitas manusia. Sebanyak lebih dari satu juta penduduk bertempat tinggal di wilayah lereng gunungapi, 440.000 diantaranya berada pada lokasi yang mempunyai risiko tinggi terhadap bahaya aliran piroklastik dan lahar (Thouret et al., 2000).

Kecamatan Cangkringan merupakan salah satu kecamatan yang berada di lereng Merapi dan terdampak erupsi Gunungapi Merapi cukup parah pada tahun 2010 yang lalu. Kecamatan Cangkringan berbatasan langsung dengan Gunungapi Merapi di bagian utara, sehingga dapat dikelompokkan menjadi Kawasan Rawan Bencana III hingga Kawasan Rawan Bencana I. Cangkringan merupakan salah satu kecamatan yang mengalami kerugian yang cukup besar akibat adanya erupsi Gunungapi Merapi tahun 2010, sebagian besar sumberdaya alam hancur, terutama di desa-desa yang berada di alur Sungai Gendol meliputi Desa Balerante Kabupaten Klaten, Desa Kepuharjo, Desa Wukirsari dan Desa Argomulyo, Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman, lebih dari 300 KK kehilangan tempat tinggal dan 382 jiwa meninggal akibat diterjang awan panas dan lebih dari 70.000 jiwa mengungsi ke tempat yang aman. Kejadian bencana erupsi Gunungapi Merapi 2010 sungguh di luar batas kemampuan masyarakat dalam memahami sifat dan gejala fisik awan panas, bahkan jarak luncur awan panas yang terjadi melebihi batas radius daerah yang masuk ke dalam kawasan rawan bencana awan panas yaitu 7 - 10 km dari pusat erupsi (www.slemankab.go.id).



Gambar 2. Peta Kawasan Rawan Bencana Erupsi Gunungapi Merapi Tahun 2010
(Sumber : Kecamatan Cangkringan, 2014)

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam analisis tsunami multi-skenario adalah modifikasi metode Berryman (2006). Metode Berryman menggunakan 3 variabel dalam perhitungan bahaya tsunami, antara lain yaitu elevasi, kekasaran permukaan, dan ketinggian gelombang.

2.1. Pengambilan Data

Penelitian ini merupakan penelitian survey menggunakan metode dasar penelitian deskriptif analisis dengan pendekatan kuantitatif. Deskriptif analisis yaitu suatu metode yang bertujuan untuk menggambarkan secara sistematis tentang fenomena yang ada, sifat-sifat serta hubungan antara fenomena yang diteliti, menguji hipotesis, membuat prediksi, serta mendapatkan makna dari implikasi suatu permasalahan berdasarkan data-data yang diperoleh (Singarimbun, 1989).

Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan metode Acak Sederhana (*Simple Random Sampling*). Dari total populasi yang ada yaitu petani yang terlibat di dalam program rehabilitasi lahan pasca erupsi Gunungapi Merapi dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian utara dan bagian selatan. Pembagian ini disesuaikan dengan daerah penyuluhan yang dilakukan oleh penyuluh terhadap petani yang terlibat dalam program rehabilitasi lahan pasca erupsi Gunungapi Merapi. Satu Kecamatan Cangkringan terdiri dari 5 Gapoktan (Gabungan Kelompok Tani). 1 Gapoktan bisa terdiri lebih dari tiga kelompok tani. Gabungan kelompok tani di daerah utara diambil 10 kelompok tani dengan menggunakan sampel 5 orang per kelompok tani sehingga jumlah sampel pada bagian utara sebanyak 50 petani sampel, begitu juga dengan petani pada bagian selatan diambil 10 kelompok tani dengan menggunakan sampel 5 orang anggota tiap kelompok tani sehingga jumlah petani sampel sebanyak 50 petani. Jika dijumlahkan maka total responden adalah 100 petani sampel.

Untuk mengetahui pengaruh semua variabel independen secara bersama-sama terhadap variabel dependen digunakan uji F, dengan melihat nilai F_{hitung} pada hasil analisis uji statistik regresi berganda. Apabila nilai probabilitas F_{hitung} lebih kecil dari pada signifikan 0,05 berarti variabel bebas secara simultan atau bersama-sama berpengaruh terhadap variabel tak bebas.

Untuk mengetahui adanya pengaruh setiap variabel bebas terhadap variabel tak bebas dengan melihat nilai t_{hitung} pada hasil analisis statistik regresi berganda. Probabilitas nilai t didasarkan pada nilai *Significance* (Sig) untuk setiap nilai t sebagai berikut :

- Jika nilai probabilitas antara $> 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak yang berarti tidak signifikan
- Jika nilai probabilitas $< 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima yang berarti signifikan.

Dengan kata lain dapat diambil asumsi sebagai berikut :

1. $H_0 : B_1 = B_2 = \dots = B_7 = 0$; mempunyai arti bahwa tidak ada pengaruh variabel X (independen) secara bersama sama terhadap variabel Y.
2. H_1 : paling sedikit salah satu dari $B_1 \neq 0$; mempunyai arti bahwa ada pengaruh variabel X (independen) secara keseluruhan terhadap variabel Y (dependen).

2.2. Penentuan Tingkat Peran Serta Petani

Peran serta petani dalam program rehabilitasi lahan pasca erupsi Gunungapi Merapi di Kecamatan Cangkringan merupakan keterlibatan aktif dari petani dalam pelaksanaan program tersebut sampai mereka dapat menanam kembali lahan mereka yang sudah terkena erupsi baik terkena awan panas maupun tertutup oleh abu vulkanik dan lahar hujan. Tingkat peran serta petani dalam penelitian dibedakan menjadi 4 yaitu peran serta petani dalam kegiatan perencanaan atau persiapan dalam program rehabilitasi lahan, peran serta petani dalam kegiatan pelaksanaan program rehabilitasi lahan, peran serta petani dalam kegiatan pemeliharaan tanaman dalam program rehabilitasi lahan dan peran serta petani dalam kegiatan evaluasi dalam program rehabilitasi lahan pasca erupsi Gunungapi Merapi di Kecamatan Cangkringan.

Untuk mengetahui tingkat peran serta petani dalam program rehabilitasi lahan diukur dengan skor. Semisal total skor yang ingin dicapai adalah 63 dan skor minimal 1, sehingga dapat ditentukan interval skor untuk tingkat peran serta petani adalah $= (63-0) : 3 = 21$. Apabila dijabarkan dalam 3 interval skor akan diperoleh tingkatan interval sebagai berikut :

- a. $0 - 21 =$ tingkat peran serta petani rendah
- b. $22 - 43 =$ tingkat peran serta petani sedang
- c. $44 - 65 =$ tingkat peran serta petani tinggi

Tingkat peran serta petani ditentukan dengan perbandingan besarnya total skoring yang diperoleh dari hasil likert pada masing-masing petani sampel kemudian dibandingkan dengan interval skor yang ada.

2.3. Analisis Faktor Berpengaruh Terhadap Peran Serta Petani dalam Program Rehabilitasi Lahan

Untuk menganalisa faktor-faktor yang mempengaruhi peran serta petani dalam program rehabilitasi lahan pasca erupsi Gunungapi Merapi di Kecamatan Cangkringan digunakan analisis regresi berganda dengan rumusan persamaan sebagai berikut :

$$Y = A + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_4X_4 + B_5X_5 + B_6X_6 + B_7X_7 + E$$

Keterangan :

Y = variabel peran serta petani	$X_6 =$ peran penyuluh
A = konstanta	$X_7 =$ insentif pemerintah
$B_1, B_2, \dots, B_7 =$ koefisien regresi	E = error atau faktor pengganggu
$X_1 =$ umur (tahun)	
$X_2 =$ pendidikan (6, 9, 12, 13)	
$X_3 =$ motivasi	
$X_4 =$ wawasan	
$X_5 =$ luas lahan (hektar)	

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Peran Serta Petani Dalam Program Rehabilitasi Lahan Pasca Erupsi Gunungapi Merapi di Kecamatan Cangkringan

Tujuan dari penelitian adalah mengetahui serta menjelaskan bagaimana tingkat peran serta petani dalam program rehabilitasi lahan pertanian yang dilaksanakan pasca erupsi Gunungapi Merapi tahun 2010 di Kecamatan Cangkringan, faktor-faktor apa sajakah yang mempengaruhi peran serta petani dalam program rehabilitasi lahan yang dilaksanakan pascaerupsi Gunungapi Merapi tahun 2010 di kecamatan Cangkringan dan mengapa faktor tersebut bisa mempengaruhi dan bagaimana mengenai kajian program rehabilitasi lahan yang sudah dilaksanakan di kecamatan Cangkringan pasca erupsi Gunungapi Merapi tahun 2010 silam.

Berdasarkan tujuan penelitian diambil dua hipotesis yaitu hipotesis pertama diduga peran serta petani di Kecamatan cangkringan rendah dan faktor-faktor internal maupun eksternal tidak mempunyai pengaruh terhadap peran serta petani dalam program rehabilitasi lahan di Kecamatan cangkringan pasca erupsi Gunungapi Merapi tahun 2010 silam. Hasil analisis menunjukkan bahwa peran serta petani dalam program rehabilitasi lahan di Kecamatan Cangkringan masuk dalam kategori tinggi.

Pada hipotesis kedua diduga faktor-faktor yang mempengaruhi peran serta petani pasca erupsi Gunungapi Merapi di Kecamatan Cangkringan adalah umur petani, tingkat pendidikan petani, motivasi petani, wawasan petani, luas lahan garapan, peran penyuluh pertanian dan insentif pemerintah. Berdasarkan hasil analisis faktor-faktor yang mempengaruhi peran serta petani dalam program rehabilitasi lahan pasca erupsi Gunungapi Merapi di kecamatan Cangkringan adalah motivasi petani, wawasan petani dan peran penyuluh pertanian di Kecamatan Cangkringan.

Program rehabilitasi lahan yang dilaksanakan di Kecamatan Cangkringan diadakan untuk kepentingan semua petani yang lahannya rusak terdampak erupsi, agar dalam pelaksanaan program rehabilitasi dapat terlaksana dan berhasil dengan baik serta lancar harus ditumbuhkan kesadaran dalam diri petani untuk aktif berperan serta didalam semua kegiatan program rehabilitasi lahan.

Peran serta masyarakat dalam program rehabilitasi lahan dapat dilihat dari total keikutsertaan petani dalam setiap tahapan kegiatan yang dilaksanakan di dalam program, meliputi kegiatan perencanaan, kegiatan pelaksanaan atau penanaman, kegiatan pemeliharaan atau penyulaman sampai pada tahap kegiatan evaluasi atau monitoring. Tingkat peran serta petani terhadap program rehabilitasi lahan di Kecamatan Cangkringan tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 1 dan gambaran untuk melihat besaran peran serta petani dalam program rehabilitasi lahan dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 1. Tingkat Peran Serta Petani Dalam Program Rehabilitasi Lahan di Kecamatan Cangkringan Tahun 2014

No.	Tingkat Peran Serta Petani	Jumlah Petani	Persentase (%)
1.	Rendah (0 - 19)	7	7,00
2.	Sedang (20 - 39)	33	33,00
3.	Tinggi (40 - 59)	60	60,00
Jumlah		100	100,00

Sumber : Analisis Data Primer di Kecamatan Cangkringan, 2014

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa tingkat peran serta petani dalam program rehabilitasi lahan termasuk dalam kategori tinggi dengan perolehan persentase yaitu sebesar 60,00% dan jumlah petani yang aktif berperan serta di dalamnya sejumlah 60 orang. Untuk tingkat peran serta petani yang masuk dalam kategori sedang sebesar 33,00% banyaknya petani yang aktif berperan serta di dalamnya sejumlah 33 orang dan untuk tingkat peran serta rendah mendapat persentase sebesar 7,00% dengan petani yang tidak ikut berperan serta dalam program rehabilitasi lahan sejumlah 7 orang.

Total tingkat peran serta petani dalam program rehabilitasi lahan, di dapatkan dari hasil akumulasi dari tahapan kegiatan-kegiatan yang ada dalam program rehabilitasi lahan. Merupakan akumulasi dari tahap kegiatan perencanaan, kegiatan pelaksanaan, kegiatan pemeliharaan sampai dengan kegiatan evaluasi program rehabilitasi lahan.

Sebagian besar petani yang mengikuti program rehabilitasi lahan pasca erupsi Gunungapi Merapi tahun 2010 silam di Kecamatan Cangkringan bertujuan untuk mengembalikan lahan pertanian mereka yang terdampak erupsi menjadi dapat ditanami kembali sehingga mata pencaharian mereka juga kembali dan pendapat para petani yang hilang akan adanya kejadian erupsi Gunungapi Merapi dapat kembali normal seperti sebelum adanya kejadian erupsi tahun 2010 silam.

Dari Gambar 4 tentang grafik persentase peran serta petani dalam setiap kegiatan rehabilitasi lahan di Kecamatan Cangkringan dapat diketahui bahwa pada kegiatan perencanaan peran serta petani masuk ke dalam kategori sedang yaitu sebanyak 56,00%, kegiatan pelaksanaan masuk ke dalam kategori tinggi yaitu sebesar 69,00% untuk kegiatan pemeliharaan didapat hasil persentase sebesar 70,00% dan digolongkan kedalam kategori tinggi sedangkan untuk kategori terakhir yaitu kegiatan evaluasi dikategorikan ke dalam kategori sedang dengan perolehan persentase sebesar 51,00%.



Gambar 3. Peran Serta Petani Dalam Program Rehabilitasi Lahan di Kecamatan Cangkringan (Sumber : Analisis Data Primer di Kecamatan Cangkringan, 2014).



Gambar.4. Grafik Persentase Peran Serta Petani dalam Setiap Kegiatan Rehabilitasi Lahan di Kecamatan Cangkringan (Sumber : Analisis Data Primer di Kecamatan Cangkringan, 2014)

Tingginya tingkat peran serta petani dalam program rehabilitasi lahan dikarenakan petani benar-benar mempunyai harapan yang besar terhadap keberlangsungan program setelah lahan mereka terdampak oleh erupsi Gunungapi Merapi tahun 2010 silam. Dengan mengikuti program rehabilitasi lahan, petani dapat mengembalikan pendapatan mereka yang sempat hilang pasca terjadinya erupsi Gunungapi Merapi yang menerjang lahan pertanian mereka.

3.2. Faktor Berpengaruh Terhadap Petani Dalam Keikutsertaannya Pada Program Rehabilitasi Lahan

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap peran serta petani dalam kegiatan rehabilitasi lahan pasca erupsi Gunungapi Merapi tahun 2010 silam di Kecamatan Cangkringan meliputi faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal meliputi motivasi petani dan wawasan petani sedangkan faktor eksternal meliputi peran penyuluh pertanian lapangan di Kecamatan Cangkringan.

Berdasarkan Tabel 2 diketahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap peran serta petani dalam program rehabilitasi lahan di Kecamatan Cangkringan dengan taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$) yaitu variabel motivasi, variabel wawasan dan variabel peran penyuluh. Hal ini berarti motivasi petani, wawasan petani dan

peran penyuluh berpengaruh nyata terhadap peran serta petani dalam program rehabilitasi lahan.

Tabel 2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Peran Serta Petani Dalam Program Rehabilitasi Lahan di Kecamatan Cangkringan Tahun 2014

Variabel	Koefisien Regresi (B)	Nilai t	Signifikasi
Motivasi (X_3)	0,769	4,773	0,000*
Wawasan (X_4)	1,068	5,870	0,000*
Peran penyuluh (X_6)	0,378	3,193	0,000*
Konstanta	-18,094		
R^2	0,714		
Adjusted R^2	0,705		
F hitung	80,001		
F tabel	2,09		
T tabel	1,98		
Keterangan : *signifikansi pada taraf 5%			

Hasil uji t pada komponen motivasi didapatkan hasil bahwa t tabel sebesar 1,98 dan t hitung 4,773 berarti bahwa komponen motivasi berpengaruh positif terhadap peran-serta petani dalam program rehabilitasi lahan, dapat diartikan dengan motivasi petani yang besar maka peran serta petani akan tinggi juga. Sedangkan untuk komponen wawasan hasil uji t menunjukkan bahwa t hitung > t tabel yaitu sebesar 5,870 > 1,980 hal ini menunjukkan bahwa wawasan petani yang tinggi akan meningkatkan peran serta petani dalam program rehabilitasi lahan akan meningkat juga. Untuk faktor terakhir yang berpengaruh terhadap peran serta petani dalam program rehabilitasi lahan adalah peran penyuluh, hasil uji t untuk komponen peran penyuluh didapat t hitung > t tabel sebesar 3,193 > 1,980 menunjukkan bahwa penyuluh pertanian berpengaruh secara nyata terhadap keikutsertaan petani dalam program rehabilitasi lahan, jika peran penyuluh terhadap petani besar maka akan diikuti dengan tingginya peran serta petani dalam program rehabilitasi lahan.

Hasil uji F juga menunjukkan bahwa ketiga komponen yaitu motivasi, wawasan dan peran penyuluh menunjukkan nilai signifikan < 0,05 mempunyai arti bahwa antara komponen motivasi, wawasan dan peran penyuluh secara bersama-sama dapat meningkatkan peran serta petani dalam program rehabilitasi lahan pasca erupsi Gunungapi Merapi di Kecamatan Cangkringan.

Untuk variabel yang tidak berpengaruh terhadap peran serta petani dalam program rehabilitasi lahan yaitu umur, tingkat pendidikan, luas lahan dan insentif pemerintah dapat ditingkatkan lagi fungsinya agar peran serta petani menjadi lebih tinggi lagi dalam semua tahapan kegiatan baik itu dalam kegiatan perencanaan, kegiatan pelaksanaan, kegiatan pemeliharaan dan kegiatan evaluasi.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Piroklastika disusun atas komponen litik andesit dan andesit piroksen serta batu apung
2. Piroklastika berukuran berangkal sampai bongkah hadir pada radius kurang dari 3 kilometer, kerakal sampai berangkal pada radius 3 sampai 7 kilometer, pasir sangat kasar sampai kerakal pada radius 11 sampai 17 kilometer, dan pasir sangat halus sampai pasir sangat kasar pada radius lebih dari 17 kilometer.
3. Ketebalan endapan piroklastika lebih dari 10 cm terdapat di radius kurang dari 3 kilometer, ketebalan 7,5 sampai 10 cm terdapat pada radius 3 sampai 7 kilometer, ketebalan 5 sampai 7,5 cm terdapat pada radius 7 sampai 11 kilometer, ketebalan 2,5 sampai 5 cm terdapat pada radius 11 sampai 17 kilometer, ketebalan kurang dari 2,5 terdapat pada radius 17 kilometer.
4. Tingkat kerusakan permukiman berhubungan dengan besar beban pada atap. Kerusakan sangat berat disebabkan beban lebih dari 19 kg/m², kerusakan berat oleh beban 7 sampai 19 kg/m², kerusakan sedang oleh beban 3 sampai 7 kg/m², kerusakan ringan oleh beban 1 sampai 3 kg/m, dan kerusakan sangat ringan oleh beban kurang dari 1 kg/m².
5. Kerusakan permukiman dipengaruhi oleh tipe dan kemiringan atap. Kerusakan terjadi pada bangunan

dengan tipe atap limasan dan pelana yang bersudut kecil, 10 sampai 25 derajat, dengan bidang beban luas.

6. Penyimpangan hasil dari pengkajian hasil kebutuhan pasca bencana dan kerusakan permukiman dapat terjadi karena kualitas bangunan di bawah standar atau kesalahan pengkajian.

Saran

Konstruksi atap permukiman dalam radius 7 kilometer perlu mempertimbangkan beban endapan piroklastika sampai dengan 19kg/m^2 , dengan sudut 25 sampai 60 derajat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim. 2010. www.bnpb.go.id. Laporan Badan Nasional Penanggulangan Bencana pada Erupsi Gunungapi Merapi.
2. Anonim. 2014. www.slemankab.go.id. Diakses tanggal 10 Mei 2015.
3. BPPTK. 2010. Prekursor Erupsi Gunung Merapi. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi, Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral.
4. BPPTK, 2011, Laporan Pemantauan Aktivitas Gunungapi Merapi Januari, 2011. BPPTK Yogyakarta.
5. Lavigne, F., Thouret, J. C., Voight, B., Suwa, H., dan Sumaryono, A. 2000. Lahars at Merapi volcano, Central Java: an overview. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 100: 423-456.
6. Singarimbun, M., dan Effendi, S. 1989. Metode Penelitian survey. LP3ES. Jakarta

KAJIAN HUNIAN TETAP TERHADAP PENGURANGAN RISIKO DAN PENATAAN RUANG PASCA ERUPSI GUNUNGAPI MERAPI 2010

Oleh:

**Rini Meiarti^{a,1,*}, Garri Martha Kusuma Wardhana^{b,1}, Heni Masruroh^{a,2},
Bobby Setiawan^{a,3}, Arifana Eka Hastuti^{a,4}**

^aGeo - Information for Spatial Planning and Disaster Risk Management, Sekolah Pascasarjana UGM Sekip Utara Jalan Kaliurang, Bulaksumur, Yogyakarta, 55281

^bManajemen Pengelolaan Pesisir dan Daerah Aliran Sungai, Fakultas Geografi UGM Sekip Utara Jalan Kaliurang, Bulaksumur, Yogyakarta, 55281
rmeiarti@gmail.com; rmeiarti@mail.ugm.ac.id

Abstrak

Hunian tetap (huntap) merupakan salah satu implikasi dari siklus manajemen bencana yaitu tindakan rehabilitasi dan rekonstruksi pasca erupsi Gunungapi Merapi 2010. Rehabilitasi sangat perlu dilakukan ketika bencana telah menyebabkan kematian warga dan hewan ternak serta kerugian materi. Penelitian bertujuan untuk 1) menganalisis keberadaan hunian tetap secara spasial terhadap pengurangan risiko bencana, 2) mengidentifikasi respon masyarakat terkait keberhasilan program hunian tetap dari pemerintah dan 3) menganalisis keberlanjutan hunian tetap sebagai rehabilitasi dan rekonstruksi berbasis komunitas. Tujuan penelitian dapat dicapai melalui metode observasi lapangan, wawancara mendalam terhadap tokoh kunci masyarakat yang tinggal di hunian tetap serta studi literatur kegunungapian. Keberadaan spasial hunian tetap diketahui dengan membuat peta zonasi hunian tetap terhadap kawasan rawan bencana Gunungapi Merapi. Data-data hasil studi literatur digunakan untuk analisis pengembangan hunian tetap sebagai program pemerintah dalam tahap rehabilitasi dan rekonstruksi pasca erupsi Gunungapi Merapi 2010. Secara spasial, keberadaan hunian tetap Pagerjuran dan Plosokerep masih berpotensi terkena bahaya sekunder dari erupsi Gunungapi Merapi. Walaupun begitu, masyarakat menilai bahwa hunian tetap yang mereka tinggali cukup aman dari bahaya sekunder erupsi Gunungapi Merapi. Masyarakat memiliki respon yang baik terkait program hunian tetap dan merasa program hunian tetap sudah berjalan dengan baik. Implementasi program hunian tetap tidak sepenuhnya sesuai dengan rencana rehabilitasi dan rekonstruksi berbasis masyarakat, sebagai contoh terdapat beberapa infrastruktur yang tidak dibangun. Secara keseluruhan, hunian tetap Gunungapi Merapi dapat dijadikan sebagai langkah rehabilitasi untuk pengurangan risiko bencana dan penataan ruang pasca erupsi.

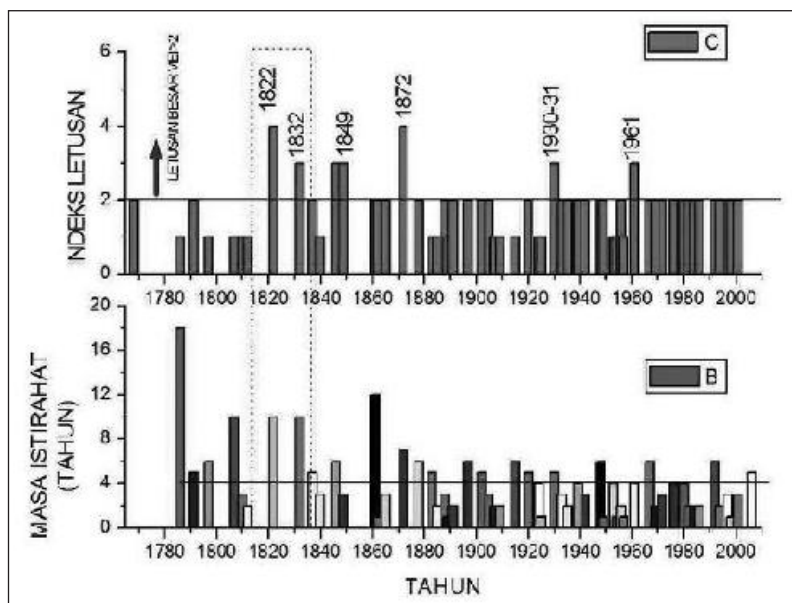
Kata kunci: Hunian tetap, pasca erupsi, spasial, pengurangan risiko, penataan ruang.

1. PENDAHULUAN

Gunungapi Merapi mengalami erupsi tahun 2010. Erupsi terjadi 4 tahun setelah erupsi tahun 2006. Walaupun begitu, kedua jenis erupsi yang terjadi memiliki karakteristik yang berbeda. Berdasarkan karakteristik letusan yang dilansir oleh Badan Geologi tahun 2011, erupsi Merapi tahun 2006 merupakan awal mula perubahan tipe letusan yang telah terjadi tahun 2010. Pada mulanya, letusan Gunungapi Merapi sejak tahun 1872 - 1930 mengarah ke barat - barat laut. Tetapi sejak letusan besar tahun 1930 - 1931, arah letusan dominan ke barat daya sampai dengan letusan tahun 2001 (Gambar 1). Kecuali pada letusan tahun 1994, terjadi penyimpangan ke arah selatan yaitu ke hulu Sungai Boyong, terletak antara bukit Turgo dan Plawangan. Erupsi pada tahun 2006, terjadi perubahan arah dari barat daya ke arah tenggara, dengan membentuk bukaan kawah yang mengarah ke Sungai Gendol. Perubahan arah dari barat daya ke arah tenggara membuktikan bahwa arah erupsi selanjutnya (tahun 2010) akan mengarah ke D. I. Yogyakarta.

Hasil erupsi Merapi tahun 2006 ialah munculnya kubah lava di tengah kawah aktif di sekitar puncak. Erupsi selanjutnya terjadi pada tanggal 5 November 2010 yang menghancurkan kubah lava yang terbentuk

tahun 2006. Kubah lava yang tidak stabil posisinya dan didorong oleh tekanan gas dari dalam menyebabkan sebagian longsor sehingga terjadi awan panas. Awan panas akan mengalir secara gravitasional menyusur lembah sungai (kemiringan lereng terjal) dengan kecepatan 60 - 100 km/jam dan akan berhenti ketika energi gerakanya habis. Inilah awan panas yang disebut tipe Merapi yang menjadi ancaman bahaya primer (*primary hazard*). Awan panas tersebut mengalir sejauh 15 km ke arah Sungai Gendol. Maka, radius aman ditetapkan di luar 20 km. Akibat bahaya primer tersebut, terdapat korban jiwa sebanyak 347 jiwa (BNPB, 2011). Terlebih lagi korban terbanyak berada di Kabupaten Sleman yaitu 246 jiwa khususnya di Desa Kinahrejo. Material erupsi juga menghancurkan 2.682 unit rumah di Sleman khususnya. Selain itu, matinya hewan ternak dan rusaknya rumah menjadi tidak layak dihuni juga merupakan dampak dari bahaya primer erupsi Merapi. Namun, satu bulan setelah bahaya primer terjadi, Merapi mengalami penurunan aktivitas (3 Desember 2010).



Gambar 1. Grafik Statistik Letusan G. Merapi Sejak Abad ke-18. Pada Abad ke-18 dan ke-19, Letusan G. Merapi Umumnya Relatif Besar Dibanding Letusan pada Abad ke-20, Sedangkan Masa Istirahatnya Lebih Panjang (ESDM, 2011)

Ancaman bahaya selanjutnya ialah bahaya sekunder lahar hujan dan banjir lahar. Bahaya sekunder lahar hujan dan banjir lahar membawa material piroklastik dengan ukuran yang berbeda-beda merupakan hasil angkutan awan panas dari kawah. Lahar hujan dan banjir lahar terjadi secara berurutan. Lahar hujan cenderung membawa material ringan seperti debu (*ash*) dengan sedikit pasir serta kerikil (*pebble*) sedangkan banjir lahar cenderung membawa pasir (*sand*), kerakal (*gravel*), dan batu (*massive rocks*). Kedua bahaya sekunder tersebut menambahkan kerugian pada warga yang tinggal di dalam radius 20 km bahkan warga yang tinggal di dekat Sungai Gendol. Akibatnya, beberapa area permukiman tidak lagi bisa dihuni, sulit untuk memulihkannya, atau akan menghabiskan waktu sangat lama untuk memulihkannya dari material erupsi. Beberapa lahan pertanian tidak mungkin lagi dipulihkan dalam waktu dekat karena kondisi tanah yang asam dan berpasir. Pembersihan, rehabilitasi, dan rekonstruksi infrastruktur akan meningkatkan kondisi kehidupan lingkungan, ekonomi, dan sosial penduduk desa namun membutuhkan biaya dan upaya yang signifikan.

Salah satu respon terhadap bencana erupsi Gunung Merapi, Pemerintah Indonesia dan Bank Dunia telah menjalankan Proyek Rehabilitasi dan Rekonstruksi Masyarakat dan Permukiman Berbasis Masyarakat di daerah terdampak erupsi Gunung Merapi khususnya di D. I. Yogyakarta. Rehabilitasi dan rekonstruksi tidak hanya bertujuan untuk membangun dan memulihkan kembali permukiman tapi juga memulihkan kembali kondisi sosial masyarakat yang terdampak oleh bahaya primer dan sekunder dari Merapi. Rehabilitasi dan rekonstruksi permukiman harus berjalan selaras dengan rehabilitasi dan rekonstruksi kondisi sosial.

Salah satu tindakan rehabilitasi dan rekonstruksi dari pemerintah yang melibatkan masyarakat ialah pemulihan kondisi sosial dan permukiman masyarakat melalui pembangunan hunian tetap. Pembangunan hunian tetap membutuhkan waktu dan proses yang tidak singkat dan sistematis serta melibatkan masyarakat. Masyarakat sebagai subyek dan obyek dalam pembangunan hunian tetap. Hal ini agar masyarakat dapat melanjutkan kembali kehidupan dan penghidupan pasca erupsi Merapi terjadi saat Oktober - November 2010 dengan tentram dan damai. Walaupun hunian tetap bukan merupakan lahan yang mereka miliki selama ini, namun hal tersebut harus diterima oleh masyarakat agar mereka dapat melanjutkan kembali kehidupan dan penghidupan pasca erupsi. Sampai saat ini, masyarakat telah menempati hunian tetap sebagai tempat tinggal mereka untuk melakukan aktivitas sehari-hari.

Tindakan pembangunan hunian tetap (*huntap*) adalah implementasi rencana rehabilitasi dan rekonstruksi berbasis komunitas (*REKOMPAK*). Rencana tersebut meliputi Rencana Penataan Permukiman (*RPP*) atau *Community Settlement Plan (CSP)*. Rencana tersebut pula disusun masyarakat berdasarkan

aspirasi, kebutuhan, dan cita-cita masyarakat untuk meningkatkan kondisi permukiman yang tanggap terhadap upaya pengurangan risiko bencana serta mengendalikan dan mengelola pembangunan permukiman desa secara berkelanjutan (KPU, 2014). Lokasi pemilihan hunian tetap dapat mengurangi risiko bencana erupsi Merapi namun tidak menutup kemungkinan lokasi hunian tetap berpotensi menjadi daerah terdampak erupsi Merapi selanjutnya. Maka, untuk menganalisis keberadaan hunian tetap terhadap pengurangan risiko bencana dan penataan ruang pasca erupsi, diperlukan penelitian atau telaah tentang keberadaan spasial dan keberlanjutan hunian tetap untuk memulihkan kembali kondisi sosial masyarakat pasca erupsi. Telaah keberadaan spasial untuk menganalisis potensi hunian tetap terhadap kemungkinan erupsi Merapi selanjutnya. Keberlanjutan hunian tetap untuk mengindikasikan kemandirian masyarakat hunian tetap setelah tidak mendapatkan bantuan dari pemerintah.

1.1. Tujuan Penelitian

Hunian tetap sebagai program pemerintah memberikan dampak positif maupun dampak negatif pada masyarakat terdampak. Dampak positif ialah masyarakat memiliki hunian baru pengganti hunian yang rusak oleh erupsi. Namun, hunian tetap juga memberikan dampak negatif yang secara tidak langsung dirasakan oleh masyarakat. Penurunan rasa kewaspadaan masyarakat andaikata erupsi terjadi lagi merupakan dampak negatif dari adanya hunian tetap. Walaupun begitu, masyarakat telah memiliki tindakan mitigasi baik struktural maupun non struktural yang berujung pada kesiapsiagaan andaikata erupsi Merapi terjadi.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan utama yaitu untuk mengkaji keberadaan hunian tetap yang mampu mengurangi risiko bencana dan menata ruang hunian baru secara spasial berbasis komunitas. Tentunya, tujuan penelitian ini berhubungan dengan hunian tetap sebagai implementasi dari produk perencanaan spasial yaitu Rehabilitasi dan Rekonstruksi Masyarakat dan Permukiman Berbasis Komunitas (REKOMPAK). Berikut detail tujuan penelitian hunian tetap:

1. Menganalisis keberadaan hunian tetap secara spasial terhadap pengurangan risiko bencana,
2. Mengidentifikasi respon masyarakat terkait keberhasilan program hunian tetap dari pemerintah,
3. Menganalisis keberlanjutan hunian tetap sebagai rehabilitasi dan rekonstruksi berbasis komunitas.

2. METODE PENELITIAN

REKOMPAK merupakan realisasi dari Perka BNPB No. 5 Tahun 2001 tentang Rencana Aksi Rehabilitasi dan Rekonstruksi (Renaksi) wilayah pasca bencana. Implementasi REKOMPAK merupakan binaan dari Kementerian Pekerjaan Umum. REKOMPAK telah mendirikan 18 hunian tetap dengan total 2.132 unit rumah khusus di Kabupaten Sleman. Hunian tetap yang dikaji dalam penelitian ini ialah hunian tetap Pagerjurang dan Plosokerep. Kedua nama hunian tersebut berasal dari lokasi pembangunan hunian tetap sedangkan unit rumah yang didirikan di dalam tiap hunian sesuai dengan nama dusun yang terdampak erupsi Merapi. Pemilihan Pagerjurang dan Plosokerep sebagai daerah penelitian karena kedua hunian tersebut berada di Kawasan Rawan Bencana (KRB) I. Kawasan Rawan Bencana I merupakan kawasan yang rawan banjir lahar dan kemungkinan terkena awan panas. Pagerjurang dan Plosokerep memiliki perbedaan dalam memanfaatkan dan mengelola hunian tetap sebagai tempat tinggal mereka. Perbedaan tersebut ialah hunian Pagerjurang lebih berkembang dan telah dimanfaatkan sehingga kehidupan mereka berkelanjutan daripada hunian Plosokerep. Hal tersebut yang dapat menjadikan analisis perbandingan antara kedua hunian.

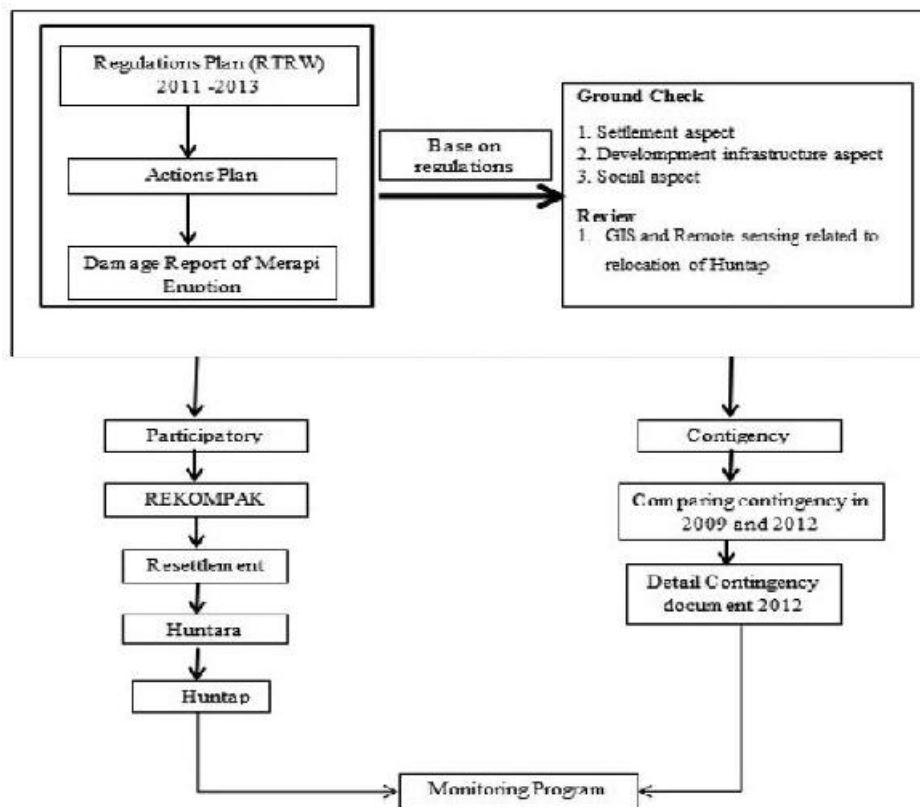
Inventarisasi data dilakukan secara primer maupun sekunder. Data primer ialah data yang diperoleh secara langsung di lapangan. Data primer tersebut ialah jarak kedua hunian dengan sungai-sungai aliran banjir lahar Merapi, sebaran infrastruktur di kedua hunian, dan respon masyarakat khususnya tokoh masyarakat di kedua hunian. Data sekunder didapatkan dari data-data instansi yang terkait dengan pembangunan hunian. Data sekunder tersebut ialah peta kawasan rawan bencana oleh Badan Geologi 2011, REKOMPAK oleh Kementerian Pekerjaan Umum 2014, dan Perka BNPB No. 5 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Rehabilitasi dan Rekonstruksi (Renaksi) Wilayah Pascabencana Erupsi Merapi tahun 2010.

Perolehan data dilakukan dengan metode *survey* dan *sampling*. Metode *survey* yang dilakukan ialah wawancara mendalam dengan tokoh masyarakat (Gambar 2).

Alasan pemilihan tokoh masyarakat sebagai responden ialah memperkuat argumen-argumen yang disampaikan sehingga jawaban sangat terkait dengan pembangunan hunian tetap (huntap). Metode *sampling* ialah *purposive sampling* karena huntap yang diambil ialah huntap yang masuk dalam kawasan rawan bencana erupsi Merapi. Melalui metode yang dilakukan, hasil penelitian dapat dicapai sesuai tujuan penelitian. Berikut diagram alir penelitian (Gambar 3):



Gambar 2. Informasi Didapatkan Dengan Metode Kualitatif yaitu Wawancara Mendalam Dengan Tokoh Masyarakat yang Berkontribusi Dalam Pembangunan Huntap (Setiawan, 2015)



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

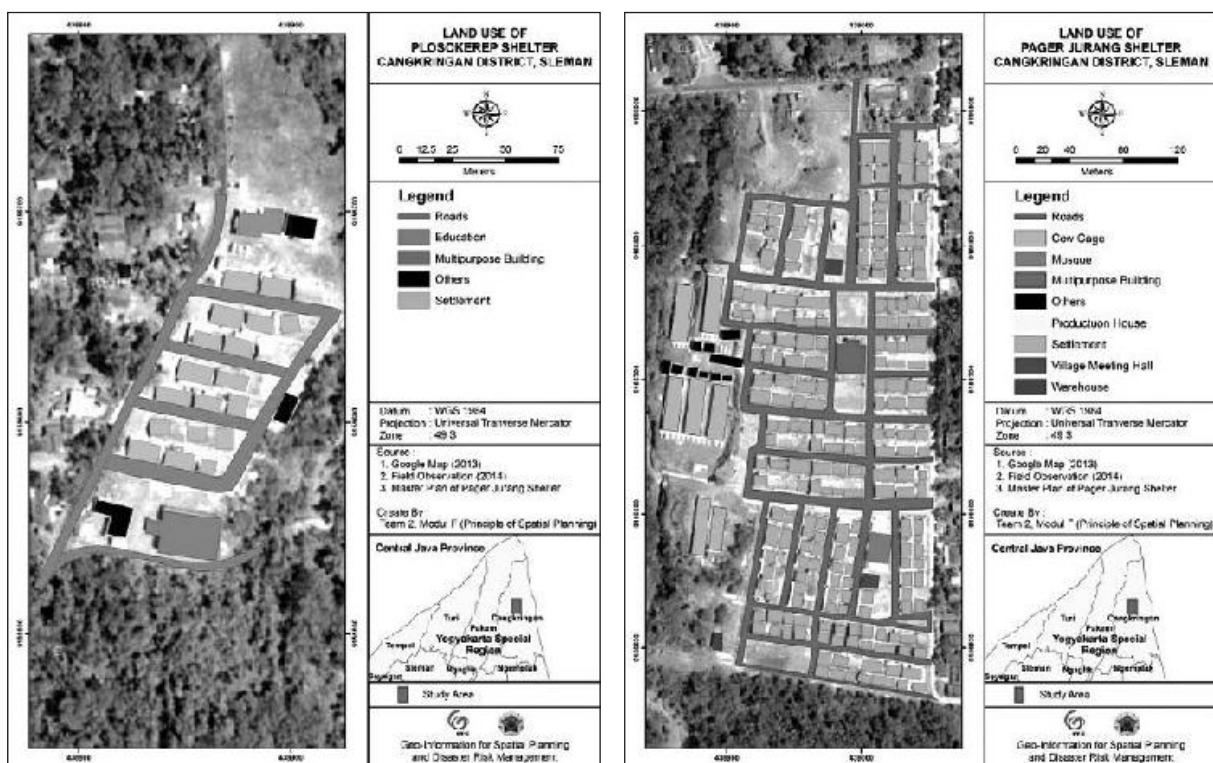
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Keberadaan Hunian Tetap (Huntap) Secara Spasial

Berdasarkan peta Kawasan Rawan Bencana (KRB) yang diperbaharui oleh Badan Geologi tahun 2011, hunian tetap Pagerjulang dan Plosokerep berada pada kawasan rawan bencana I. Hal ini menandakan bahwa kedua huntap tersebut masih rawan terhadap banjir lahar dan terkena awan panas. Terlebih lagi posisi keduanya berada di sebelah barat Sungai Kuning. Sungai Kuning merupakan sungai yang terlintasi aliran lahar Merapi saat erupsi tahun 2006. Maka, tidak menutup kemungkinan bahwa aliran lahar dapat teralir kembali melalui Sungai Kuning tersebut. Selain itu, pemilihan lokasi pembangunan huntap telah sesuai dengan karakteristik tempat tinggal masyarakat pra erupsi. Hal ini dapat memaksimalkan pengurangan risiko bencana berbasis masyarakat.

Pembangunan hunian tetap dilakukan dengan beberapa tahap. Tahap sosialisasi, pembangunan hunian sementara (hunta), dan terakhir pembangunan hunian tetap (hunta). Secara keseluruhan pembangunan hunta membutuhkan waktu 4 tahun setelah erupsi terjadi. Prasyarat pembangunan hunta juga harus disetujui oleh masyarakat. Prasyarat tersebut ialah tidak hanya memberikan kehidupan namun juga memberikan penghidupan kepada masyarakat terdampak. Penghidupan tersebut ialah memberikan modal kepada masyarakat terdampak untuk beraktivitas seperti biasa. Modal tersebut tidak hanya materi namun juga modal ternak dan tani. Jika modal tersebut tidak diberikan, maka pembangunan hunta hanya sia-sia belaka. Pada hakikatnya, pembangunan hunian tetap merupakan tindakan rehabilitasi dan rekonstruksi masyarakat dan permukiman berbasis masyarakat.

Tahapan pemilihan lokasi hunta Pagerjurgang dan Plosokerep telah berdasarkan Rencana Aksi Rehabilitasi dan Rekonstruksi pasca erupsi Gunungapi Merapi. Waktu 4 tahun merupakan waktu yang cukup singkat untuk mendirikan hunian tetap berbasis komunitas. Keberhasilan pembangunan hunian tetap dilihat dari perkembangan pola pikir masyarakat terdampak yang tinggal di lingkungan yang jauh berbeda dengan lingkungan asal mereka. Sebagai gantinya, lingkungan asal mereka dilarang digunakan untuk tempat tinggal namun, dapat digunakan untuk lahan budidaya pakan ternak mereka.

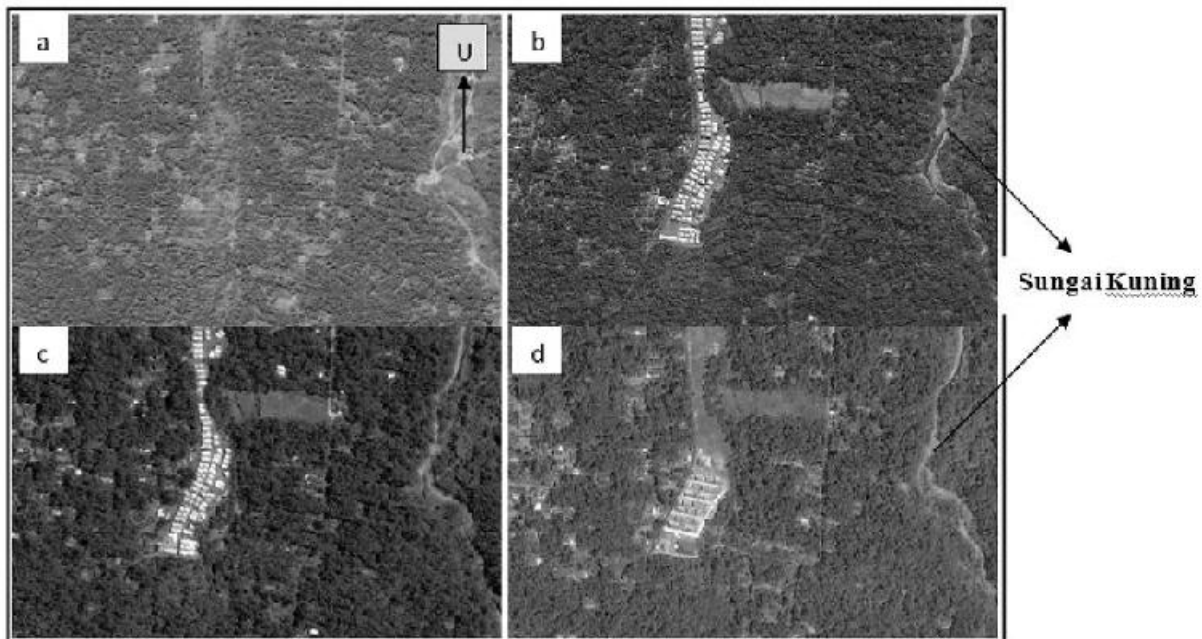


Gambar 4. Sebaran Unit Rumah dan Fasilitasnya di Hunta Pagerjurgang (Sebelah Kiri) dan Sebaran Unit Rumah Beserta Fasilitasnya di Hunta Plosokerep (Sebelah Kanan)

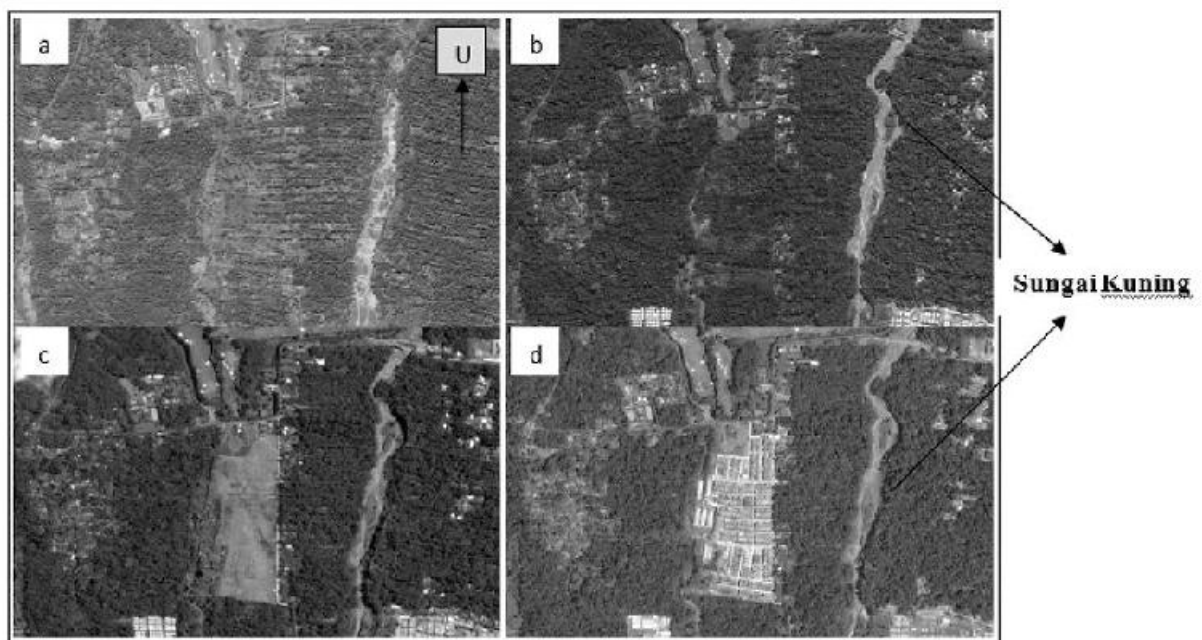
3.2. Terhadap Hunian Tetap (Hunta)

Berdasarkan konsep perencanaan wilayah yang berbasis manajemen bencana terdapat empat hal yang harus dilakukan. Hal tersebut meliputi perencanaan kontijensi, perencanaan mitigasi, perencanaan operasional dan perencanaan pemulihan setelah bencana. Pada bagian ini Hunian Tetap (HUNTA) termasuk dalam bagian perencanaan pemulihan yang meliputi rencana rehabilitasi dan rekonstruksi pasca bencana.

Menurut Sartohadi tahun 2013 bencana erupsi gunung merapi tahun 2010 menyebabkan beberapa kerugian. Hampir 80.000 rumah telah rusak akibat *lahar flow* erupsi gunung merapi. Akibatnya, sebagian besar masyarakat yang terdampak telah kehilangan tempat tinggal, kehilangan lapangan pekerjaan bagi yang bekerja sebagai petani, kerugian sosial dan beberapa kerugian yang lain. Sebagai upaya rehabilitasi dan rekonstruksi beberapa kerugian tersebut, Pemerintah Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum telah mengimplementasikan rencana pemulihan pasca bencana erupsi merapi ini dengan konsep pemulihan berbasis masyarakat atau disebut sebagai REKOMPAK (rehabilitasi dan rekonstruksi masyarakat dan permukiman berbasis komunitas).



Gambar 5. Lokasi Hunian Tetap Plosokerep, A) 26 Juni 2007 Pra Erupsi 2010; B) 6 November 2011 Pasca Erupsi 2010 ; C) 4 Oktober 2012; D) 12 Mei 2015; C) dan D) ialah Waktu Pemulihan Hunian Tetap.



Gambar 6. Lokasi Hunian Tetap Pagerjurang, A) 9 Oktober 2006 Pra Erupsi 2010; B) 6 Oktober 2011 Pasca Erupsi 2010; C) 4 Oktober 2012; D) 9 September 2013; C) dan D) ialah Waktu Pemulihan Hunian Tetap.

Pembangunan Hunian Tetap (HUNTAP) merupakan salah satu implementasi rekonstruksi dan rehabilitasi pasca bencana erupsi merapi yang berbasis masyarakat. Terdapat beberapa standar operasional dalam pengembangan Hunian Tetap (HUNTAP). Standar operasional tersebut meliputi standar operasional prosedur tata cara pembangunan rumah tahan gempa, standar operasional prosedur tata cara penanganan pengaduan masyarakat, pedoman operasional teknis, pedoman operasional umum, standar operasional prosedur tata cara penataan kawasan relokasi, standar operasional prosedur tata cara pengadaan barang dan jasa, standar operasional prosedur tata cara pencairan dan penyaluran dana, standar operasional prosedur tata cara perencanaan teknis sanitasi, standar operasional prosedur tata cara penyusunan rencana

penataan pemukiman, dan standar operasional prosedur pengukuran kinerja keuangan (Buku Panduan REKOMPAK, 2014)

Pembangunan Hunian Tetap (HUNTAP) terdapat beberapa konsep jenis kegiatan infrastruktur dan fasilitas umum. Beberapa konsep bangunan ini meliputi jalan, instalasi air bersih, talud, ruang terbuka hijau, selokan, masjid, balai warga, tempat pembuangan sampah dan biogas. Semua konsep pembangunan dan standar operasional yang dibuat bertujuan untuk kehidupan masyarakat yang lestari dan keberlanjutan. Berdasarkan (Buku Pedoman REKOMPAK, 2014) pembangunan Hunian Tetap (HUNTAP) sebagai upaya implementasi rekonstruksi dan rehabilitasi pasca erupsi Merapi telah terbangun di 14 wilayah yaitu Batur, Plosokerep, Pagerjuran, Karang Kendal, Ploso Kerep, Gondang 2 dan 3, Dongkel sari, Kuwang, Gading, Banjarsari, Jeti Sumur, Larangan, dan Koripan.

Berdasarkan wawancara (Survei Lapangan, 2014) beberapa masyarakat mengatakan hal yang sama bahwa keberadaan Hunian Tetap (HUNTAP) bagi mereka sangat merubah pola kehidupan sosial, ekonomi serta aktivitas sehari-hari. Beberapa perubahan kehidupan sosial di Hunian Tetap (HUNTAP) Pagerjuran yaitu mereka harus beradaptasi dengan orang baru. Hal ini dikarenakan konsep dalam pembangunan Hunian Tetap (HUNTAP) tidak terkonsep sesuai dengan posisi keberadaan tempat tinggal mereka dengan tetangga sebelum terdampak erupsi Merapi 2010. Konsep dalam penentuan posisi pembangunan Hunian Tetap (HUNTAP) berdasarkan undian. Perubahan lain yang dirasakan oleh masyarakat Hunian Tetap (HUNTAP) Pagerjuran berdasarkan aspek ekonomi dan aktivitas sehari-hari yaitu hilangnya lahan pertanian sebagai mata pencaharian dan tidak adanya pekarangan yang luas yang kami miliki. Menurut penuturan salah satu warga penghuni Hunian Tetap (HUNTAP) Pagerjuran mengatakan bahwa

“..... sebelum terjadi erupsi Merapi tahun 2010 kami memiliki lahan pertanian yang sangat luas yang kami gunakan sebagai sumber kehidupan dan aktivitas kami sehari-hari dulu sebelum erupsi Merapi yang berkebutuhan ketika pagi. Sekarang kami sudah tidak memiliki semua itu. Namun, kami sangat berterima kasih kepada Pemerintah yang telah membangunkan rumah kami (Survei, 2015).

Respon lain dari masyarakat mengenai keberadaan Hunian Tetap (HUNTAP) yaitu mengenai implementasi pembangunan Hunian Tetap (HUNTAP) di Pagerjuran. Beberapa masyarakat merespon bahwa rencana pembangunan Hunian Tetap (HUNTAP) Pagerjuran tidak sesuai dengan rencana. Hunian Tetap (HUNTAP) Pagerjuran terdiri dari tiga Desa (Umbulharjo, Kepuharjo, dan Glagaharjo). Berdasarkan rencana pembangunan Hunian Tetap (HUNTAP) pada setiap desa yang terdapat di HUNTAP Pagerjuran akan dibangun masing-masing satu tempat ibadah (Masjid). Namun, implementasinya Hunian Tetap (HUNTAP) Pagerjuran yang terdiri dari tiga desa tersebut hanya dibangun satu tempat ibadah (masjid) yang terletak di posisi tengah HUNTAP Pagerjuran.

Berdasarkan beberapa penjelasan di atas dapat diketahui bahwa sebagai upaya pemulihan bencana erupsi 2010, Pemerintah telah merencanakan dan mengimplementasikan Program pembangunan hunian masyarakat terdampak (HUNTAP) berbasis masyarakat (REKOMPAK). Program ini telah direncanakan dan dikonseptkan dengan tujuan penghidupan yang lebih baik, keberlanjutan dan lestari. Masyarakat terdampak telah merespon positif segala upaya pemerintah untuk merekonstruksi dan merehabilitasi guna untuk pemulihan kehidupan secara utuh yang meliputi pemulihan kehidupan secara ekonomi, sosial dan hayati. Namun, disisi lain masih terdapat respon mengenai kurangnya pemaksimalan sinkronisasi antara rencana program dan implementasi. Kedua hal tersebut menjadi penting sebagai kritikan positif bagi REKOMPAK sebagai pelaksana program dan Pemerintah sebagai penyedia dana.

3.3. Keberlanjutan Hunian Tetap (Huntap)

Tujuan utama dari REKOMPAK sebenarnya bukan hanya membangun pemukiman baru bagi masyarakat, namun juga melaksanakan rehabilitasi dan rekonstruksi fisik akibat erupsi masyarakat. Tantangan utama dalam proses tersebut adalah, bagaimana membuat warga yang telah direlokasi merasa aman dan nyaman di lokasi yang baru. Karena itu penting untuk memperhatikan keberlanjutan dari program rekompak ini.

Berdasarkan Catatan Pendampingan Rehabilitasi dan Rekonstruksi Pasca Erupsi Merapi 2010, secara umum kegiatan REKOMPAK dalam penanganan pasca erupsi Merapi ada tiga hal. *Pertama*, pendampingan review Rencana Penataan Pemukiman (RPP) yang berorientasi pada pengurangan resiko bencana. *Kedua*, memfasilitasi pembangunan rumah tahan gempa dengan merelokasi warga ke daerah yang dinyatakan aman untuk dihuni berdasarkan peta Kawasan Rawan Bencana Gunung Merapi yang dikeluarkan oleh Badan Geologi, Kementerian ESDM. *Ketiga*, pendampingan rehabilitasi rekonstruksi infrastruktur lingkungan pemukiman yang berbasis pada pengurangan risiko bencana.

Segi ekonomi dan kebiasaan masyarakat banyak mengeluhkan karena kehilangan salah satu mata pencahariannya. Masyarakat mengeluhkan bahwa mereka kehilangan lahan untuk berkebun. Lahan kosong di sekitar rumah mereka sangat sempit, dan saling berdempetan dengan rumah yang lain. Sehingga mereka tidak dapat melakukan kegiatan berkebun seperti yang sebelumnya mereka lakukan di daerah asalnya.

Segi sosial, masalah yang dapat segera muncul adalah sistem penentuan lokasi rumah yang disesuaikan berdasarkan undian. Hal tersebut membuat warga kehilangan lingkungan *neighborhood* yang dulu telah terbangun pada desa asalnya. Masyarakat harus memulai adaptasi lagi dengan lingkungan yang baru dan tetangga yang baru. Kondisi tersebut dapat berpotensi akan terjadinya konflik dan disharmonisasi antar sesama warga penghuni huntap.

Strategi keberlanjutan REKOMPAK dapat dilakukan setelah melakukan *review* secara menyeluruh terhadap kegiatan rekompak. Berdasarkan PP PU No. 21 Tahun 2007, hal ini diperlukan rehabilitasi dan rekonstruksi berbasis masyarakat pasca erupsi Merapi pada tahun 2010. Integrasi antara perencanaan daerah dan tata ruang Kabupaten Sleman, rencana aksi rehabilitasi dan rekonstruksi pasca erupsi Merapi pada tahun 2010, dan rehabilitasi dan rekonstruksi masyarakat dan pemukiman berbasis masyarakat dapat ingin membuat rencana pemulihan yang baik. Rencana pemulihan adalah salah satu manajemen risiko bencana.

Berdasarkan Catatan Pendampingan Rehabilitasi dan Rekonstruksi Pasca Erupsi Merapi 2010, ada beberapa hal yang dapat diterapkan untuk menjaga keberlanjutan program REKOMPAK. *Pertama*, melakukan evaluasi menyeluruh terhadap kinerja program secara rinci dan menyeluruh terutama menghitung efektifitas rehabilitasi dan rekonstruksi, baik dari segi waktu, alokasi, sumber daya, dan manajemen. *Kedua*, mengelola dan memaksimalkan pengetahuan kesadaran masyarakat terhadap program pembangunan HUNTA dan Infrastruktur. *Ketiga*, pembaharuan data mengenai sisi kerentanan komunitas terhadap bencana. *Keempat*, memetakan poin-poin pembelajaran dari pelaksanaan program rehabilitasi dan rekonstruksi pascabencana oleh berbagai pihak. *Kelima*, melakukan penyelarasan antara perencanaan dan pelaksanaan program di berbagai tingkat, baik di pusat maupun daerah. Kegiatan Pemantauan dan evaluasi sangat penting dilakukan terkait dengan keberlanjutan hunian tetap. Hal ini diperlukan agar masyarakat dapat hidup secara harmonis berdampingan dengan Merapi.



Gambar 7. Hunian Tetap Pagerjurang.



Gambar 8. Instalasi Air Bersih di Huntap Plosokerep.

4. KESIMPULAN

Rehabilitasi dan rekonstruksi merupakan proses setelah bencana terjadi. Pada dasarnya, semua bencana yang menimbulkan kerugian materi dan korban jiwa harus dilakukan tindakan rehabilitasi dan rekonstruksi setelah bencana terjadi. Khususnya pada bencana erupsi gunungapi Merapi yang terjadi pada bulan Oktober-Desember 2010 lalu. Banyaknya korban jiwa dan tertimbunnya ribuan unit rumah mengakibatkan hilangnya kehidupan dan penghidupan masyarakat terdampak. Terlebih lagi bencana gunungapi tidak hanya memberikan bencana primer namun bencana sekunder muncul setelah bencana primer selesai. Hal ini menguatkan alasan diperlukannya pembangunan hunian tetap sebagai pemulihan kembali pasca erupsi Gunungapi Merapi. Pembangunan hunian tetap pasca erupsi Gunungapi Merapi memerlukan waktu 4 tahun. Waktu pembangunan hunian tetap bergantung dari sinergitas antara pemerintah pusat, daerah, swasta, fasilitator, dan masyarakat terdampak. Pembangunan hunian tetap di Pagerjuran menjadi percontohan untuk daerah yang mengalami bencana dan memerlukan tindakan rehabilitasi dan rekonstruksi.

Pemilihan lokasi hunian tetap perlu dilakukan telaah ilmiah. Telaah ilmiah dilakukan untuk memastikan bahwa hunian tetap berada pada kawasan yang aman dari bahaya primer erupsi Gunungapi Merapi. Selain itu, posisi hunian tetap sebaiknya memiliki kondisi yang tidak jauh berbeda dengan kondisi hunian mereka saat sebelum erupsi terjadi. Hal ini dikarenakan untuk memudahkan adaptasi sosial masyarakat terdampak dan memaksimalkan pengurangan risiko pasca bencana. Hunian tetap Pagerjuran dan Plosokerep memiliki perbedaan pada lokasi pembangunan. Huntap Pagerjuran terletak di sebelah barat Sungai Kuning dan termasuk KRB I sedangkan huntap Plosokerep berada di selatan huntap Pagerjuran. Walaupun begitu, huntap Pagerjuran lebih berkembang daripada huntap Plosokerep. Hal ini dikarenakan kurangnya partisipasi masyarakat terdampak di hunian Plosokerep. Mereka memiliki beberapa permintaan yang tidak dapat direalisasikan secara langsung oleh pemerintah. Maka, respon dan keberlanjutan hunian tetap di kedua huntap memiliki perbedaan yang cukup jelas. Walaupun demikian, keberadaan hunian tetap sangat membantu masyarakat dalam rehabilitasi dan rekonstruksi pasca erupsi Gunungapi Merapi tahun 2010.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulisan paper yang berjudul "Kajian Hunian Tetap Terhadap Pengurangan Risiko dan Penataan Ruang Pasca Erupsi Gunungapi Merapi 2010" merujuk pada tugas dalam modul perkuliahan Prinsip Perencanaan dalam Pengurangan Risiko Bencana. Perkuliahan tersebut diampu oleh Prof. Ir. Achmad Djunaedi, MUP.,

Ph.D., Dr. Rini Rachmawati, M.T., dan Dr. Estuning Tyas Wulan Mei, M.Si. Kepada ketiga dosen pengampu, kami ucapkan terimakasih atas bimbingannya dalam menyusun ide penulis menjadi sebuah tulisan ilmiah. Selain itu, kami juga berterimakasih kepada tokoh masyarakat di hunian tetap (huntap) yang bersedia menyampaikan informasi terkait keberlanjutan program hunian tetap. Tak lupa pula penulis menghaturkan ucapan terimakasih kepada tim REKOMPAK Pasca Erupsi Gunungapi Merapi 2010 yang bersedia menjadi bahan penulisan dalam tulisan ilmiah ini. Harapan dari pembuatan tulisan ilmiah ini ialah mengembangkan pikiran inovatif kreatif berbasis pengurangan risiko bencana dan penataan ruang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Geologi. 2011. Sejarah dan Karakteristik Letusan Gunungapi Merapi. Kementerian ESDM; hlmn. 34 – 38.
2. Direktorat Jenderal Cipta Karya. 2014. Rehabilitasi dan Rekonstruksi Masyarakat dan Permukiman Berbasis Komunitas. Kementerian Pekerjaan Umum; hlmn. 12 – 17.
3. Direktorat Jenderal Cipta Karya. 2014. Rehabilitasi dan Rekonstruksi Masyarakat dan Permukiman Berbasis Komunitas: Pedoman Operasional Umum. Kementerian Pekerjaan Umum; hlmn. 4 – 6.
4. Sartohadi, Junun. 2013. Valuasi Ekonomi Tingkat Kerusakan Bangunan Permukiman Akibat Banjir Lahar Di Kali Putih Kabupaten Magelang. Jurnal Bumi Lestari, Volume 13 No. 2, Agustus 2013; hlmn. 341 – 354.
5. Setiawan, Bakti. 2013. Catatan Pendampingan Rehabilitasi dan Rekonstruksi Pasca Erupsi Merapi 2010. Yogyakarta: Kementrian Pekerjaan Umum; hlmn. 23 – 33.

EVALUASI PROGRAM PEMULIHAN EKONOMI PASCA BENCANA ERUPSI GUNUNG BROMO BERBASIS AGRIBISNIS DI KECAMATAN SUKAPURA PROBOLINGGO

Oleh:

Tatiek Koernawati Andajani^{a,1,*}, Rini Dwiastuti^{a,2}, Liana Padma Praba Maulana^{a,3}, Cahya Indra Wicaksono^{a,4}

Universitas Brawijaya

Jl. Veteran, Malang 65141, Indonesia

*E-mail: tatiek.k.a@gmail.com, tkagribisnispub@yahoo.com

Abstrak

*Erupsi Gunung Bromo pada akhir tahun 2010 meski tidak meminta korban jiwa namun telah berdampak negatif pada livelihood system berbasis agribisnis hortikultura yang selama ini dikelola. Diperlukan komoditas substitusi alternatif bernilai ekonomi tinggi yang dapat dibudidayakan tanpa lahan. Pada tahapan pemulihan ekonomi pasca bencana, dengan melibatkan para pihak komoditas jamur kancing (*Agaricus bisporus*) dipilih sebagai komoditas substitusi unggulan. Jamur kancing merupakan salah satu jenis jamur edible dengan harga jual hingga Rp 30.000 per kilogram, sementara peluang pasar yang terisi baru mencapai sekitar 30 persen. Program pemulihan ekonomi berbasis agribisnis komoditas spesifik ini menggandeng Program Kemitraan dan Bina Lingkungan (PKBL) PT. Bank Mandiri Tbk. Setelah program ini berlangsung empat tahun jumlah petani peserta program merosot $\pm 60\%$. Penelitian ini ditujukan untuk mengkaji: 1) kelayakan finansial program pemulihan ekonomi berbasis komoditas jamur; 2) efisiensi teknis dan ekonomis alokasi input produksi; 3) strategi penguatan program pemberdayaan berbasis agribisnis. Penelitian ini menggunakan metode analisis kelayakan usaha tani berdasarkan kriteria investasi, analisis break even point dan analisis sensitivitas. Efisiensi teknis dan ekonomis dianalisis dengan fungsi Cobb Douglas stochastic frontier. Hasil analisis data 49 responden secara sensus menunjukkan bahwa usaha tani layak secara finansial dengan B/C ratio sebesar 3,2 dan payback period selama 15 siklus tanam. Nilai BEP tercapai pada skala usaha 361 log media tanam. Analisis fungsi Cobb Douglas stochastic frontier mengindikasikan tingkat efisiensi petani mencapai 84,8% dan masih berpeluang meningkatkan produksi sebesar 15,2%. Penelitian ini menyimpulkan biaya log media dan upah tenaga kerja berpengaruh signifikan pada biaya input total. Komoditas jamur kancing masih strategis untuk dikembangkan di daerah rawan bencana erupsi.*

Kata kunci: Pemulihan ekonomi berbasis agribisnis, komoditas hortikultura non lahan, *agaricus bisporus*, analisis kelayakan, fungsi Cobb-Douglas stochastic frontier.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bencana erupsi Gunung Bromo pada akhir tahun 2010 meski tidak meminta korban jiwa namun telah berdampak negatif pada livelihood system berbasis pertanian hortikultura yang selama ini dikelola komunitas petani di kawasan sekitar Gunung Bromo. Pelaksana Harian Bakornas PB (2007) mendefinisikan bencana (*disaster*) sebagai peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat. Bencana dapat disebabkan baik oleh faktor alam, faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda dan dampak psikologis. Menurut *Economist Intelligent Unit (EIU)* dampak meletusnya gunung berapi berpotensi mendorong sejumlah besar penduduk yang pada umumnya bermata pencaharian sebagai petani masuk dalam kondisi kemiskinan.

Komunitas petani di kawasan Gunung Bromo telah berinteraksi dengan alam dari generasi ke generasi. Menurut Dharmawan (2007) interaksi semacam ini menghasilkan ikatan asosiasional berbasis kolektivitas dalam *setting* ekologi pedesaan yang berfungsi sebagai jejaring pengaman sistem penghidupan (*livelihood system*). Respon adaptif dalam interaksi yang dinamis ini juga telah menempatkan peran petani Bromo sedemikian rupa sehingga mampu menata kelola ekonomi berbasis pertanian dalam formasi pilihan keragaman komoditas berbeda umur panen yang selain berfungsi sebagai bahan pangan juga memiliki nilai jual komersial.

Responsivitas komunitas petani Bromo terhadap kejadian bencana erupsi yang bersifat siklus tiga puluh tahunan diindikasikan oleh preferensi petani untuk menanam komoditas semusim yang bernilai ekonomi tinggi. Sudah sejak lama petani Bromo menanam aneka komoditas hortikultura dataran tinggi. Selain dilatarbelakangi kesesuaian agroklimat sebagai syarat tumbuh, hortikultura memungkinkan petani mengimplementasikan *mixed cropping*, untuk meminimalkan risiko usaha tani.

Bencana erupsi gunungapi umumnya dikategorikan menjadi bahaya primer dan sekunder. Bahaya primer merupakan dampak bencana yang destruktif dan mematikan, mencakup awan panas (*pyroclastic flow*), lontaran batu pijar, hujan abu lebat, leleran lava (*lava flow*) dan gas beracun. Adapun dampak sekunder umumnya berupa banjir lahar di mana penumpukan material vulkanik dalam berbagai ukuran di puncak dan lereng gunung terbawa oleh air hujan dalam bentuk adonan lumpur (Harjadi, *et al.*, 2007). Ditinjau dari perspektif pertanian, material vulkanik yang berasal dari erupsi gunung berapi mengandung unsur N, P, S dan unsur mikro lain dalam bentuk debu vulkanik, di antaranya *Allophan*. *Allophan* merupakan aluminosilikat amorf yang dengan bahan organik dapat membentuk ikatan kompleks dan dalam jangka panjang menjadikan lahan pertanian sangat subur (Sudarto, 2009). Proses pelapukan *allophan* dan material erupsi gunungapi lain membutuhkan waktu cukup lama (3-10 tahun). Selama masa pelapukan tersebut lahan pertanian masih bercampur dengan belerang dan pasir sehingga tidak optimal bagi proses tumbuh kembang tanaman.

Diperlukan komoditas hortikultura alternatif bernilai ekonomi tinggi sebagai substitusi komoditas hortikultura yang biasa dibudidayakan petani di lahan mereka, sambil menunggu masa pelapukan *Allophan* dan material vulkanik lainnya sehingga lahan pertanian kembali subur dan berfungsi optimal. Komoditas substitusi ini haruslah dapat dibudidayakan dengan media tanam alternatif bukan lahan, nilai jualnya tinggi, ramah lingkungan serta memiliki kesesuaian agroklimat. Pada tahap pemulihan ekonomi pasca bencana, dengan melibatkan para pihak komoditas jamur kancing (*Agaricus bisporus*) dipilih sebagai komoditas unggulan. Program intervensi berupa pemulihan ekonomi pasca bencana erupsi melibatkan para pihak baik dari pemerintah setempat, pelaku bisnis, lembaga swadaya masyarakat dan perguruan tinggi.

1.2. Rumusan Masalah

Jamur kancing merupakan salah satu jenis jamur *edible* dengan harga jual hingga Rp30.000 per kilogram, sementara peluang pasar domestik yang terisi baru mencapai sekitar 30 persen. Jamur kancing tumbuh baik pada suhu 17-18°C dengan kelembaban udara berkisar 80-85% sehingga dapat tumbuh secara alamiah di daerah sub tropis yang bersuhu dingin (Ahmad, *et al.*, 2011). Komoditas ini dibudidayakan pada media buatan yang terdiri dari kompos berbahan baku jerami, ampas dan daun tebu, tebon jagung serta bahan pembantu lain yaitu kotoran ternak, biji kapuk, urea, gypsum, bekatul dan CaCO₃. Aspek *composting* pada teknik budidaya jamur kancing bernilai ekologis mengingat potensi pemanfaatan limbah bio massa yang besar. Selain itu limbah media pasca budidaya jamur kancing masih dapat *dicomposting* ulang dengan metode *vermicompost*. Metode pengomposan dengan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) dewasa ini memiliki prospek ekonomi yang menjanjikan karena cacing tanah umumnya dimanfaatkan sebagai cacing obat oleh industri biofarmaka sehingga dapat dijual dengan harga Rp 30.000 per kilogram. Selain cacing tanah, produk samping dari *vermicompost* adalah kascing (tanah bekas cacing) yang merupakan pupuk organik padat dan pupuk organik cair. Kedua produk pupuk organik ini sangat bermanfaat untuk membantu mempercepat proses penyiapan lahan pertanian pasca erupsi agar dapat kembali ditanami.

Ilustrasi di atas menjadi *entry point* strategis bagi pengembangan sistem agribisnis terpadu nir limbah yang dapat diadopsi sebagai salah satu alternatif strategi pemberdayaan masyarakat melalui pemulihan ekonomi pasca bencana erupsi. Budidaya jamur kancing di kawasan Bromo sudah dimulai sejak akhir tahun 2010 sebagai program integratif multi *stakeholder* yang melibatkan kerjasama para pihak diantaranya PT.Bank Mandiri Tbk. melalui Program Kemitraan dan Bina Lingkungan (PKBL) dan PT. Surya Jaya Abadi Perkasa (SJAP). Program ini pada awalnya diikuti oleh lebih dari 300 orang petani namun

sejalan proses transformasi dan implementasi program pemulihan pasca bencana terindikasi bahwa aktivitas pemulihan ekonomi yang dirancang belum renumeratif dalam arti belum mampu memberikan insentif ekonomi secara memadai. Diduga terdapat sejumlah kendala yang menjadi penghambat keberhasilan program ini, antara lain dari aspek manajerial dan teknis. Penelitian ini didedikasikan sebagai evaluasi program. Urgensi penelitian terutama dilatarbelakangi prevalensi bencana erupsi gunungapi yang cenderung periodik sehingga diperlukan model implementatif pemberdayaan ekonomi berbasis pertanian atau agribisnis yang relevan serta menjamin aspek sustainabilitas usaha jangka panjang. Secara khusus penelitian ini ditujukan untuk mengkaji:

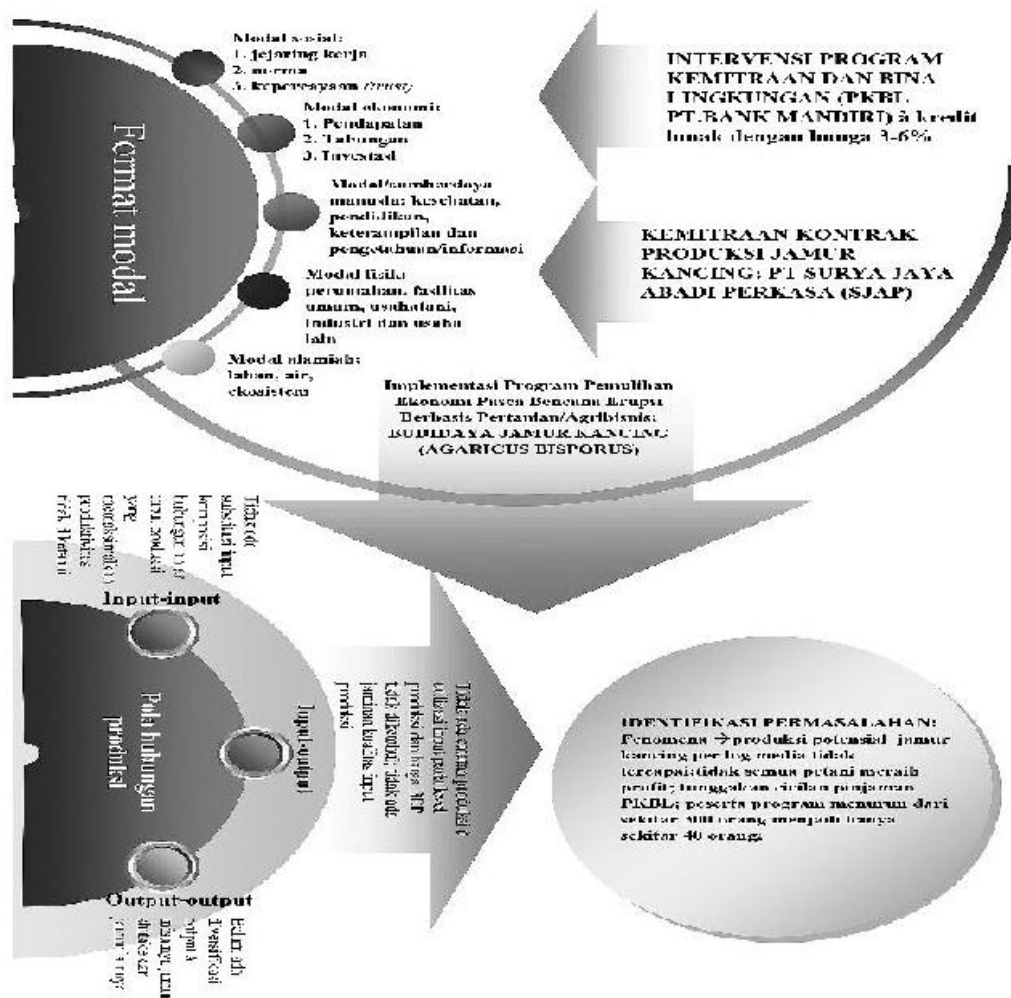
1. Kelayakan finansial program pemulihan ekonomi berbasis komoditas jamur;
2. Efisiensi teknis dan ekonomis alokasi input produksi;
3. Strategi penguatan program pemberdayaan berbasis agribisnis.

Para pihak yang terlibat dalam rancang bangun program ini tentu telah melakukan evaluasi kelayakan program. PT Bank Mandiri Tbk. melalui program PKBL bahkan telah berkomitmen mengalokasikan dana pinjaman usaha berbunga lunak (6%) sebesar lebih kurang 2 Miliar Rupiah. Kendala produksi yang menyebabkan petani tak mampu melakukan kewajiban bayar, telah diakomodasi oleh pihak PT Bank Mandiri Tbk. dengan menurunkan tingkat bunga hingga 3%. Namun demikian hingga saat ini hanya 49 orang petani yang masih aktif menjalani usaha tani tersebut. Dari aspek teknik budidaya terindikasi adanya *yield gap* antara produksi potensial dan aktual. Hal ini secara implisit menginformasikan masih belum tercapainya efisiensi produksi baik efisiensi teknis maupun ekonomi. Petani jamur kancing melalui kerjasama kemitraan kontrak produksi dengan PT SJAP memang tidak memiliki alternatif pemasok input utama lain. Dengan demikian, di pasar input petani berhadapan dengan struktur pasar yang monopolistik. Kontrak produksi juga mengharuskan petani menjual hasil panen kepada PT SJAP sehingga pada pasar output petani berhadapan dengan struktur pasar monopsonistik.

2. METODE

Penelitian dilakukan di lima desa Kecamatan Sukapura yaitu Desa Ngadirejo, Wonokerto, Ngadas, Jetak, dan Ngadisari. Lokasi penelitian ditetapkan secara *purposive* dengan pertimbangan kelima desa tersebut merupakan lokasi pelaksanaan program intervensi pemulihan ekonomi pasca bencana erupsi berbasis agribisnis jamur kancing yang masih aktif hingga periode pelaksanaan penelitian. Sebagai informasi terdapat dua desa yang pada awalnya merupakan peserta program namun sudah tidak lagi aktif yaitu Desa Sapikerep dan Wonotoro. Penelitian ini dilakukan pada Oktober sampai November 2014. Pengambilan responden petani jamur kancing dilakukan dengan metode sensus, sehingga menggunakan keseluruhan populasi petani yang melakukan kegiatan budidaya jamur kancing sejumlah 49 petani. Sensus dipilih karena terjadi keragaman produksi dan skala usaha pada setiap peserta program sehingga teknik ini dirasa paling tepat untuk menunjukkan kelayakan usaha tani dan efisiensi produksi jamur kancing dengan unit analisis usaha individual.

Untuk mengkaji tujuan penelitian pertama digunakan metode analisis data diantaranya analisis kelayakan berdasarkan kriteria investasi, analisis sensitivitas, dan analisis *break even point*. Data yang diperoleh dalam penelitian berupa data primer atau sekunder diolah menjadi data *cash flow*. Sedangkan untuk mengkaji tujuan penelitian kedua digunakan tiga tahapan analisis data yaitu 1) spesifikasi model dengan menggunakan fungsi *Cobb Douglas Stochastic Frontier*, 2) estimasi fungsi produksi dan fungsi biaya *Cobb Douglas Stochastic Frontier* dan 3) menghitung efisiensi teknis dan ekonomi. Fungsi produksi dan biaya *Cobb Douglas Stochastic Frontier* dipilih sebab lebih mudah diestimasi dalam bentuk linier. Selanjutnya fungsi produksi dan biaya *Cobb Douglas Stochastic Frontier* diestimasi dengan *Maximum Likelihood Estimation (MLE)*. Adapun tujuan ketiga menjadi wacana pembahasan deskriptif kualitatif yang dikembangkan berdasarkan hasil analisis data yang telah diperoleh sebagai jawaban empirik tujuan pertama dan kedua penelitian ini. Peneliti mencoba menyusun suatu *rich picture* untuk mengilustrasikan *value driver* bagi masalah yang diidentifikasi serta alternatif solusi yang relevan.



Gambar 1. Kerangka Konsep Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Profil Usaha Tani Jamur Kancing

Terdapat dua tahapan utama *key activities* budidaya jamur kancing yaitu: 1) tahap persiapan bibit dan media hingga fase inokulasi bibit sebar pada media dan 2) tahapan inkubasi atau penumbuhan tubuh buah hingga fase panen. Tahapan produksi kedua inilah yang dikerjasamakan secara kemitraan kontrak produksi dengan petani di lokasi penelitian. Tahapan produksi pada fase inkubasi yang dilakukan petani mencakup kegiatan 1) sterilisasi kumbung; 2) penataan log media dalam kumbung; 3) linting; 4) pemasangan tanah casing; 5) aduk (*ruffles*); 6) *cooling*; 7) perawatan; 8) panen dan penanganan pasca panen; dan 9) bongkar log media. PT. SJAP selaku mitra usaha telah menyediakan panduan berupa *Standard Operational Procedure (SOP)* untuk pelaksanaan tahapan inokulasi tersebut. Selain itu PT SJAP juga menyediakan tenaga pendamping (penyuluh) yang bertugas mengontrol proses produksi rutin dan kesesuaian *good agriculture practices* yang disyaratkan.

Jamur kancing dipanen saat diameter tudung jamur mencapai 2,5-4,5 cm, tudung masih belum terbuka dan bobotnya optimal. Satu kali petik berlangsung selama 7 hari. Panen jamur dapat dilakukan sebanyak tiga kali petik dalam satu siklus. Setelah petik pertama, jamur kancing diinkubasi kembali hingga tahapan *cooling* agar kembali tumbuh. Petik kedua dan ketiga juga berlangsung dalam periode 7 hari. Namun jumlah produksi jamur yang diperoleh pada pemetikan kedua dan ketiga tidak sebanyak produksi jamur pada periode pemetikan yang pertama.

Penanganan pasca panen dilakukan untuk menyeleksi dan proses sortasi hasil panen jamur kancing ke dalam *grade* kualitas 1 dan 2. *Grade 1* dicirikan oleh kondisi jamur dengan diameter tudung 2,5-4,5

cm; tubuh buah putih dan bersih; pemotongan tubuh buah rata; tudung berbentuk bulat; panjang batang setengah diameter tudung; jamur belum mekar, tidak rusak atau cacat. Sedangkan *grade 2* dicirikan oleh kondisi hasil panen jamur kancing dengan diameter tudung kurang dari 2,5 cm atau lebih dari 4,5 cm; jamur dalam keadaan busuk; batang jamur berlubang atau keropos; *missforming* atau bentuk jamur tidak bulat, tidak utuh dengan bentuk tudung tak sempurna, tudung terbuka meskipun bagian *lamella* belum terlihat. *Grade 2* juga masih mencakup kondisi panen jamur dengan *open veil*, yaitu jamur terbuka hingga bagian *lamella* terlihat; *brown, yellow spot* dan keadaan SOS (*soil on stem*) di mana banyak tanah yang melekat pada batang jamur.

Produksi potensial jamur cukup beragam berdasarkan *strain* bibit indukannya mencapai 2-3 kg per log media, sementara rata-rata produksi jamur kancing di lokasi penelitian adalah 2,5 kg per log media yang berbobot lebih kurang 12 kg. Kisaran capaian hasil panen aktual tertinggi adalah 3 kg per log media dan terendah mencapai 1,8 kg per log media. Selama periode pengumpulan data total produksi panen pada siklus produksi terakhir bulan November tahun 2014 dari 49 responden dan kepemilikan kumbang 70 unit adalah 79.470,1 kg dan rata-rata produksi mencapai 1.135, kg/kumbang.

3.2. Analisis Kelayakan Finansial Usaha tani Jamur Kancing

Hasil kelayakan suatu proyek dapat dikaji dengan menggunakan indikator NPV, IRR dan Net B/C Ratio berdasarkan *discount factor*. Nilai dari *discount factor* tersebut diputuskan dengan menggunakan tingkat suku bunga pada saat melakukan penelitian. Tingkat suku bunga yang diberikan sebesar 8 persen yang didasarkan pada tingkat suku bunga komersial Bank Mandiri. Pembagian waktu penelitian didasarkan pada siklus tanam jamur kancing yaitu 3 bulan, sehingga data yang dianalisis per 3 bulan bukan per tahun. Pemberian *discount factor* juga dibagi menjadi empat sehingga menjadi 2 persen per siklus tanam.

Berdasarkan hasil Tabel 1, usaha tani jamur kancing di Kecamatan Sukapura layak untuk dijalankan pada tingkat *discount factor* sebesar 8 persen per tahun. Hal ini didasarkan pada indikator nilai NPV menunjukkan nilai sebesar Rp 5.531.572, nilai IRR sebesar 31,9 persen dan Net B/C Ratio bernilai 3,2.

Tabel 1. Nilai Indikator Kelayakan dan Kriteria

Indikator Kelayakan	Nilai	Kriteria
NPV	5.531.572	Layak
IRR	31,9 %	Layak
Net B/C Ratio	3,2	Layak

Sumber : Data Primer Diolah (2015)

Indikator NPV menunjukkan nilai sebesar Rp 5.531.572 yang berarti bahwa dari rata-rata biaya investasi sebesar Rp 7.244.845 akan memperoleh keuntungan sebesar Rp 5.531.572 dalam periode selama 15 siklus tanam. Hasil pengamatan lapang menunjukkan bahwa NPV dapat lebih tinggi apabila hasil produksi lebih ditingkatkan. Optimalisasi hasil produksi ini dapat dilakukan dengan meningkatkan rasio hasil produksi jamur *grade 1* terhadap *grade 2*. Hal ini tercapai bila petani setidaknya dapat memperoleh perbandingan 70 persen jamur *grade 1* dan 30 persen jamur *grade 2*. Tetapi beberapa petani masih memperoleh hasil bawah rasio *grade* produk yang optimal. Selain perbandingan kualitas jamur, produksi rata-rata tiap log jamur minimal adalah 2,5 kg per log.

Adapun indikator IRR (*Internal Rate of Return*) menunjukkan nilai sebesar 31,9 persen. Hal ini menunjukkan bahwa usaha tani jamur kancing memenuhi kriteria layak untuk dijalankan karena nilai IRR lebih besar dari tingkat suku bunga deposit Bank Mandiri yang berlaku (8 persen). Nilai IRR yang lebih besar daripada tingkat suku bunga deposito menunjukkan bahwa menginvestasi modal pada usaha tani jamur kancing akan lebih menguntungkan daripada mendepositkan modal di bank. Selisih keuntungan yang diperoleh cukup besar yaitu sekitar 22,5 persen

Hasil analisis menggunakan indikator *Net B/C ratio* menunjukkan nilai sebesar 3,2. Indikator ini menunjukkan bahwa usaha tani jamur kancing layak untuk dijalankan karena sesuai dengan syarat nilai *net B/C Ratio* yang nilainya harus lebih dari satu. Karena hasil perhitungan menunjukkan nilai 3,2, maka setiap mengeluarkan biaya investasi sebesar Rp 1, maka dalam kurun waktu 15 siklus dapat memberikan keuntungan sebesar Rp 3,2.

Indikator yang lain dalam mengetahui kelayakan usaha tani adalah *Payback Period* yang digunakan untuk mengetahui seberapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan modal investasi. Perhitungan *Payback Period* dihitung berdasarkan siklus tanam bukan berdasarkan tahun.

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa usaha tani jamur kancing tidak layak diusahakan jika terjadi peningkatan biaya input sebesar 17 persen. Hal ini didasarkan pada nilai NPV yang diperoleh sebesar -13.312.848. Nilai negatif menunjukkan bahwa usaha tani menghasilkan kerugian 13.312.848 dalam kurun waktu 15 siklus tanam. Ketika NPV bernilai negatif, maka indikator kelayakan yang lain tidak bisa menghasilkan angka yang signifikan, sehingga lebih baik usaha tani ini tidak dilanjutkan.

Tabel 2. Perhitungan Kriteria Investasi dengan Skenario Peningkatan Biaya Input

Indikator Kelayakan	Nilai	Kriteria
NPV ketika biaya input produksi naik 17%	-13312848	Tidak Layak
NPV ketika biaya input naik 4%	805585	Layak
IRR	12,92 %	Layak
Net B/C Ratio	2,6	Layak
Payback Period	11,8	Layak

Sumber : Data primer diolah (2015)

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh informasi pada kondisi penurunan produksi sebesar 20 persen nilai NPV sebesar -18.897.487. Hasil perhitungan NPV menunjukkan angka negatif yang berarti bahwa dalam kurun waktu 15 siklus tanam, petani akan memperoleh kerugian sebesar Rp 18.897.487. Hasil negatif menunjukkan bahwa ketika usaha tani memberikan kerugian.

Penelitian ini juga menganalisis nilai BEP yang digunakan untuk mengetahui berapa minimal log media jamur harus dibudidayakan agar petani tidak memperoleh kerugian dan tidak menerima keuntungan. Jamur kancing menghasilkan produk dua macam, yaitu jamur kancing dengan kualitas 1 dan kualitas 2. Perhitungan BEP yang relevan adalah BEP Multi Produk. Berdasarkan hasil perhitungan pada Lampiran 23 maka diperoleh hasil perhitungan BEP Multi Produk untuk jamur kancing yang merupakan rata-rata dari seluruh kumbung sebagai berikut :

Tabel 3. Perhitungan Kriteria Investasi dengan Skenario Penurunan Produksi

Indikator Kelayakan	Nilai	Kriteria
NPV ketika produksi turun 20%	-18.897.487	Tidak Layak
NPV ketika produksi turun 4 %	522.004	Layak
IRR	10,4%	Layak
Net B/C Ratio	2,3	Layak
Payback Period	17	Layak

Sumber : Data primer diolah (2015)

Hasil perhitungan dengan menggunakan BEP Multi Produk memberikan hasil bahwa minimal log yang harus dibudidayakan petani untuk satu kumbung dalam satu siklus tanam sebanyak 302 log media. Hasil produksi sebaiknya lebih banyak untuk kualitas 1 dibandingkan dengan kualitas 2. Kualitas 1 mempunyai dominasi hasil produksi sebesar 68 persen sedangkan untuk kualitas 2 harus memproduksi minimal 32 persen. Hasil ini diperoleh dari asumsi untuk satu log media menghasilkan jamur kancing sebanyak 2,5 kg. Pemilihan asumsi ini didasarkan pada kondisi lapang yang menunjukkan rata-rata petani dapat memproduksi jamur kancing sebanyak 2,5 kg untuk satu log media.

Tabel 4. Perhitungan BEP Multi Produk Jamur Kancing

Hasil Produksi	BEP Rupiah (Rp)	BEP Unit (Kg)	BEP Unit (log media)
Jamur kancing kualitas 1	6.327.809	514	206
Jamur kancing kualitas 2	1.810.210	241	97
Total	8.138.019	756	302

Sumber : Data primer diolah (2015)

3.3. Analisis Efisiensi Teknis dan Ekonomis Alokasi Input Produksi pada Budidaya Jamur Kancing

Pada penelitian ini digunakan fungsi produksi stokastik *frontier* untuk mengetahui faktor-faktor produksi apa saja yang berpengaruh terhadap produksi *frontier* jamur kancing di Kecamatan Sukapura. Fungsi produksi stokastik *frontier* juga digunakan untuk mengetahui tingkat efisiensi teknis yang dicapai oleh petani dalam budidaya jamur kancing di Kecamatan Sukapura dengan pendekatan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Berikut ini merupakan model fungsi produksi yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\ln Y = \alpha_0 + \alpha_1 \ln X_1 + \alpha_2 \ln X_2 + \alpha_3 \ln X_3 + \alpha_4 \ln X_4 + Vi - Ui$$

$$\ln \text{Produksi} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln \text{Log media} + \alpha_2 \ln \text{Tenaga kerja} + \alpha_3 \ln \text{Pestisida} + \alpha_4 \ln \text{Air} + Vi - Ui$$

Hasil analisis fungsi produksi *frontier* dengan menggunakan pendekatan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini. Tabel 5 menunjukkan bahwa dari keempat variabel *independent* terdapat tiga variabel yang berpengaruh signifikan pada taraf kepercayaan 90% dan 99% (dimana masing-masing t-tabel adalah sebesar 1,668 dan 2,652 yaitu variabel log media, tenaga kerja, dan air.

Tabel 5. Hasil Estimasi Fungsi Produksi *Stochastic Frontier* pada Budidaya Jamur Kancing di Kecamatan Sukapura dengan Pendekatan MLE

Variabel	Maximum Likelihood Estimation (MLE)		
	Koefisien	Standart Error	T-hitung
Intersep	2,138	0,525	4,070
Log media	0,878	0,090	9,711**
Tenaga kerja	-0,138	0,106	-1,900*
Pestisida	-0,038	0,066	-0,581
Air	0,282	0,082	3,425**
Sigma-square	0,055	0,015	3,657**
Gamma	0,843	0,112	7,483**
Log Likelihood restricted		28,507	
LogLikelihood unrestricted		30,381	
Likelihood Ratio test		3,747	

Ket:

* = Berbeda nyata pada taraf kepercayaan 90% atau $t_{\text{tabel}} = 1,668$
 ** = Berbeda nyata pada taraf kepercayaan 99% atau $t_{\text{tabel}} = 2,652$

Sumber: Hasil Analisis Frontier 4.1

Analisis efisiensi teknis budidaya jamur kancing menggunakan estimasi stokastik *frontier*. *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) pada stokastik *frontier* dapat menjelaskan rasio produksi aktual dengan produksi potensial yang seharusnya dicapai oleh petani. Tabel hasil estimasi fungsi produksi stokastik *frontier* pendekatan MLE terdapat pada Tabel 5. Pada penelitian ini diduga bahwa kegiatan budidaya jamur kancing yang dilakukan di Kecamatan Sukapura belum efisien secara teknis. Hipotesis ini dapat dibuktikan melalui nilai gamma (γ), dimana dapat menunjukkan petani telah mencapai efisiensi teknis atau tidak. Nilai gamma (γ) menunjukkan ketidakmampuan petani dalam mencapai produksi potensial, dimana dapat diartikan ketidakmampuan petani yang disebabkan inefisiensi teknis terhadap total terhadap inefisiensi teknis dan faktor cuaca. Tabel 5 menunjukkan nilai γ adalah sebesar 0,843 pada tingkat kepercayaan 99%. Nilai γ ini menunjukkan bahwa ketidakmampuan petani dalam mencapai produksi maksimal dikarenakan oleh faktor internal (manajerial) petani sebesar 84,3%, sedangkan 15,7% disebabkan oleh faktor cuaca atau hama penyakit. Tingkat efisiensi yang diperoleh setiap petani berbeda-beda, data ditampilkan pada Tabel 6. Hal ini dikarenakan setiap petani memiliki perbedaan kemampuan manajerial. Kemampuan manajerial petani dipengaruhi oleh karakteristik sosial ekonomi petani. Karakteristik sosial ekonomi petani diantaranya umur, tingkat pendidikan, banyaknya jumlah anggota keluarga, dan lamanya petani dalam melakukan kegiatan budidaya jamur kancing.

Berdasarkan Tabel 6 dapat diketahui bahwa kegiatan budidaya jamur kancing di Kecamatan Sukapura sudah efisien secara teknis, hal ini dibuktikan dengan banyaknya kumbung yang berada pada tingkat efisiensi 0,802 sampai 0,957. 23 kumbung (32,9%) berada pada tingkat efisiensi teknis 0,802-0,880 dan 28 kumbung (40%) berada pada tingkat efisiensi teknis 0,882-0,957.

Tabel 6. Distribusi Tingkat Efisiensi Teknis yang Dicapai Setiap Kumbung dalam Budidaya Jamur Kancing di Kecamatan Sukapura

No.	Tingkat Efisiensi Teknis	Jumlah Kumbung (Unit)	Persentase (%)
1.	0,565-0,643	2	2,8
2.	0,644-0,722	6	8,6
3.	0,723-0,801	11	15,7
4.	0,802-0,880	23	32,9
5.	0,881-0,957	28	40
Total		70	100
Minimum			0,565
Maksimum			0,957
Rata-rata			0,848

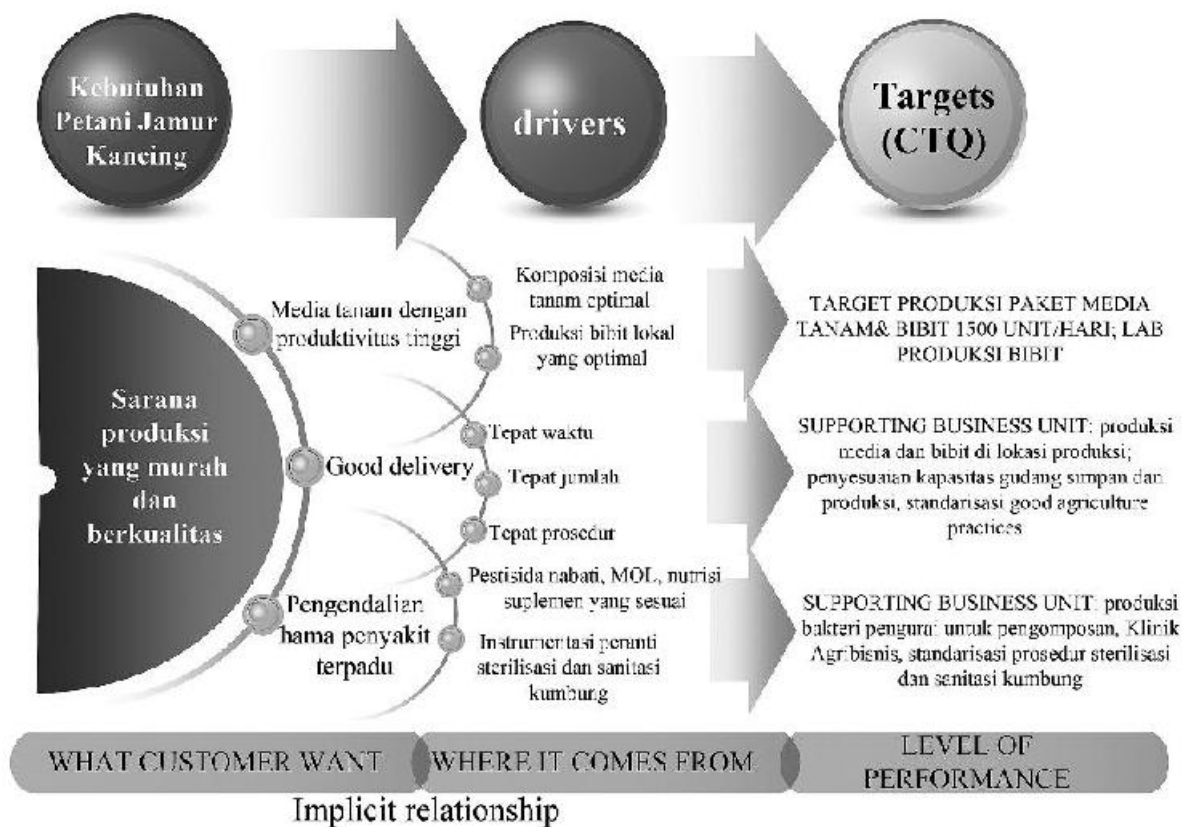
Sumber: Data diolah (2015)

Hasil analisis selanjutnya menunjukkan bahwa kegiatan budidaya jamur kancing di Kecamatan Sukapura sudah efisien secara ekonomi. Hal ini terbukti dari banyaknya kumbung yang berada pada tingkat efisiensi ekonomi 0,828-0,962. 19 kumbung (27,1%) berada pada tingkat efisiensi 0,828-0,897 dan 35 kumbung (50%) berada pada tingkat efisiensi 0,898-0,962. Lima puluh empat kumbung tersebut dimiliki oleh 38 petani. Rata-rata *input* log media dan tenaga kerja yang digunakan pada 54 kumbung tersebut adalah 475 unit dan 68 HOK. Sedangkan rata-rata produksi jamur kancing yang dihasilkan adalah sebesar 1.165 kg dengan rata-rata total biaya yang dikeluarkan adalah sebesar Rp 11.243.283. Rata-rata karakteristik dari 38 petani tersebut adalah berusia 40 tahun, tamatan SMA, dan jumlah anggota keluarga berkisar 4 orang.

3.4. Strategi Penguatan Program Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat Berbasis Agribisnis Jamur Kancing di Kawasan Rawan Bencana Erupsi Gunung Bromo

Budidaya jamur kancing intervensi program pemulihan ekonomi pasca bencana yang telah diinisiasi sejak tahun 2011 dalam proses implementasinya mengalami banyak kendala. Salah satu kendala produksi yang terbesar adalah ketergantungan petani pada pasokan sarana produksi pada perusahaan monopolis yang juga berperan sebagai perusahaan monopsonis untuk pemasaran produk. Untuk dapat memecah dominasi pasar ini, diperlukan *new entrant*. Peran Perguruan Tinggi dan para pihak diperlukan untuk memberikan alternative *win-win solution*. Solusi kolaboratif ini perlu diintegrasikan dalam konsep *value driver* yang relevan.

Hasil analisis menunjukkan usaha tani jamur kancing layak secara finansial dan meski masih berpeluang untuk ditingkatkan level efisiensi alokasi input produksi cukup baik. Diperlukan penelitian lanjutan untuk mengkaji beberapa aspek manajerial khususnya untuk menjajaki peluang *networking* yang dapat memfasilitasi iptek sehingga di masa mendatang petani dapat memproduksi secara mandiri bibit dan log media jamur kancing dengan biaya produksi lebih rendah. Penyusunan *rich picture* formulasi *value driver* yang dapat dikembangkan sebagai dasar penetapan strategi diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alternatif Solusi Penguatan Program Pemberdayaan Ekonomi Berbasis Agribisnis Jamur Kancing

4. KESIMPULAN

Program pemulihan ekonomi pasca bencana erupsi Gunung Bromo berbasis jamur kancing layak secara finansial dan petani terbukti mampu untuk memproduksi pada level efisiensi teknis maupun ekonomis yang memadai. Evaluasi program mengindikasikan hanya sekitar 40 persen petani andalan yang dapat mengimplementasikan program ini secara berkelanjutan. Penelitian secara implisit mengidentifikasi penyediaan bibit dan log media sebagai input variabel terpenting. Dengan demikian diperlukan intervensi IPTEK dalam format pelatihan produksi bibit dan log media pada kelompok tani sebab input ini menempati proporsi struktur biaya terbesar dan efisiensi teknisnya berada di luar kontrol petani.

DAFTAR PUSTAKA

1. Achmad et al., 2013, Panduan Lengkap Jamur. Jakarta: Penebar Swadaya.
2. Adiyoga, W., 1999, Beberapa Alternatif Pendekatan untuk Mengukur Efisiensi atau Inefisiensi dalam Usaha tani. Balai Penelitian tanaman Sayuran Lembang. Informatika Pertanian Volume 8.
3. Christiastuti, N., 2010, Kadar Debu Vulkanik Merapi Masih dalam Batas Normal, detiknews.com, diakses 3 Juli 2013.
4. Prih Harjadi, et al., 2007, Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia, Pelaksana Harian Badan Koordinasi Nasional Penanganan Bencana (BAKORNAS PB), Jakarta.
5. Sekarwati, N.D., et al., 2009, Rencana Sebelum Bencana, Hope Worldwide Indonesia.

KAJIAN LONGITUDINAL KETANGGUHAN KORBAN LETUSAN GUNUNG MERAPI

Oleh:

Frans Toegimin^{a,1,*} dan F. Asisi S. Widanto^{a,2}

^a**F-PRB DIY**

Jl, Kenari No.14 Yogyakarta 55165

*E-mail: franstoeg@yahoo.com

Abstrak

Dalam setiap program rehabilitasi dan rekonstruksi akibat suatu bencana termasuk bencana letusan Gunung Merapi, adalah belum adanya mekanisme dan metode yang baku untuk mengukur kemajuan dan hasil-hasil Rehab-Rekon tersebut. Kajian Longitudinal (KL) adalah salah satu bentuk penelitian kajian yang dilakukan secara berulang yang dapat menjadi alternatif untuk melihat perkembangan program Rehab - Rekon secara terus menerus. KL yang dilakukan untuk mengukur kecepatan pemulihan korban letusan G.Merapi tahun 2010 telah dilakukan pada tahun 2012 dan 2014. Kajian telah dilakukan di 43 Dusun dari 35 Desa dalam 18 Kecamatan dari 4 kabupaten di seputaran G. Merapi. Jumlah responden yang terlibat adalah 1,290 rumah tangga panel dan dilakukan oleh 75 orang peneliti (51 enumerator, 16 editor dan 8 supervisor). Untuk mengarahkan agar kajian ini lebih terfokus, pilihan wilayah kajian difokuskan pada 3 area terdampak; (i) Area Terdampak Langsung Letusan - ATLL, (ii) Area Terdampak Langsung - ATL dan (iii) Area Terdampak Lahar Hujan - ATLLH. Sedangkan sektor kajian dipilih pada 5 sektor dalam kegiatan rehab-rekon (perumahan, prasarana, ekonomi produktif, sosial dan lintas sektoral) yang meliputi 22 indikator. Selanjutnya 22 indikator tersebut digunakan sebagai dasar untuk merumuskan Indeks Pemulihan Bencana - Disaster Risk Indeks (DRI) yang menunjukkan tingkat pemulihan penduduk dari suatu bencana. Dari data yang terkumpul telah dapat dihasilkan nilai DRI sebagai indikator dari capaian rehab-rekon untuk setiap sektor: (i) Sektor prasarana merupakan sektor yang paling lambat tingkat pemulihannya, bahkan keadaannya lebih buruk dari kondisi sesaat setelah bencana, baik dilihat dari aspek area terdampak dan kabupaten. (ii) Sektor kedua yang perlu mendapatkan perhatian dalam proses perencanaan dan modifikasi dari rencana aksi adalah lintas sektor di wilayah ATL. Pada tahun 2014 nilai indeks DRInya menurun sebanyak 10 skor dan tingkat pemulihannya relatif lambat dengan keadaan di tahun 2012 berkurang -11%, (iii) Dari 5 indikator dalam sektor sosial belum ada yang mencapai kategori "tercapai" tingkat kepuhannya baik secara pembagian wilayah terdampak maupun berdasarkan kabupaten. Berdasarkan wilayah terdampak, capaiannya dari sekitar 78% di wilayah ATLL dan ATLLH dan 97% di wilayah ATL. Sedangkan berdasarkan kabupaten capaiannya dari terendah sebesar 62% di kabupaten Klaten dan tertinggi di Kabupaten Magelang dengan tingkat kepuhannya sebesar 90%. (iv) Sektor ekonomi produktif mempunyai tingkat perkembangan kedua yang relatif baik. Berdasarkan wilayah terdampak, wilayah ATLLH termasuk telah mencapai kategori tingkat kepuhannya "tercapai" sedangkan ATLL dan ATL tingkat kepuhannya masing-masing 84% dan 72%. Sementara itu berdasarkan kabupaten, Magelang memiliki tingkat kepuhannya tertinggi yaitu 88% dan Klaten terendah 62%, (v) Tingkat kepuhannya sektor perumahan sudah masuk kategori "tercapai" (minimal 100%), bahkan di beberapa tempat tingkat perbaikannya kondisinya melebihi kondisi sebelum bencana. Di wilayah ATLLH sebanyak 6% kondisinya lebih baik dibandingkan dengan kondisi pada sebelum bencana dan di ATL sebesar 3%.

Kata kunci: Kajian, indeks, pemulihan, bencana.

1. PENDAHULUAN

1.1. Permasalahan

RENAKSI RR Pascabencana Merapi 2010 merupakan dokumen acuan semua pemangku kepentingan yang akan melakukan kegiatan rehabilitasi dan rekonstruksi di wilayah seputaran Gunung Merapi, terutama pemangku kepentingan utama, yaitu pemerintah, dalam hal ini adalah Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) provinsi dan kabupaten, serta kementerian-kementerian terkait. Pada tahap ini, para pekerja kemanusiaan mulai gelisah untuk menemukan alat ukur dan metode yang dapat mengukur secara efektif kemajuan - sekaligus juga kekurangan - yang dirasakan oleh masyarakat terdampak penerima manfaat dari kegiatan pemulihan pasca letusan Merapi 2010.

Dalam rangkaian diskusi F-PRB DIY dan Jawa Tengah, muncul usulan salah-satu cara mengukur tingkat pemulihan masyarakat yang terdampak bencana secara akurat dan efektif, yakni dengan mengumpulkan informasi secara periodik pada aras rumah tangga dan komunitas di desa-desa terdampak bencana. Kajian Longitudinal merupakan suatu metode yang dapat digunakan untuk mengukur keadaan populasi secara periodik terhadap indikator-indikator kesejahteraan tertentu seperti pendapatan, belanja, kepemilikan aset, akses terhadap layanan dasar, status gizi, kesehatan, pendidikan, bahkan juga indikator-indikator lain seperti ketahanan komunitas terhadap bencana. Sementara itu, RENAKSI RR Pascabencana Merapi telah diresmikan melalui Keputusan Presiden (KEPPRES) Nomor 16 Tahun 2011. Penerbitan dokumen ini menandai bahwa proses pembangunan kembali pascabencana Merapi sudah dapat dimulai. Meskipun sudah memulai lebih dahulu berbagai kegiatan pemulihan di kawasan bencana Merapi, para pihak (lembaga-lembaga non pemerintah, lembaga-lembaga internasional, dan kalangan swasta) mendukung pelaksanaan RENAKSI RR Pascabencana Merapi tersebut.

Peraturan Kepala (PERKA) BNPB Nomor 17 Tahun 2010 tentang Pedoman Rehabilitasi dan Rekonstruksi mengamanatkan prinsip pembangunan yang lebih baik (*building back better*), prinsip pengurangan risiko bencana, dan prinsip keberlanjutan dalam pelaksanaan rehabilitasi dan rekonstruksi. Dalam rangka penerapan prinsip-prinsip tersebut, dibutuhkan piranti (*instrument*) yang memungkinkan para pihak untuk mengukur tingkat pemulihan kehidupan dan ketahanan terhadap bencana pada masyarakat terdampak bencana. Oleh karena itu, kajian longitudinal menjadi penting untuk digunakan mengukur perkembangan kemajuan masyarakat penerima manfaat dari semua upaya pemulihan (rehabilitasi dan rekonstruksi) pasca letusan Merapi 2010. Pada akhirnya, gagasan untuk melakukan kajian longitudinal tersebut mendapat dukungan dari BNPB, UNDP, FPRB DIY dan Jawa Tengah, dan Survey Meter.

1.2. Tujuan Kajian

- Mengidentifikasi dinamika perubahan, pengaruh jangka pendek dan jangka panjang dari bencana letusan dan lahar hujan Merapi pada kehidupan rumah tangga dan komunitas korban terdampak bencana.
- Memantau dan mengevaluasi secara berkala perkembangan ketangguhan masyarakat di wilayah berisiko tinggi bencana Gunung Merapi.
- Memantau secara berkala kemajuan kinerja kegiatan-kegiatan dari RENAKSI RR Pascabencana Merapi 2010 di wilayah berisiko tinggi bencana Gunung Merapi.

2. METODOLOGI

Kajian longitudinal pascabencana Merapi dirancang secara bersama-sama antara FPRB DIY, FPRB Jateng, Survey Meter dan MRR/DR4 (UNDP). Proses pembuatan konsep dan perangkat survei telah melibatkan person-person dari lembaga-lembaga tersebut. Dalam beberapa kesempatan, para penggiat survei longitudinal telah mengkonsultasikan konsep dan perangkat survei kepada BNPB, BPBD DIY, BPBD Jateng dan BPBD-BPBD kabupaten yang terdampak erupsi dan lahar hujan Merapi.

Kajian longitudinal pascabencana Merapi dirancang secara bersama-sama antara FPRB DIY, FPRB Jateng, Survey Meter dan MRR/DR4 (UNDP). Proses pembuatan konsep dan perangkat survei telah melibatkan *person-person* dari lembaga-lembaga tersebut. Dalam beberapa kesempatan, para penggiat survei longitudinal telah mengkonsultasikan konsep dan perangkat survei kepada BNPB, BPBD DIY, BPBD Jateng dan BPBD-BPBD kabupaten yang terdampak erupsi dan lahar hujan Merapi.

2.1. Rancangan Kajian

Kajian ini dirancang untuk mengetahui dampak dari erupsi dan lahar hujan Merapi secara menyeluruh, yang meliputi 5 sektor: (i) perumahan dan permukiman, (ii) infrastruktur, (iii) ekonomi produktif, (iv) sosial (termasuk pendidikan, kesehatan, dan upaya pemulihan masyarakat yang terdampak erupsi), dan (v) lintas sektor. Selain itu kajian ini juga bermaksud mengetahui pelaksanaan Renaksi Rehabilitasi dan Rekonstruksi pascabencana erupsi Merapi 2010 dengan informasi data primer yang diperoleh pada level rumah tangga dan level komunitas.

Mengingat ancaman Merapi tidak hanya lahar panas, awan panas, serta debu vulkanik akan tetapi juga ancaman lahar hujan - terutama di daerah hilir, maka dalam pengambilan sampel daerah terdampak dibagi dalam tiga kategori :

- Area Terdampak Langsung Letusan (ATLL) adalah area yang terlanda oleh awan panas pada letusan Gunung Merapi 2010 yang menimbulkan korban jiwa, kerusakan permukiman, infrastruktur dan vegetasi yang terbakar
- Area Terdampak Letusan (ATL) adalah area yang terlanda awan panas pada letusan Gunung Merapi 2010, baik karena aliran/jatuhnya piroklastik, efek panas dan kimia gas tetapi tidak menimbulkan korban jiwa, kerusakan pemukiman, infrastruktur dan vegetasi
- Area Terdampak Lahar Hujan (ATLH) adalah area yang terlanda lahar hujan yang menimbulkan korban, kerusakan pemukiman, infrastruktur dan vegetasi.

2.2. Cakupan Sampel dan Responden Panel LS Merapi 2

Kajian Longitudinal Merapi dilakukan di 43 Dusun, di 35 Desa, di 18 Kecamatan dalam 4 Kabupaten di sekitar Merapi, yang meliputi 4 kabupaten (Sleman - DIY; Klaten, Magelang, Boyolali - Jateng). Setiap Dusun (EA/Wilcah) dilakukan kunjungan dan wawancara kepada 1.290 rumah tangga panel.

Seperti dalam LS-1, wilayah surveil ini dibagi menjadi dua wilayah kajian yaitu wilayah *treatment* (40 dusun masing-masing 30 sampel rumah tangga - RT) baik itu area terdampak langsung letusan (ATLL), area terdampak langsung (ATL) maupun area terdampak lahar hujan (ATLH). dan wilayah *kontrol* (3 dusun) dengan masing-masing dusun dengan 30 RT sebagai sampel.

2.3. Buku Wawancara dan Target Responden

- Kajian Longitudinal Merapi merupakan surveil panel dengan mengunjungi dan melakukan wawancara dengan Komunitas dan RT. Responden level Pemerintahan Desa adalah Kepala Desa atau perangkat desa lain yang mengetahui informasi tentang desa. Responden level RT adalah kepala RT atau Pasangan Kepala RT atau anggota RT dewasa (≥ 18 tahun) lain yang ada di RT tersebut dan mengetahui tentang informasi yang ditanyakan dalam instrumen. Wawancara yang dilakukan oleh inumerator menggunakan kumpulan kuesioner atau "*Buku Kuesioner*".
- Buku Komunitas (Kamades): Sebagian besar pertanyaan di dalam Buku Komunitas ditujukan kepada kepala desa/perangkat desa yang lain yang mengetahui informasi yang relevan. di beberapa seksi di dalam buku ini ada yang diperoleh informasinya dari banyak informan (staf desa, tokoh agama, tokoh masyarakat), terutama informan yang mengetahui tentang keadaan sebelum dan setelah erupsi serta penanganan dan proses rehabilitasi dan rekonstruksi.
- Buku Rumah Tangga (Buku 1): Responden buku 1 adalah Kepala RT atau Anggota RT yang berumur >18 tahun yang mengetahui informasi tentang keadaan RT yang bersangkutan. Informasi yang ingin dikumpulkan di buku ini adalah mengenai karakteristik RT, Program Bantuan, Informasi kesehatan melalui rawat jalan, Konsumsi, Usaha Tani, Usaha Non Tani, Harta Rumah Tangga, Pendapatan dari harta, Tabungan, Transfer baik kedalam atau keluar rumah tangga, Pinjaman, Gangguan Ekonomi, Pengambilan keputusan dalam rumah tangga.
- Buku Rumah Tangga (Buku 2A dan 2B): Buku 2A berisi pertanyaan untuk memperoleh informasi dari rumah tangga tetapi lebih dikhususkan kepada permasalahan kebencanaan, seperti kesiapsiagaan dan tanggap bencana, pengkajian resiko bencana, dan pengurangan resiko bencana, meskipun pada buku ini juga ditanyakan aspek lain non kebencanaan seperti konsumsi, kesehatan dan partisipasi masyarakat.

Buku 2A khusus 3 seksi yaitu ST (Kesiapsiagaan dan Tanggap Bencana), seksi DRR (pengurangan Resiko Bencana) dan seksi PK (Pengambilan Keputusan), ditanyakan kepada responden laki-laki dan responden perempuan. Pemilihan Rumah Tangga Type A ini dengan cara *random sampling* dari populasi tiap-tiap wilayah cacah/EA dipilih sebanyak 10 Rumah tangga.

Tabel 1. Capaian Kontak Kajian Longitudinal G. Merapi 2014

Completion Rate (%)			99,07
Rumah Tangga - RT	RT Panel 2012	RT Panel Baru 2014	Total RT 2014
Total	1,290	96	1,386
Terwawancara	1,278	94	1,372
Pindah (di luar 4 kab)	4	0	4
Meninggal	5	0	5
Menolak	1	0	1
Tidak terwawancara	2	2	4

2.4. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan data dilakukan oleh tim lapangan dengan menggunakan instrumen yang tertuang dalam Buku Kuesioner, baik untuk responden tingkat RT maupun tingkat Komunitas.

Untuk memudahkan pengumpulan data, tim dibagi ke dalam 16 tim. Setiap tim, yang terdiri dari 3-4 enumerator mengumpulkan data di 3-4 dusun. Hasil wawancara langsung diedit dan dientri oleh seorang editor. Adanya editor di dalam tim lapangan ini mendukung tingkat kesahihan data, karena editor akan langsung memeriksa Buku Kuesioner dan memastikan apakah semua jawaban sudah lengkap. Apabila ditemukan kekurangan-kekurangan, maka dapat segera langsung diperbaiki. Apabila data sudah dianggap memadai, maka dilakukan proses *entry data* oleh editor, selanjutnya, data siap untuk diolah dengan salah satu program komputer untuk uji statistik. Hasil pengumpulan data maupun pengolahan data disajikan di laporan dalam bentuk tabel

Tahap penyelesaian dilakukan dengan penyusunan laporan penelitian dan dilakukan proses revisi dengan diskusi antar peneliti. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan analisis *univariat* yaitu menganalisis tiap variabel dari hasil tiap penelitian untuk menghasilkan distribusi frekuensi dan prosentase dari masing-masing variabel.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah data terkumpul dan dilakukan analisis, hasil dapat menjadi input untuk penyusunan Indeks Pemulihan Bencana (*Disaster Recovery Index - DRI*). DRI merupakan sebuah indeks yang dibangun dari 22 indikator yang menunjukkan tingkat pemulihan penduduk dari suatu bencana. Dari sekian banyak manfaat dari keberadaan indeks ini (BNPB dan UNDP, 2013) terutama diharapkan bisa memberikan informasi secara ringkas tentang tingkat pemulihan keadaan masyarakat dari kebencanaan. Informasi ringkas ini diharapkan bersifat informatif bagi para pemangku kepentingan untuk menyusun atau memodifikasi prioritas rehabilitasi rekonstruksi tahap berikutnya. BNPB adalah lembaga memegang amanat pelaksana program rekonstruksi dan rehabilitasi pascabencana termasuk yang bertanggung jawab dalam pendanaan. Oleh karena itu, dimensi pengelompokkan indikator yang termasuk dalam indeks ini mengacu pada dimensi pengelompokkan sektor rekonstruksi dan rehabilitasi yang dilakukan BNPB. Berbagai alternatif indikator yang dapat dimasukkan dalam indeks termasuk jumlah indikator (versi 22 indikator dan 31 indikator) dan jenis indikator dipersiapkan. Sebagai sebuah Indeks pemulihan dan berlaku untuk berbagai bencana perlu adanya indeks sebelum terjadinya bencana, sesaat setelah bencana, dan pada waktu setelah survei secara berkala dan bersifat universal bisa diterapkan diberbagai kondisi bencana. Maka menjadi penting data dari indikator yang dipakai tersedia dari periode ke periode sehingga dapat dimonitor perkembangannya dan dipergunakan untuk perencanaan. Hal ini yang mendasari pemakaian 22 indikator dalam pembuatan DRI. Total 22 variabel yang dipergunakan dalam penyusunan indeks ini berasal dari data individu, rumah tangga dan juga komunitas yang dikelompokkan menjadi lima sektor aksi pemulihan bencana BNPB. Kelima sektor tersebut adalah Sektor Perumahan terdiri dari 4 variabel yaitu dinding rumah, lantai rumah, sarana MCK, dan sarana air bersih. Sektor Prasarana mencakup lima indikator keberadaan jalan, keberadaan jembatan, sarana angkutan umum, sarana telekomunikasi dan akses ke pasar terdekat. Sektor Ekonomi Produktif terdiri dari dua indikator yaitu pendapatan rumah tangga dan partisipasi usia produktif. Sektor Sosial terdiri dari lima indikator meliputi akses sarana kesehatan, status kesehatan fisik, status kesehatan mental,

akses sarana pendidikan dan partisipasi sekolah. Sektor kelima Lintas Sektor mencakup enam indikator yaitu pelatihan kebencanaan, luas wilayah desa, luas lahan pertanian, pemanfaatan hasil hutan, akses pada kantor pos dan akses ke lembaga keuangan. Bab ini bermaksud menampilkan nilai DRI tahun 2014 dan membandingkannya dengan keadaan di tahun 2012 serta periode sebelum bencana dan sesaat setelah bencana. Maka indikator dan metode yang dipergunakan untuk pembuatan indeks pada tahun 2014 akan mengadopsi indikator dan metode yang sama yang di pergunakan untuk membangun nilai DRI pada tahun 2012.

DRI memberikan gambaran global/ringkasan pemulihan keadaan kesejahteraan masyarakat setelah bencana. Informasi detail masing-masing sektor dari periode ke periode secara longitudinal penting untuk dimiliki datanya untuk perencanaan, modifikasi dan relokasi detail program.

Data yang dipergunakan dalam penyusunan DRI berasal dari Studi longitudinal Merapi 1 (LS1) di tahun 2012 dan Studi longitudinal Merapi 2 (LS2) di awal tahun 2014. Informasi sebelum bencana dan sesaat setelah bencana di tahun 2010 merupakan data restrospektif yang ditanyakan di tahun 2012. Metode yang dipergunakan dalam menyusun indeks ini sama dengan metode penyusunan DRI yang dilakukan dalam LS1, seperti yang terpapar dalam Gambar 4.1 (BNPB dan UNDP, 2013). Dua nilai indeks yang dibuat yaitu nilai indeks keseluruhan sektor dan nilai indeks per sektor. Dalam kedua nilai Indeks ini maksimal nilai skor adalah 100. Nilai indeks dipaparkan berdasarkan wilayah terdampak dan kabupaten terdampak bencana Merapi secara grafik dan juga dalam Tabel. Dalam analisis perbandingan nilai DRI diciptakan duanilai untuk mengukur seberapa jauh pemulihan terjadi yaitu: pertama tingkat Kepulihan dari Bencana di tahun 2014 = $((DRI\ LS2 - DRI\ sesaat\ setelah\ bencana) / abs(DRI\ sesaat\ setelah\ bencana - DRI\ LS2)) \times 100$. Nilai ini merupakan persentase kembalinya keadaan masyarat seperti kondisi sebelum bencana. Jika persentase kembalinya mencapai 100% atau lebih diberikan label “tercapai”. Nilai negatif menandakan keadaan di tahun 2014 lebih buruk dari keadaan sesaat sebelum bencana. Kedua tingkat perbaikan dari keadaan sebelum erupsi di tahun 2014 atau (*building back better* di 2014) = $((DRI\ LS2 - DRI\ sebelum\ bencana) / DRI\ Sebelum\ bencana) \times 100$. Nilai ini merupakan persentase perbaikan yang terjadi dari keadaan sebelum erupsi Merapi. Jika persentase kepulihannya mencapai 100% atau lebih diberikan label “tercapai”. Nilai negatif menandakan keadaan di tahun 2014 lebh buruk dari keadaan sesaat sebelum bencana. Kedua, tingkat perbaikan dari kedaan sebelum erupsi di tahun 2014 atau (*building back better* di tahun 2014) = $(DRI\ KL-2 - DRI\ sebelum\ bencana / DRI\ sebelum\ bencana) \times 100$. Nilai ini merupakan persentase perbaikan yang terjadi dari keadaan sebelum erupsi.

3.1. Nilai DRI Keseluruhan Sektor

Kondisi kesejahtraan masyarakat yang digambarkan dalam DRI pada awal tahun 2014 (LS2) tidak banyak mengalami peningkatan dibandingkan dengan kondisi pada tahun 2012 (LS1). Bahkan di beberapa wilayah dan kabupaten terdampak bencana mengalami penurunan. Berdasarkan wilayah terdampak, di wilayah ATLL memperlihatkan adanya penambahan niai DRI sebanyak hanya 4 digit. Sedangkan tingkat kepulihan pada tahun 2014 adalah 71%. Sementara itu kondisi di dua daerah terdampak lainnya ATL dan ATLH, tidak ada perkembangan dalam tingkat kepulihannya dan terlihat negatif. Pada tahun 2014 tingkat kepulihan dari bencana di daerah ATL baru mencapai 44% dari kondisi sebelum bencana. Bahkan di wilayah ATLH tingkat kepulihannya baru mencapai 16%nya.

Hal yang sama juga tampak jika dibedakan berdasarkan kabupaten terdampak bencana Merapi. DRI Kabupaten Sleman dan Boyolali tampak mengalami perkembangan dalam pemulihan dalam periode 2012-2014 yaitu sebesar 7-8 poin. Sedangkan di Magelang tidak banyak mengalami perkembangan dan di Klaten tingkat pemulihannya negatif poin. Tingkat kepulihan dari bencana di Kabupaten Sleman tahun 2014 mencapai 70%, Boyolali 58% dan dua kabupaten lainnya masing-masing 52% .

DRI Daerah kontrol memperlihatkan juga adanya penurunan dalam kondisi keseluruhan sektor sebesar -4 poin. Ini menandakan bahwa upaya-upaya untuk pemulihan kondisi di daerah terdampak bencana menjadi lebih berat.

Jika tren 2012-2014 terjadi di tahun-tahun berikutnya, masyarakat yang berada di wilayah terdampak bencana keadaanya belum akan pulih seperti keadaan sebelum bencana dalam dalam 3-4 tahun lagi. Pada saat yang bersamaan, jika “Merapi tidak ingkar janji” masyarakat dalam lokasi yang sama juga berpeluang mengalami bencana kembali dan mengalami penurunan keadaan kesejahteraannya.

Tabel 2. Nilai DRI Keseluruhan Sektor Menurut Wilayah dan Kabupaten
Terdampak Bencana dari Waktu ke Waktu

	DRI Sebelum Bencana	DRI Sesaat Setelah Bencana	DRI LS1 (2012)	DRI LS2 (2014)	DRI LS2 – DRI LS1	Tkt Kepulihan dari Bencana th 2014 (%)
Berdasarkan WilayahTerdampak Bencana						
ATLL	85,3	33,09	66,05	70,29	4,24	71,25
ATL	85,5	67	76,09	75,14	-0,95	44,00
ATLH	83,95	70,89	74,53	73	-1,53	16,16
Berdasarkan Kabupaten						
Boyolali	83,44	64,22	68,68	75,45	6,77	58,43
Klaten	81,12	57,64	75,57	69,73	-5,84	51,49
Magelang	81,76	70,02	75,68	76,07	0,39	51,53
Sleman	89,13	52,15	70,37	78,07	7,7	70,09
Kontrol	76,24	74,93	73,28	71,22	-2,07	Na

Nilai Indeks DRI ini bisa dijadikan cermin bagi semua pemangku kepentingan dalam merencanakan dan merevisi rencana aksi pemulihan pascabencana merapi dari periode ke periode. Berikut ini adalah sebuah usulan pemanfaatan dari indeks DRI dari periode ke priode. Mengingat siklus erupsi Merapi yang empat tahunan kita asumsikan/rencanakan masyarakat akan pulih kembali seperti sebelum bencana, dalam 3 tahun setelah bencana. Di tahun keempat keadaan masyarakat diharapkan akan lebih baik dari keadaan sebelum bencana. Asumsi pulih dalam tiga tahun ini, juga dipakai dalam penyusunan rencana aksi penanggulangan bencana Merapi 2010.

Dengan asumsi pulih dalam 3 tahun ini, pertama kita hitung gap penurunan indeks dari keadaan sebelum bencana dan sesaat setelah bencana. Dengan asumsi perkembangan pemulihan linier, kita bagi gap penurunan ini menjadi 3. Kemudian kita distribusikan target perkembangannya setiap tahun ke tahun 2012, 2013 dan 2014 (Tabel 4.2 kolom 6-8). Dengan asumsi pulih dalam 3 tahun, pada tahun 2013 seharusnya kondisi masyarakat sudah seperti sebelum bencana, artinya semestinya nilai DRI sebelum bencana akan minimal sama dengan DRI pada tahun 2013/2014 awal.

Menggunakan pentargetan seperti ini, pencapaian DRI 2012 di wilayah ATLL sudah mendekati target sedangkan di wilayah ATL dan ATLH hanya kekurangan 4-7 poin. Sebaliknya di tahun 2014 ketiga kategori wilayah terdampak ini belum mencapai kondisi sebelum terjadi bencana. Masih jauh dari keinginan kita bersama untuk membangun lebih baik "*building back better*" (jika ini terjadi ditandai dengan pencapaian nilai DRI di tahun 2014 lebih tinggi dibandingkan dengan keadaan sebelum bencana). Hal yang sama juga tampak jika dilihat per kabupaten. Pada tahun 2012 kabupaten Boyolali mencapai keadaan pemulihan yang melebihi yang di targetkan (nilai DRI di tahun 2012 lebih tinggi dari nilai DRI sebelum bencana). Sementara itu tiga kabupaten lainnya, Klaten, Magelang dan Sleman masih kurang 1-7 persen. Kemudian di tahun 2014 kondisi pencapaian semua kabupaten juga masih jauh dari yang ditargetkan di tahun 2013 dan awal 2014.

Untuk memudahkan pemahaman, kita akan kategorikan selisih antara taget dan pencapaian DRI dari tahun ke tahun menjadi tiga kategori yaitu: hijau (mencapai kurang 1/3 dari yang ditargetkan per tahun), kuning (mencapai dalam 1/3 sampai <2/3 dari yang ditargetkan per tahun) dan merah (mencapai kurang 2/3 dari yang ditargetkan per tahun). Menggunakan sistem kategori pencapaian target seperti ini, pencapaian target diukur dengan DRT pada tahun 2012 adalah hijau untuk semua wilayah dan kabupaten terdampak bencana. Namun pencapaian nilai DRI di tahun 2014 semua wilayah dan kabupaten terdampak merah. Nilai indeks DRI yang merah di tahun 2014 mengajak semua pemangku kepentingan perlu melakukan implementasi nyata dan intensif dalam upaya pemulihan masyarakat pasca erupsi Merapi 2010. Apa saja yang perlu diperbaiki? Untuk ini kita akan melihat nilai indeks DRI untuk setiap sektor.

3.2. Hasil dari Setiap Sektor

Sektor yang paling lambat tingkat pemulihan dan bahkan keadaannya lebih buruk dari kondisi sesaat setelah bencana adalah Sektor Prasarana dan lintas sektor. Keadaan ini terpapar berdasarkan kategori wilayah maupun kabupaten terdampak. Pada sektor pasarana, terjadi penurunan skor pada tahun 2014 dibandingkan dengan kondisi 2012, pada semua kategori. Penurunan paling banyak

terjadi di wilayah ATLL dan ATL yaitu masing-masing 12-13 skor. Berdasarkan kabupaten, penurunan skor terbanyak pada tahun 2014 terjadi di Klaten sebanyak 38 skor dan di Magelang 12 skor. Hal ini mengakibatkan terjadinya penurunan dalam pencapaian tingkat pemulihan dari sektor prasarana. Bahkan presentasinya menjadi negatif karena terjadi penurunan nilai indeks yang sangat besar di tahun 2014 sehingga DRI di tahun 2014 lebih buruk dari keadaan sesaat sebelum bencana erupsi Merapi 2010. Hal ini terjadi terutama di wilayah ATL, ATLL jika dibedakan berdasarkan wilayah terdampak dan di Klaten dan Magelang berdasarkan kabupaten.

Tabel 3. Perbandingan Target dan Pencapaian Aksi Pemulihan Bencana Pada tahun 2012 dan 2014

	Tahun 2012			Target Capaian 2013	Tahun 2014		
	Target	Capaian	Selisih		Target	Capaian	Selisih
Berdasarkan Wilayah Terdampak Bencana							
ATLL	67,90	66,05	1,85	85,30	89,65	70,29	19,36
ATL	79,33	76,09	3,24	85,50	87,04	75,14	11,90
ATLLH	79,60	74,53	5,07	83,95	85,04	73	12,04
Berdasarkan Kabupaten							
Boyolali	77,03	68,68	8,35	8,35	83,44	75,45	9,59
Klaten	73,29	75,57	75,57	Tercapai	81,12	69,73	13,35
Magelang	77,85	75,68	75,68	2,17	81,76	76,07	6,67
Sleman	76,80	70,37	70,37	6,43	89,13	78,07	14,14

Sektor yang kedua yang perlu mendapatkan perhatian dalam proses perencanaan dan modifikasi dari rencana aksi adalah Lintas Sektor di wilayah ATL. Pada tahun 2014 nilai indeks DRInya menurun sebanyak 10 skor dan tingkat pemulihannya relatif dengan keadaan di tahun 2012 berkurang 11%. Wilayah ATL juga mengalami penurunan skor DRI pada tahun 2014 yaitu sebanyak 4 skor, namun tingkat pemulihannya cukup tinggi yaitu 77%. Wilayah ATLLH tidak banyak mengalami penurunan skor di tahun 2014 tetapi tingkat pemulihannya di tahun 2014 masih di bawah 25%. Berdasarkan kabupaten, lintas sektor memberikan keadaan yang berbeda. Hanya kabupaten Klaten yang menunjukkan adanya penurunan dalam skor lintas sektoral di tahun 2014 yaitu sebanyak 8 poin. Sehingga mengakibatkan tingkat pemulihan lintas sektor kabupaten Klaten di tahun 2014 menjadi 55%. Sedangkan kabupaten Sleman tingkat pemulihannya mencapai 23%, Boyolali 65% dan Magelang tingkat pemulihannya sudah masuk kategori "tercapai".

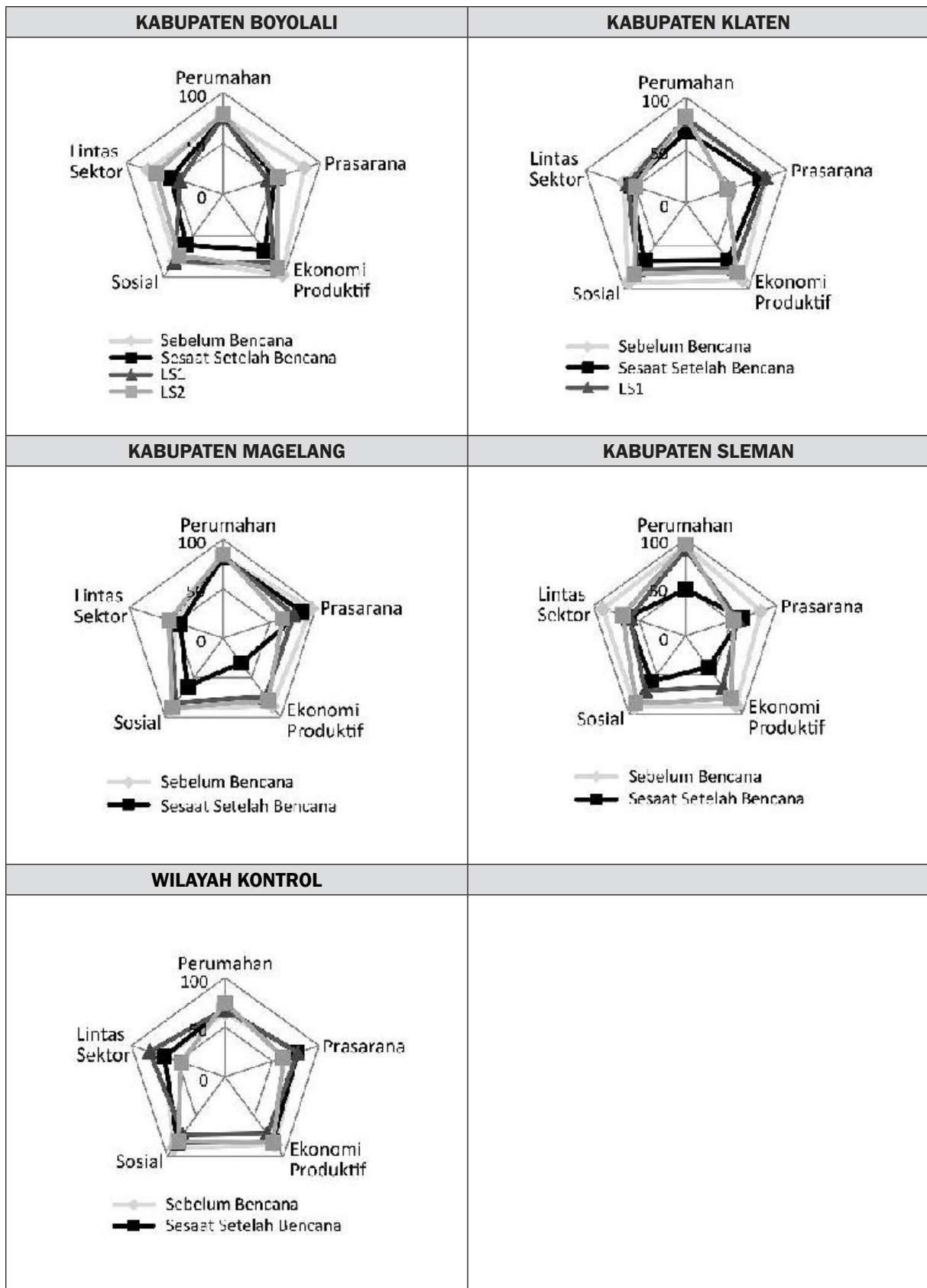
Sektor Sosial belum ada yang termasuk kategori "tercapai" tingkat kepuhannya baik secara pembagian wilayah terdampak maupun berdasarkan kabupaten. Berdasarkan wilayah terdampak, *rangeny* dari sekitar 78% di wilayah ATLL dan ATLLH dan 97% di wilayah ATL. Sedangkan berdasarkan kabupaten *rangeny* dari terendah sebesar 62% di kabupaten Klaten dan tertinggi di Kabupaten Magelang dengan tingkat kepuhian sebesar 90%.

Sektor Ekonomi Produktif merupakan sektor kedua yang perkembangannya relatif baik. Berdasarkan wilayah terdampak, wilayah ATLLH termasuk telah mencapai kategori tingkat kepuhian "tercapai" sedangkan ATLL dan ATL tingkat kepuhannya masing-masing 84% dan 72%. Sementara itu berdasarkan kabupaten, Magelang tingkat kepuhannya tertinggi yaitu 88% dan Klaten terendah 62%

Tingkat Kepulihan Sektor Perumahan sudah masuk kategori "tercapai" (minimal 100%) malahan di beberapa tempat tingkat perbaikan kondisinya melebihi kondisi sebelum bencana. Di wilayah ATLLH sebanyak 6% kondisinya lebih baik dibandingkan dengan kondisi pada sebelum bencana dan di ATL sebesar 3%. Berdasarkan Kabupaten, tingkat kepuhian juga masuk kategori "tercapai" (minimal 100%) dibandingkan dengan keadaan sebelum bencana untuk semua kabupaten. Tingkat perbaikan dari keadaan sebelum bencana mencapai 4-6%.

Tabel 4. Rangkuman Hasil pada Setiap Area Terdampak pada Setiap Sektor

SEKTOR	Wilayah Terdampak		
	ATLL	ATL	ATLH
Perumahan	Pemulihan rumah korban bencana selama 2 tahun setelah bencana sudah fokus ke kebutuhan pemulihan rumah-rumah rusak parah sehingga hampir pulih seperti sedia kala (94,83%)	Warga sudah bisa menempati rumah mereka kembali setelah dibersihkan dari abu vulkanik dan sudah tidak perlu program pemulihan perumahan.	Tidak ada hasil upaya pemulihan yang dilaksanakan karena tidak terjadi dampak kerusakan.
Prasarana	Belum ada upaya yang fokus pada pemulihan prasarana dasar setelah dua tahun bencana (membaik 45,22% setelah terjadi penurunan 38,33% setelah bencana)	Belum ada upaya yang fokus. Justru terjadi tingkat kerusakan prasarana yang lebih parah dibanding saat bencana	Tidak terjadi pemulihan prasarana (0%) dari sesaat setelah bencana
Ekonomi Produktif	Belum ada upaya optimal pemulihan atas hilangnya pendapatan dan pekerjaan (baru mencapai 60,05% dari penurunan 71,18% dari sebelum bencana)	Belum ada upaya optimal atas hilangnya pendapatan dan pekerjaan yang cukup parah (baru mencapai 54,08% terhadap penurunan sebesar 33,07% dari sebelum bencana).	Belum fokus pada pemulihan hilangnya pendapatan dan pekerjaan warga (baru mencapai 33,96% dari penurunan 9,36% sebelum bencana).
Sosial	Belum banyak perhatian peningkatan akses korban bencana terhadap pelayanan kesehatan dan pendidikan, pemulihan keadaan fisik dan kesehatan mental, dan status bersekolah anak-anak usia sekolah (baru membaik 17,07% dari penurunan 31,36% sebelum bencana).	Belum ada upaya yang cukup optimal mengatasi gangguan akses korban bencana ke sarana layanan sosial dasar (membaik 67,91% dari penurunan 28,60%).	Belum ada upaya optimal mengatasi gangguan akses korban bencana ke sarana layanan sosial dasar (baru 57,31% dari penurunan 20,35%).
Lintas Sektor	Pemulihan sektor ini baru mencapai sedikit kemajuan (baru 24,54% dari 28,28% sebelum bencana).	Sudah terjadi pemulihan, mencapai 118,56% dari tingkat penurunan 10,4% dari sebelum bencana	Baru mengalami sedikit pemulihan (23,05%) dari penurunan 29,51% dibanding sebelum bencana.



Gambar 1. Ilustrasi Hasil DRI untuk Setiap Kabupaten.

4. KESIMPULAN

Aktivitas pemulihan pascabencana Merapi 2010 sampai dengan tahun 2012 berjalan mendekati target yang direncanakan, termasuk dalam kategori hijau. Di tahun 2014, program pemulihan pascabencana masih jauh dari target yang direncanakan, masuk dalam kategori merah.

Bahkan sejumlah wilayah dan kabupaten terdampak bencana mengalami penurunan nilai DRI keseluruhan sektor di tahun 2014 dibandingkan dengan keadaan pada tahun 2012. Sektor utama yang berkontribusi pada penurunan nilai indeks keseluruhan adalah prasarana dan lintas sektor. Hanya sektor perumahan yang tingkat kepulihannya telah "tercapai" (minimal 100%), Tidak hanya itu, keadaan sektor perumahan mengalami perbaikan 3-5% dari keadan sebelum erupsi. Keberhasilan dalam pemulihan sektor ekonomi cukup baik, Tingkat kepulihan di ATLLH "tercapai" sedangkan di ATLL dan ATL masih mencapai 84%-72%. Komitmen mewujudkan rencana pemulihan bencana yang berkelanjutan penting direalisasikan sampai batas waktu yang direncanakan. Ini penting agar kesejahteraan masyarakat yang mengalami bencana bisa kembali pada kondisinya seperti keadaan sebelum bencana dan ada perbaikan dari keadaan sebelum erupsi, dengan kata lain "*building back better*" bisa terwujud.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terlaksananya Kajian Longitudinal sebanyak dua kali karena adanya dukungan dan bantuan dari beberapa pihak. Untuk itu sudah selayaknya disampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak tersebut:

1. Badan Nasional Penanggulangan Bencana - BNPB atas dukungan dana yang telah diberikan.
2. *United Nation Development Program* - UNDP DR4 (khususnya kepada Bp. Kristanto Sinandang dan mas Rinto Andriono) atas dukungan dana dan bantuan teknis.
3. Badan Penanggulangan Bencana Daerah - BPBD DIY dan Jateng.
4. *Survey Meter* (khususnya Ibu Bondan Siloki, Dr. Ni Wayan Suriastini, Dani Alfah dan Firman Witoelar) sebagai peneliti utama dalam Kajian Lngitudinal ini.
5. Teman-teman dari F-PRB DIY (khususnya mas F. Asisi S. Widanta, Aris Sustiyono, Untung Tri Winarso, Saleh Abdullah, Sunarjo, mbak Emi Dwi Suryanti, Nurul Sa'adah) dan F-PRB Jawa Tengah (Humam Eko Sakti) yang sudah terlibat dalam penelitian maupun pelaporan kajian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Atien Priyanti dan N. Ilham, 2011, Dampak Erupsi GunungMerapi terhadap Kerugian Sektor Ekoomi pada Usaha Peternakan, WARTASOA Vol. 21 No. 4, Th 2011.
2. BNPB dan BAPPENAS, 2011, Rencana Aksi Rehabilitasi dan Rekonstruksi Pasca Erupsi Merapi Propinsi DIY dan Propinsi Jawa Tengah, tahun 2011.
3. Catatan : Proses Workshp Sosialisasi Persiapan Pendampingan Rekompak untuk Rehabiltasi dan rekonstruksi Pasca Erupsi Merapi.
4. <http://www.rwkompakjrf.org/download/Catatan%20Proses%20Workhop%20Sosialisasi%20REKOMPAK.pdf>, diakses 26 Juni 2014.
5. [http://groups.google.com/forum#searchim/bencana/erupsi\\$20Merapi/bencana](http://groups.google.com/forum#searchim/bencana/erupsi$20Merapi/bencana), diakses 26 Juni 2014
6. <http://pasag-Merapi.blogspot.com/2012/02/arahan-arahan-bnpb-pelaksanaan.html>, diakses 26 Juni 2014.
7. Recommendation on GFDRR 2013.

EVALUASI RENCANA TATA RUANG KABUPATEN SLEMAN BERDASARKAN ANALISIS RISIKO BENCANA GUNUNG MERAPI

Oleh:

Teresita Oktavia Rosari^{a,1,*}, Kuswaji Dwi Priyono^{b,1}, Jumadi^{b,2}

^aMahasiswa Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta

^bDosen Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta

*Email: teresitaoktaviarosari@yahoo.co.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran tingkat risiko bencana Gunung Merapi dan mengevaluasi Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Sleman berbasis kebencanaan. Tingkat risiko bencana menggunakan metode overlay komponen ancaman dan kerentanan. Evaluasi Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) difokuskan pada perencanaan kawasan budidaya. Informasi mengenai kesesuaian kawasan perencanaan budidaya diperoleh melalui metode overlay peta tingkat risiko bencana Merapi dengan peta rencana kawasan budidaya Kabupaten Sleman. Hasil overlay menghasilkan peta kesesuaian rencana kawasan budidaya. Berdasarkan hasil analisis, sebagian besar perencanaan kawasan budidaya di Kabupaten Sleman sudah sesuai dengan perencanaan kawasan berbasis kebencanaan, karena sebagian besar kawasan budidaya dibangun pada kawasan dengan tingkat risiko bencana sangat rendah. Kawasan yang tidak sesuai dengan perencanaan kawasan berbasis kebencanaan adalah kawasan pertanian hortikultura dan sebagian kawasan permukiman yang berada pada kawasan risiko bencana tingkat tinggi. Kawasan permukiman yang tidak sesuai yaitu permukiman di Desa Glagaharjo, Kepuharjo, dan bagian utara Desa Umbulharjo.

Kata kunci: Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW), kawasan budidaya, risiko bencana.

1. PENDAHULUAN

Fungsi rencana tata ruang pada daerah rawan bencana sejatinya adalah sebagai instrumen pengurangan risiko bencana, karena perencanaan tata ruang dilakukan pada saat bencana tidak/ belum terjadi. Menurut Brody (2004 dalam Sagala dan Bisri, 2011), keputusan dalam bentuk kebijakan pembangunan dapat diarahkan untuk mengurangi komponen pembentuk risiko, baik menghindari lokasi bahaya, mengeliminasi kerentanan, dan memperkuat kapasitas. Tujuan perencanaan ruang pada daerah rawan bencana adalah untuk mengendalikan pengembangan dan pembangunan di daerah-daerah yang rawan terhadap bahaya bencana.

Dampak positif dari pembatasan pembangunan pada daerah yang rawan terhadap bencana akan meminimasi potensi paparan (*exposure*) dan mengurangi kemungkinan terjadinya kerugian jiwa serta kerusakan harta benda. Pembangunan yang tidak mengindahkan aspek kebencanaan dapat berakibat pada besarnya risiko bencana yang timbul (Sagala dan Bisri, 2011). Tujuan penataan ruang Kabupaten Sleman adalah mewujudkan ruang kabupaten yang tanggap terhadap bencana dan berwawasan lingkungan dalam rangka menciptakan masyarakat yang sejahtera, demokratis, dan berdaya saing. Permasalahan penting yang sedang dihadapi oleh Kabupaten Sleman yang dimasukkan dalam agenda riset daerah tahun 2011-2015 pada poin 14 tentang kebencanaan dan masalah lingkungan adalah kegiatan penanggulangan bencana masih pada tahapan tanggap darurat dan rehabilitasi/rekonstruksi, sehingga belum menjadikan kegiatan pengurangan risiko bencana sebagai prioritas.

Konsep tujuan penataan ruang tersebut belum diintegrasikan dengan permasalahan kebencanaan dengan kegiatan pengurangan risiko bencana, sehingga RTRW Kabupaten Sleman belum mampu mewujudkan tujuan utamanya untuk mewujudkan ruang kabupaten yang tanggap terhadap bencana. Untuk

mencapai tujuan penataan ruang Kabupaten Sleman yang tanggap bencana dapat diwujudkan melalui penataan kawasan, khususnya penataan kawasan budidaya. Kawasan budidaya merupakan kawasan pembangunan dan ruang bagi masyarakat untuk melakukan aktivitas sosial ekonominya sehari-hari, dengan upaya yang dapat dilakukan adalah pembatasan pembangunan di kawasan budidaya. Penataan kawasan budidaya dapat dilakukan dengan mengevaluasi RTRW Kabupaten Sleman. Hasil evaluasi RTRW dapat menghasilkan informasi terkait tingkat risiko pada masing-masing kawasan budidaya sehingga dapat dilakukan pembatasan pembangunan ataupun relokasi pada daerah yang memiliki risiko tinggi. Hasil evaluasi RTRW juga dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk menyusun rencana tata ruang yang baru sebagai upaya pengurangan risiko bencana. Pengurangan risiko bencana dapat dilakukan salah satunya melalui rencana tata ruang wilayah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran tingkat risiko bencana Merapi di Kabupaten Sleman dan mengevaluasi Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) peruntukan kawasan budidaya di Kabupaten Sleman agar diketahui daerah-daerah kawasan perencanaan yang sesuai dan tidak sesuai dengan perencanaan kawasan berbasis kebencanaan. Dasar teori yang digunakan adalah UU No. 26 Tahun 2007, bahwa penataan ruang tidak hanya berdimensi perencanaan pemanfaatan ruang, tetapi juga termasuk dimensi pemanfaatan dan pengendalian pemanfaatan ruang. Tata ruang diharapkan dapat membantu mengurangi dampak dari suatu risiko bencana alam, seperti gempa, tsunami, banjir, letusan gunungapi dan bencana alam lainnya.

Perencanaan, pemanfaatan, dan pengendalian tata ruang wilayah atau kawasan semestinya harus mempertimbangkan faktor bencana alam, khususnya pada kota dan kawasan yang berlokasi pada wilayah rawan bencana alam, hal ini bertujuan agar dampak negatif akibat bencana dapat diminimalkan. *Hyogo Framework for Action* (HFA Kerangka Aksi Hyogo) dan UNISDR (2005 dalam Sagala dan Bisri, 2011), mengamanatkan peran tata ruang (*land use planning*) dalam pengurangan risiko bencana termasuk melakukan pembatasan pembangunan di kawasan rawan bencana. Kawasan rawan bencana bukan sebuah kawasan yang steril dan bersih dari berbagai macam kegiatan manusia termasuk peruntukannya. Beberapa kasus bahwa di areal yang ditetapkan sebagai kawasan rawan banjir, namun dipergunakan untuk permukiman, industri dan pertanian. Kawasan rawan bencana gunungapi dimanfaatkan untuk pertanian dan permukiman serta pariwisata, bahkan di zona patahan aktif ada konsentrasi penduduk dan perkotaan.

Tingkat risiko bencana di masing-masing kawasan rawan bencana jika peruntukan ruang (khususnya kawasan budidaya) untuk kegiatan lain, maka dapat menimbulkan beberapa tipe risiko yang akan dihadapi yaitu:

1. Risiko tinggi, diprediksi terjadi pada kawasan rawan bencana yang alokasi peruntukan ruangnya untuk kegiatan-kegiatan industri, permukiman, pariwisata, dan perdagangan jasa. Pada lokasi tersebut terdapat konsentrasi elemen terdampak bencana seperti penduduk, aset masyarakat, infrastruktur, dan lain-lain. Lokasi ini memiliki tingkat kerentanan tinggi;
2. Risiko sedang, diprediksi terjadi pada kawasan rawan bencana yang alokasi peruntukan ruangnya untuk kegiatan-kegiatan pertanian, seperti pertanian lahan basah, perkebunan, perikanan, peternakan dan pertambangan. Lokasi tersebut dicirikan dengan kepadatan penduduk yang sedang dan jumlah aset serta infrastruktur yang lebih rendah dibandingkan dengan peruntukan permukiman, industri dan perdagangan jasa. Lokasi ini memiliki tingkat kerentanan bencana yang relatif menengah (sedang);
3. Risiko rendah, diprediksi terjadi pada kawasan rawan bencana yang alokasi peruntukan ruangnya untuk kegiatan pertanian, khususnya pertanian lahan kering yang umumnya dicirikan dengan kepadatan rendah dan produktivitas lahan yang rendah pula, sehingga tingkat kerentanan bahaya juga rendah. Pada wilayah tipe ini tingkat ancaman yang paling tinggi adalah bahaya kekeringan. Risiko sangat rendah, diprediksi terjadi pada kawasan rawan bencana yang alokasi peruntukan ruangnya untuk kegiatan hutan produksi, dimana pada areal hutan umumnya tidak berpenghuni atau sangat rendah jumlah penduduk di dalamnya. Jika terdapat penduduk umumnya di areal sekitar hutan yang jumlahnya sedikit dan terpencar. Selain itu aset produksi hutan tidak rusak akibat bencana atau masih dapat dimanfaatkan, kecuali jika yang terjadi adalah bencana kebakaran hutan. Dengan kata lain di luar bencana kebakaran hutan, tingkat risiko bencana (lainnya) pada lokasi ini dapat digolongkan tingkat sangat rendah.

2. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif berjenjang dengan teknik pengharkatan/skoring. Pengharkatan/skoring dilakukan pada setiap indikator pada tiap komponen yang

mempengaruhi tingkat risiko bencana. Proses yang digunakan untuk memperoleh peta tingkat risiko bencana Merapi adalah dengan proses analisis data sekunder berupa *overlay* atau penggabungan peta-peta tematik yang menjadi komponen dalam penentuan tingkat risiko bencana, yaitu peta kerentanan dan peta ancaman. Peta tingkat risiko bencana yang menyajikan informasi mengenai sebaran tingkat risiko bencana Merapi di Kabupaten Sleman digunakan sebagai pertimbangan untuk mengevaluasi Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sleman. Semua proses dilakukan dengan bantuan *software* berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) yaitu ArcGIS 9.3.

Risiko bencana adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dan kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, ancaman, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat (Muta'ali, 2014). Risiko dapat dinilai secara kuantitatif dan merupakan probabilitas dari dampak atau konsekuensi suatu bahaya. Indikator risiko merupakan komposit (gabungan) dari indikator ancaman, kerentanan, dan kapasitas sesuai dengan formula risiko bencana. *International Strategy for Disaster Reduction* (ISDR) memberikan pengertian analisis risiko bencana sebagai metodologi dalam menentukan risiko melalui suatu analisis ancaman bencana dan evaluasi terhadap kondisi eksisting. Langkah awal dalam analisis risiko adalah menetapkan konsep dan formula risiko yang digunakan. Terdapat banyak formula perhitungan risiko bencana, namun dalam bagian ini konsep risiko yang ditulis adalah konsep risiko yang digunakan dalam Peraturan Kepala BNPB Nomor 4 Tahun 2008 tentang Pedoman Perencanaan Mitigasi Risiko Bencana (Muta'ali, 2014) berikut.

$$R = H \times V / C$$

Keterangan :

R = *Risk* (Risiko)

H = *Hazard Threat* (Ancaman)

V = *Vulnerability* (Kerentanan)

C = *Capacity* (Kapasitas)

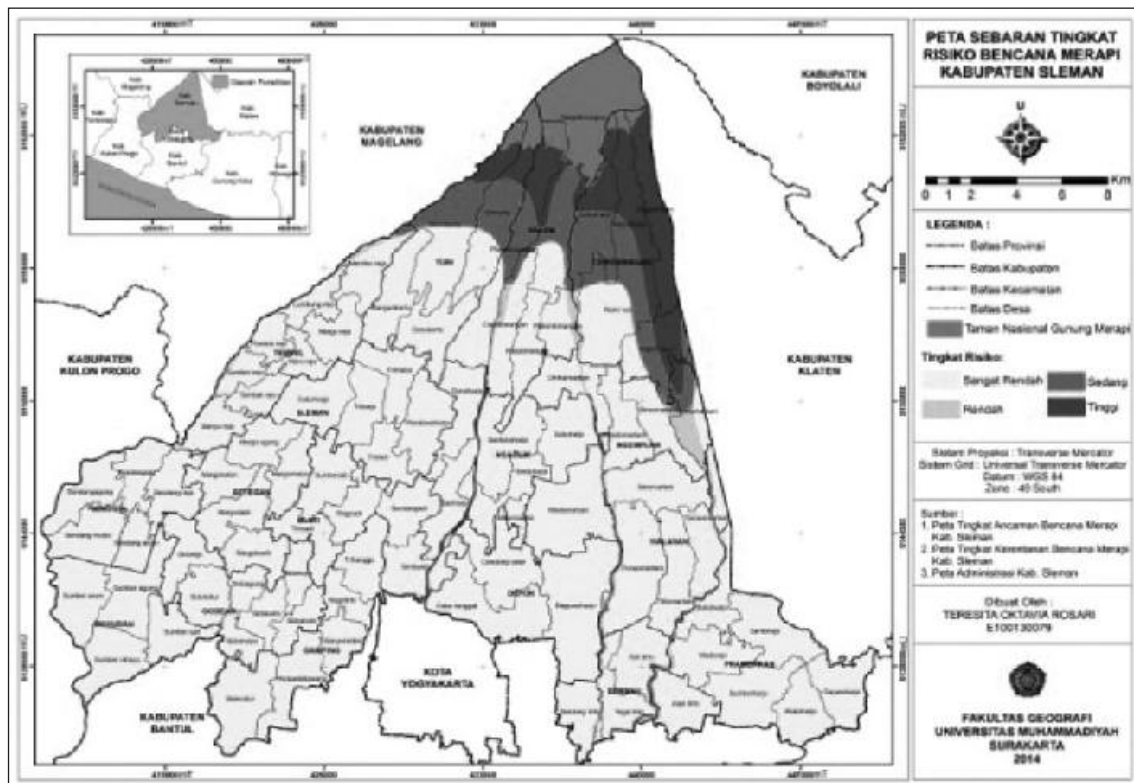
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat ancaman bencana Merapi didasarkan pada peta kawasan rawan bencana Merapi di Kabupaten Sleman yang diterbitkan oleh Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG). Kawasan rawan bencana zone I adalah kawasan rawan bencana yang memiliki tingkat ancaman bencana rendah. Potensi bahaya pada kawasan rawan bencana zone I adalah lahar/banjir dan kemungkinan dapat terkena perluasan awan panas dan aliran lava. Endapan material hasil erupsi tersebut berpotensi menjadi lahar apabila terjadi hujan dengan intensitas tinggi di kawasan puncak Gunung Merapi. Lahar tersebut kemudian akan terbawa air dan dialirkan ke sungai-sungai besar yang berhulu di puncak Gunung Merapi, diantaranya pada sungai-sungai besar yang melintas di Kabupaten Sleman yaitu Sungai Opak, Sungai Krasak, Sungai Kuning, dan Sungai Boyong.

Bahaya yang ditimbulkan akibat lahar dapat berupa meluapnya lahar dari tanggul sungai yang dapat meluas sampai ke kawasan pertanian dan permukiman penduduk. Ancaman bencana Merapi tingkat rendah tersebar di beberapa desa di beberapa kecamatan Kabupaten Sleman yang berada dalam kawasan rawan bencana zone I dan berlokasi di daerah sekitar bantaran sungai yang dilalui oleh Sungai Opak, Sungai Krasak, Sungai Kuning, dan Sungai Boyong. Batas kawasan rawan bencana zone II yang juga terklasifikasi dalam area yang termasuk dalam kategori tingkat ancaman sedang. Ancaman aliran awan panas hingga sejauh 17 km atau lebih dari puncak Merapi. Ancaman bencana Merapi tingkat tinggi terdapat pada beberapa desa yang termasuk dalam kawasan rawan bencana Merapi zone III. Desa-desa yang memiliki tingkat ancaman tinggi adalah desa-desa yang berlokasi di wilayah lereng Merapi atas dan berada sangat dekat dengan puncak Gunung Merapi. Sebaran tingkat risiko bencana Merapi di Kabupaten Sleman disajikan pada Gambar 1.

Kerentanan sosial menurut Birkmann & Wisner (2006 dan Ebert, *et al.*, 2007 dalam Hizbaron dkk., 2010), menunjukkan potensi kehilangan pada elemen risiko khusus yang merujuk pada keadaan manusia, disertai kondisi yang menyertainya seperti usia, jenis kelamin, latar belakang pendidikan, latar belakang ekonomi atau faktor lain yang dapat menyebabkan mereka berada dalam kondisi rentan. Penggunaan indikator kerentanan sosial untuk menghitung tingkat risiko didasarkan atas kepentingan penelitian yaitu difokuskan untuk mengurangi risiko jatuhnya korban jiwa. Informasi kerentanan bencana sangat dibutuhkan pada daerah-daerah yang memiliki potensi ancaman bencana seperti di Kabupaten Sleman. Informasi mengenai kerentanan bencana dapat membantu dalam usaha pengurangan risiko bencana dengan mengidentifikasi masing-masing tingkat kerentanan bencana di suatu wilayah. Tingkat kerentanan bencana

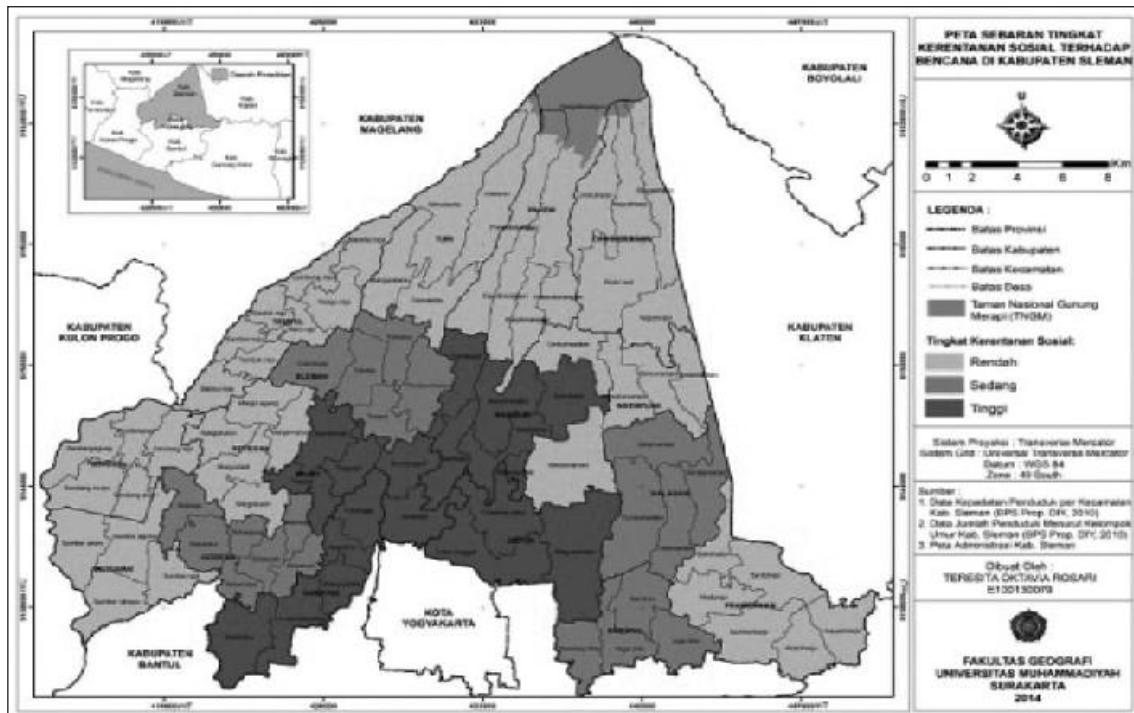
di Kabupaten Sleman terbagi menjadi tiga klasifikasi, yaitu: kerentanan rendah, kerentanan sedang, dan kerentanan tinggi.



Gambar 1. Peta Sebaran Tingkat Risiko.

Kabupaten Sleman bagian utara didominasi daerah dengan tingkat kerentanan bencana rendah, karena Sleman bagian utara adalah kawasan perdesaan yang cenderung memiliki jumlah penduduk yang sedikit, sehingga kepadatan penduduknya jarang dan jumlah penduduk usia rentan juga sedikit. Walaupun memiliki tingkat kerentanan sosial rendah, daerah di Kabupaten Sleman bagian utara merupakan wilayah yang memiliki ancaman bencana Merapi tinggi, khususnya desa-desa yang berada pada kawasan lereng atas Merapi karena kawasan tersebut sangat dekat dengan sumber bahaya bencana Merapi yaitu puncak Gunung Merapi. Wilayah yang memiliki tingkat kerentanan rendah tetapi memiliki ancaman bencana gunung berapi tinggi sebenarnya memiliki tingkat kerentanan yang tinggi. Hal ini disebabkan karena pada bencana tertentu, khususnya bencana letusan gunung berapi, terdapat ancaman yang menyebabkan semua penduduk yang berada di daerah tersebut dimungkinkan tidak dapat menyelamatkan dirinya saat bencana tiba-tiba terjadi. Ancaman bencana tersebut terdapat pada kawasan rawan bencana Gunung Merapi zone II dan III yaitu berupa ancaman awan panas dan lontaran abu vulkanik. Wilayah yang secara kerentanan sosial dianggap memiliki kerentanan rendah akan tetapi sebenarnya memiliki kerentanan tinggi terhadap bencana Merapi karena memiliki ancaman bencana tinggi akibat letaknya yang termasuk dalam kawasan rawan bencana Merapi zone II dan III adalah desa-desa yang berada di lereng atas Gunung Merapi.

Wilayah yang memiliki tingkat kerentanan tinggi adalah wilayah yang berbatasan langsung dengan Kota Yogyakarta, yaitu Kecamatan Depok, Kecamatan Gamping, Kecamatan Mlati, dan Kecamatan Ngaglik. Wilayah-wilayah tersebut merupakan wilayah yang memiliki kerentanan sosial tinggi karena jumlah penduduknya tinggi sehingga tingkat kepadatan penduduk tinggi. Walaupun memiliki tingkat kerentanan tinggi tetapi wilayah tersebut tidak terlalu berisiko terhadap bencana Merapi karena wilayah tersebut merupakan wilayah yang berada pada kawasan non rawan bencana yang tidak memiliki ancaman bencana Merapi. Sebaran tingkat kerentanan bencana di Kabupaten disajikan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Peta Sebaran Tingkat Kerentanan.

Risiko adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu kawasan dalam kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat (Muta'ali, 2014). Tingkat risiko bencana Merapi pada penelitian ini dinilai melalui dua elemen bencana yaitu ancaman dan kerentanan. Risiko bencana dituangkan dalam formulasi sederhana seperti berikut (ISDR, 2004 dalam Hizbaron dkk, 2010).

$$R = H \times V / C$$

Keterangan :

R = Tingkat Risiko

H= Tingkat Ancaman/Bahaya (*Hazard*)

V = Tingkat Kerentanan (*Vulnerability*)

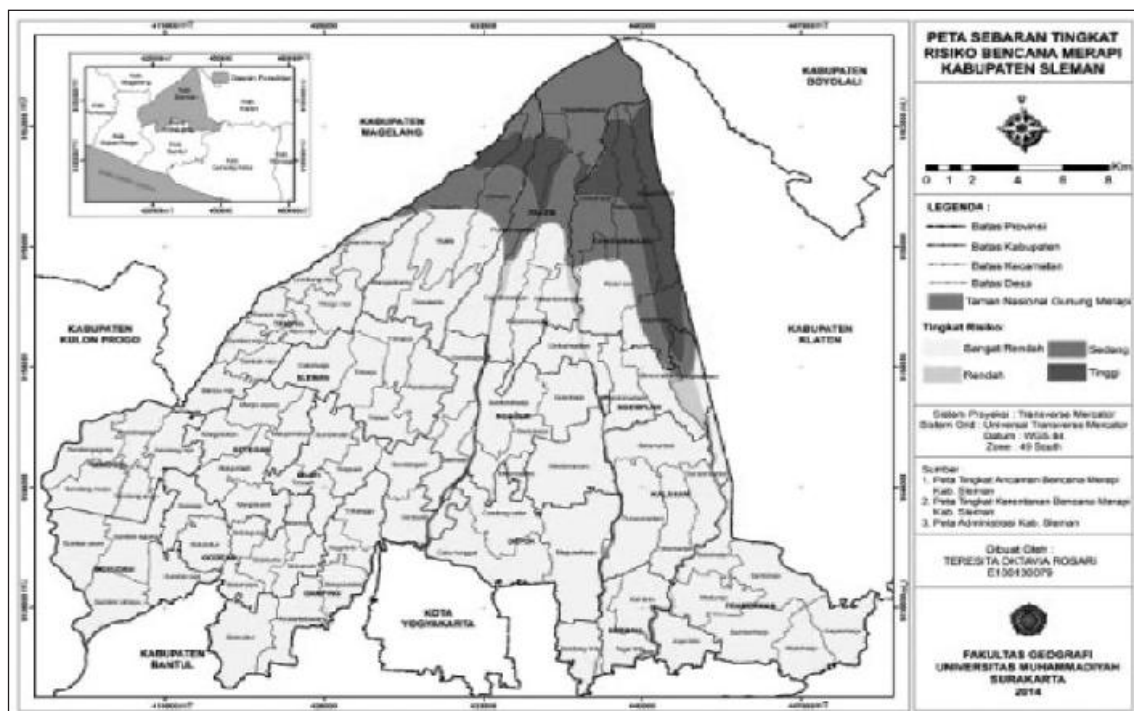
Formulasi ini digunakan untuk mempermudah logika perhitungan risiko, dimana jika dijumpai ancaman/ bahaya dan kerentanan maka akan menimbulkan risiko. Tingkat risiko bencana Merapi di Kabupaten Sleman dibagi dalam empat tingkatan kelas risiko yaitu risiko sangat rendah, rendah, risiko sedang, dan risiko tinggi. Wilayah di Kabupaten Sleman didominasi oleh tingkat risiko bencana Merapi sangat rendah. Wilayah risiko sangat rendah adalah wilayah yang memiliki kerentanan tinggi tetapi ancaman/bahaya bencananya sangat rendah. Daerah yang memiliki kerentanan tinggi apabila tidak terdapat ancaman di daerah tersebut maka daerah tersebut akan memiliki risiko sangat rendah terhadap bencana, karena tidak ada bahaya yang dapat menyebabkan risiko di daerah tersebut. Adapun ancaman pada wilayah tingkat risiko sangat rendah yaitu hujan abu vulkanik tipis.

Perencanaan kawasan budidaya peruntukan lahan jenis apapun aman untuk dikembangkan pada daerah ini, karena memiliki risiko bahaya bencana yang sangat rendah, sehingga daerah ini sangat direkomendasikan untuk pembangunan dan pengembangan kawasan budidaya apapun khususnya peruntukan permukiman dan industri. Wilayah risiko rendah adalah wilayah yang memiliki kerentanan rendah sampai sedang dan memiliki tingkat ancaman bencana rendah. Wilayah dengan tingkat risiko bencana rendah tersebar di beberapa daerah di Kabupaten Sleman yang berada pada kawasan bantaran sungai-sungai besar yang berhulu di puncak Merapi dan berpotensi dilalui aliran banjir lahar. Daerah yang memiliki tingkat risiko rendah adalah kawasan bantaran sungai di desa-desa yang berada di sepanjang jalur Sungai Boyong di Kecamatan Tempel, kawasan bantaran sungai di desa-desa yang berada di sepanjang jalur Sungai

Kuning di Kecamatan Pakem, kawasan bantaran sungai di desa-desa yang berada di sepanjang jalur Sungai Krasak di Kecamatan Ngemplak, dan kawasan bantaran sungai di desa-desa yang berada di sepanjang jalur Sungai Opak di Kecamatan Kalasan dan Prambanan.

Wilayah risiko bencana sedang adalah wilayah yang memiliki kerentanan tinggi dan ancaman rendah dan wilayah yang memiliki kerentanan rendah dan ancaman sedang. Tingkat risiko bencana sedang tersebar di bagian utara Kabupaten Sleman pada bagian lereng bawah Merapi dan pada beberapa daerah di Kabupaten Sleman bagian selatan yang berada pada pada kawasan tingkat ancaman rendah, yaitu di daerah sekitar bantaran Sungai Krasak dan Sungai Kuning. Wilayah yang masuk dalam klasifikasi tingkat risiko bencana sedang sebaiknya tidak dikembangkan untuk menjadi lahan permukiman ataupun industri, jika dibangun untuk lahan permukiman ataupun industri maka dibutuhkan persyaratan tertentu yang berkaitan dengan pengurangan risiko bencana agar dapat menjamin keberlangsungan kegiatan dan aktivitas di daerah tersebut. Wilayah dengan tingkat risiko bencana sedang sangat sesuai untuk dikembangkan sebagai kawasan budidaya peruntukan lahan pertanian tanaman pangan, hortikultura dan hutan rakyat.

Wilayah risiko tinggi adalah wilayah yang memiliki kerentanan rendah dan ancaman tinggi dan wilayah yang memiliki kerentanan tinggi tetapi memiliki ancaman rendah. Dalam konteks bencana secara umum, risiko bencana akan meningkat apabila tingkat kerentanan dan ancaman tinggi terjadi di suatu daerah rawan bencana. Tetapi dalam penelitian ini jika salah satu elemen tinggi walaupun elemen lainnya rendah maka daerah tersebut akan dikategorikan sebagai daerah dengan risiko tinggi. Hal ini disebabkan karena pada penelitian ini penilaian tingkat risiko didasarkan pada pengharkatan. Tingkat risiko tinggi tersebar di beberapa wilayah Sleman bagian utara yaitu daerah lereng atas Merapi yang sangat dekat dengan puncak Merapi dan Kabupaten Sleman bagian selatan yaitu pada daerah yang berada di sekitar bantaran sungai-sungai besar yang berpotensi dilanda banjir lahar. Wilayah yang termasuk dalam klasifikasi risiko bencana tingkat tinggi sebaiknya dihindari untuk dikembangkan sebagai lahan permukiman dan industri, karena wilayah ini memiliki risiko tinggi. Wilayah ini sebaiknya hanya diperuntukkan sebagai kawasan lindung ataupun kawasan budidaya terbatas dan dikembangkan sebagai lahan kehutanan ataupun kawasan pariwisata dengan jenis wisata geofisik (pada kawasan puncak Gunung Merapi). Adapun sebaran tingkat risiko bencana Merapi di Kabupaten Sleman disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta Sebaran Tingkat Risiko.

Kawasan permukiman di Kabupaten Sleman terbagi menjadi dua, yaitu permukiman perkotaan dan permukiman perdesaan. Sebagian besar kawasan permukiman di Kabupaten Sleman sudah sesuai dengan perencanaan kawasan berbasis kebencanaan karena berada pada wilayah kawasan tingkat risiko sangat rendah yang memiliki ancaman bencana sangat rendah, namun terdapat beberapa permukiman penduduk yang belum/tidak sesuai yaitu permukiman yang berada pada sekitar kawasan yang memiliki ancaman

bencana tinggi. Kawasan industri di Kabupaten Sleman tersebar di beberapa tempat, yaitu di Desa Balecatur, Kecamatan Gamping; Desa Madurejo, Kecamatan Prambanan; Desa Kalitirto, Kecamatan Berbah; dan Desa Purwomartani dan Desa Tirtomartani, Kecamatan Kalasan. Kawasan industri di Kabupaten Sleman sebagaimana yang telah diatur dalam peta rencana tata ruang wilayah Kabupaten Sleman sudah sesuai dengan perencanaan kawasan berbasis kebencanaan, karena kawasan industri ditempatkan pada kawasan risiko sangat rendah yang memiliki ancaman bencana sangat rendah.

Kawasan pertanian di Kabupaten Sleman dominan berada pada wilayah perencanaan yang sesuai untuk kawasan pertanian. Wilayah perencanaan yang sesuai adalah wilayah yang dalam perencanaan kawasannya memperhitungkan aspek kebencanaan, yaitu yang berada pada kawasan ancaman bencana sangat rendah, rendah dan sedang. Namun masih ada kawasan pertanian yang berada pada area ancaman bencana tingkat tinggi yang seharusnya pada area tersebut tidak diperbolehkan untuk dikembangkan sebagai kawasan pertanian yaitu kawasan pertanian hortikultura di kawasan risiko tinggi. Kawasan pertahanan dan keamanan di Kabupaten Sleman berdasarkan peta rencana tata ruang wilayahnya tersebar di tiga daerah, yaitu di Desa Banyuraden di Kecamatan Gamping dan di Desa Condongcatur dan Desa Maguwoharjo di Kecamatan Depok. Tiga daerah tersebut berada pada kawasan ancaman bencana sangat rendah, sudah sesuai dengan perencanaan kawasan berbasis kebencanaan karena berada pada kawasan risiko sangat rendah yang memiliki ancaman bencana sangat rendah.

Hutan rakyat adalah kawasan hutan yang dapat dibudidayakan oleh masyarakat sekitarnya dengan mengikuti ketentuan yang ditetapkan oleh pemerintah setempat (Muta'ali, 2014). Kawasan hutan rakyat di Kabupaten Sleman berdasarkan peta rencana tata ruang wilayahnya tersebar di dua daerah, yaitu di Kecamatan Prambanan dan di Kecamatan Cangkringan. Kawasan hutan rakyat yang berada di Kecamatan Prambanan termasuk dalam kawasan dengan ancaman bencana sangat rendah, sedangkan hutan rakyat yang berada di Kecamatan Cangkringan termasuk dalam kawasan dengan ancaman bencana tingkat tinggi. Kawasan peruntukan hutan rakyat aman untuk dikembangkan di kawasan dengan tingkat ancaman apapun, baik itu pada kawasan ancaman bencana tingkat sangat rendah, rendah, sedang ataupun tinggi, karena hutan rakyat merupakan kawasan yang diperuntukkan sebagai kawasan hutan sehingga tidak terdapat aktivitas penduduk pada kawasan ini. Kawasan yang tidak memiliki aktivitas penduduk secara otomatis tidak memiliki risiko bencana yang tinggi, karena tidak terdapat penduduk ataupun bangunan di kawasan tersebut. Oleh karena itu hutan rakyat yang berada pada kawasan risiko tingkat tinggi tidak dipermasalahkan keberadaannya. Hasil evaluasi RTRW peruntukan kawasan budidaya di Kabupaten Sleman dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Evaluasi Rencana Tata Ruang (RTRW) Peruntukan Kawasan Budidaya di Kabupaten Sleman

Kawasan Rencana Budidaya	Kesesuaian Kawasan		
	Tidak Sesuai	Kurang Sesuai	Sesuai
Permukiman			
Industri			
Pertanian Tanaman Pangan			
Hortikultura			
Pertahanan dan Keamanan			
Hutan Rakyat			

Berdasarkan tabel evaluasi RTRW tersebut diketahui bahwa kawasan budidaya di Kabupaten Sleman secara keseluruhan sudah sesuai dengan perencanaan kawasan berbasis kebencanaan, namun ada dua kawasan yang masih berada pada wilayah yang kurang sesuai dan tidak sesuai yaitu kawasan permukiman dan pertanian hortikultura.

4. KESIMPULAN

Tingkat risiko bencana Merapi di Kabupaten Sleman dibagi menjadi empat kelas, yaitu: tingkat risiko bencana sangat rendah, risiko bencana rendah, tingkat risiko bencana sedang, dan tingkat risiko bencana tinggi. Tingkat risiko bencana sangat rendah tersebar di semua daerah yang masuk dalam kawasan non rawan bencana. Daerah yang memiliki tingkat risiko rendah adalah daerah bantaran sungai di sepanjang jalur Sungai Boyong di Kecamatan Tempel, sepanjang jalur Sungai Kuning di Kecamatan Pakem, sepanjang

jalur Sungai Krasak di Kecamatan Ngemplak, dan sepanjang jalur Sungai Opak di Kecamatan Kalasan dan Prambanan. Wilayah yang memiliki tingkat risiko sedang adalah desa-desa di lereng Merapi bawah dan beberapa daerah di sekitar tepi sungai yang dialiri oleh Sungai Krasak dan Sungai Kuning yang berada di Kecamatan Kalasan dan Berbah. Tingkat risiko bencana tinggi tersebar di daerah lereng Merapi atas dan beberapa daerah di sekitar tepi Sungai Kuning yang berada di Kecamatan Ngaglik dan Depok.

Berdasarkan hasil evaluasi RTRW kawasan budidaya di Kabupaten Sleman sesuai dengan perencanaan kawasan berbasis kebencanaan, karena dominan berada pada kawasan dengan tingkat ancaman bencana sangat rendah yang risikonya sangat rendah, tetapi ada dua kawasan yang tidak sesuai yaitu kawasan permukiman dan hortikultura di wilayah ancaman tingkat tinggi. Penerapan aspek kebencanaan dalam tata ruang wilayah Kabupaten Sleman dilaksanakan dengan baik karena sudah mempertimbangkan aspek risiko bencana dalam penempatan kawasan budidaya, terbukti dengan penataan kawasan budidaya yang sebagian besar ditempatkan pada kawasan risiko bencana sangat rendah yang memiliki ancaman/bahaya bencana sangat rendah. Kawasan dengan ancaman bencana tingkat tinggi sebaiknya hanya diperuntukkan untuk kawasan budidaya terbatas, dan sangat tidak direkomendasikan untuk kawasan permukiman. Pemerintah daerah dalam menyusun perencanaan kawasan budidaya harus benar-benar memperhatikan aspek kebencanaan, khususnya untuk kawasan permukiman dan industri.

UCAPAN TERIMAKASIH

Segenap tim peneliti mengucapkan terimakasih kepada Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta cq. Dekan Fakultas Geografi UMS yang telah memberi kesempatan untuk kegiatan penelitian kolaborasi ini. Kegiatan penelitian kolaborasi ini dimaksudkan untuk mempercepat kelulusan mahasiswa di lingkungan UMS, semoga terus berjalan sehingga dapat memacu percepatan kelulusan mahasiswa di UMS.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hizbaron. D. R. et al., 2010, Tinjauan Kerentanan, Risiko, Dan Zonasi Bahaya Rockfall di Kulonprogo Yogyakarta. *Jurnal Forum Geografi*. 24 (2): 119-136. <http://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/123456789/1212/fg-24-02-3-hizbaron.pdf>. diakses 23 Oktober 2014.
2. Keputusan Bupati, 2011, Keputusan Bupati Sleman Nomor 400/Kep.KDH/A/2011 tentang Agenda Riset Tahun 2011-2015. Yogyakarta.
3. Muta'ali, Lutfi, 2014, Perencanaan Pengembangan Wilayah Berbasis Pengurangan Risiko Bencana. Yogyakarta: BPFU UGM.
4. Pemerintah Kabupaten Sleman, 2012, Peraturan Daerah Kabupaten Sleman Nomor 12 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sleman Tahun 2011-2031. Yogyakarta: Pemda Kabupaten Sleman.
5. Republik Indonesia, 2007, Undang Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang. Jakarta: Sekretariat Negara RI.
6. Sagala, S. dan M. Bisri, 2011, Perencanaan Tata Ruang Berbasis Kebencanaan di Indonesia. Jakarta: Penerbit Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

BENTANG ALAM PASCA BENCANA ERUPSI 2010 (TINJAUAN LINGKUNGAN FISIK SEBAGAI DAYA TARIK DESA WISATA DI LERENG MERAPI)

Oleh:

Muhamad^{1*}

¹Staf pengajar Magister Kajian Pariwisata,
Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
*drmuhammad@ugm.ac.id

Abstrak

Penelitian ini mengkaji bentang alam (lanskap) yang ditinjau dari tingkat keserasian dan kemenarikan di desa-desa wisata di lereng Merapi bagian selatan pasca bencana erupsi 2010. Bentang alam adalah keserasian lingkungan berupa komponen sosial dan lingkungan fisik keduanya merupakan kondisi yang mengacu pada nilai potensi daya Tarik kepariwisataan di desa wisata. Kajian ini lebih melihat pada aspek lingkungan fisik. Metode penelitian yang digunakan dengan mencari indikator-indikator penilai potensi tingkat keserasian lingkungan dan kemenarikan wilayah desa-desa wisata sehingga karakteristik dan pola sebaran kemenarikan dan keserasian alam dapat diketahui. Hasil utama penelitian menunjukkan tingkat keserasian dan kemenarikan lingkungan di desa wisata setelah erupsi 2010 mempunyai besaran indeks yang signifikan yaitu kualitas lingkungan alami (fisik) desa-desa mempunyai indeks tinggi yang bernilai positif sehingga menjadi daya tarik wisata.

Kata kunci: Lanskap, kemenarikan, desa wisata.

1. LATAR BELAKANG

Siklus manajemen bencana yang terdiri komponen mitigasi (*mitigation*), kesiapsiagaan (*preparedness*), respon (*respons*/tanggap darurat), *recovery* (pemulihan) yang di perlakukan secara utuh. Fase keempat, yaitu *recovery*: tindakan mengembalikan masyarakat ke kondisi normal. Peristiwa ini men-fokuskan pada perbaikan sarana dan prasarana terutama pada Tapak (*Site*), yaitu: rehabilitasi dan rekonstruksi. Rehabilitasi merupakan upaya untuk membantu komunitas memperbaiki rumahnya, mengembalikan fungsi pelayanan umum, perbaikan sarana transportasi, komunikasi, listrik, air bersih dan sanitasi, dan pelayanan pemulihan kesehatan. Selanjutnya rekonstruksi merupakan upaya jangka menengah dan jangka panjang seperti pembangunan kembali sarana dan prasarana, serta pemantapan kemampuan institusi pemerintah, sehingga terjadinya perbaikan fisik, sosial dan ekonomi untuk mengembalikan kehidupan komunitas pada kondisi yang sama atau lebih baik dari sebelumnya.

Sehingga tahapan yang terpenting di dalam siklus pasca bencana erupsi adalah bagaimana mempercepat pemulihan dan mengembalikan kondisi tapak dan lanskap keserasian dan kemenarikan lingkungan. Pengembalian kondisi tersebut adalah mencapai kondisi sebagaimana sebelum terjadinya bencana, Waugh (1990) dan Muta'ali (2013). Tahap pemulihan ini sangat diperlukan untuk meningkatkan dan mempertahankan kualitas lingkungan tapak di kawasan desa-desa tersebut. Menurut Smith (1992) dan Nick (1991) proses penanganan kualitas tapak lingkungan dan kemenarikan pasca erupsi yang baik harus menghasilkan pemulihan kondisi lingkungan sosial dan fisik, termasuk keserasian lingkungan.

Proses penanganan tingkat tapak merupakan bagian dari penanganan lanskap yang meliputi tingkat keserasian lingkungan dan kemenarikan wilayah. Tujuan utama tingkat penanganan ini merupakan faktor penting untuk mengembalikan *new branding image* (Baiquni dan Muhamad, 2012) di dalam usaha-usaha *recovery*. Keserasian lingkungan di dalam penelitian ini merupakan indeks komposit dua komponen lingkungan yang saling berpengaruh satu sama lain yaitu lingkungan alami pasca erupsi tahun 2014. Muta'ali (2004).

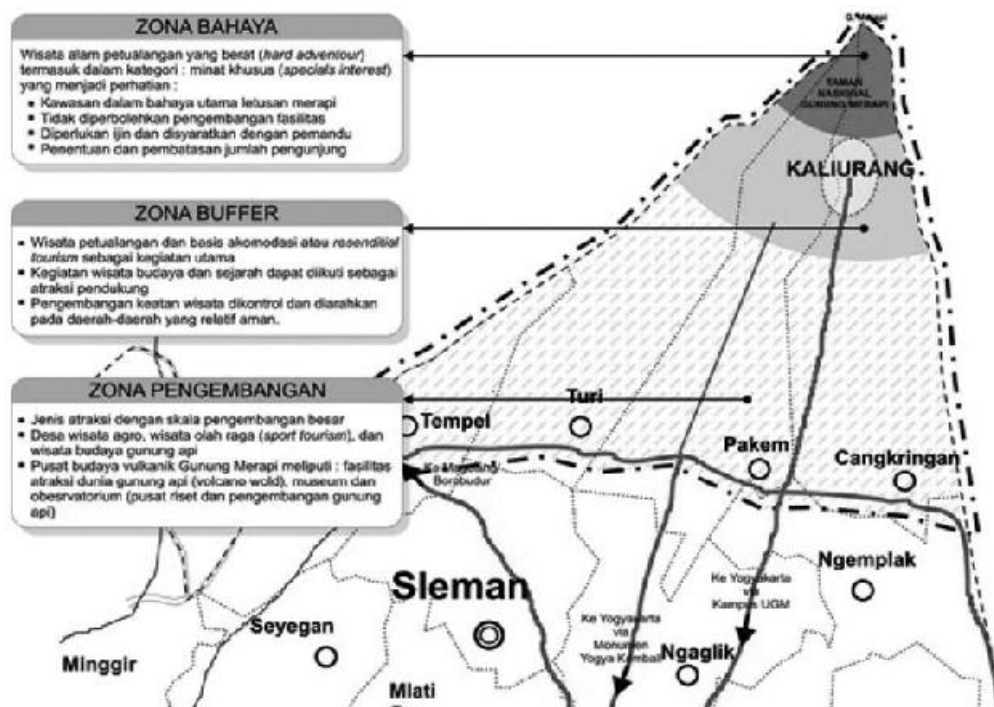
Keserasian lingkungan alami merupakan bentang alam (lanskap) yang terbentuk oleh alam secara alami dan secara terus menerus mengalami adaptasi dan terpolakan yang didasarkan kepada perubahan-perubahan secara alami pula (Fandeli dan Muhamad, 2007). Menurut Hakim, (2012) penanganan lanskap ada tiga faktor terpenting sebagai bahan untuk dianalisis yaitu: ekologi lanskap, manusia dengan sosial budayanya dan estetika. Estetika pada lanskap merupakan faktor yang berdiri sendiri tetapi merupakan polarisasi dari kedua faktor lainnya. Disebutkan juga bahwa lanskap ekologi dan estetika mempunyai cakupan kemenarikan dan keserasian dari tapak tersebut. Sedangkan tapak merupakan bagian dari wilayah penanganan secara optimal melalui proses keterpaduan penganalisaan untuk kebutuhan program.

Kebutuhan program yang dimaksud di dalam penelitian ini adalah kebutuhan penanganan pasca erupsi 2010 yang sampai saat ini masih terus berlangsung dan menerus. Dengan demikian maka setiap elemen dan fasilitas akan diletakkan di atas tapak dalam keterpaduan fungsi dan selaras dengan karakteristik tapak dan lingkungan alamnya. Karakteristik tapak dan lingkungan (ekologi) adalah kondisi tapak keserasian dan kemenarikan lingkungan kepariwisataan alam.

Menurut Pearce (1989) kemenarikan dan keserasian wilayah dari objek wisata merupakan gambaran kondisi lingkungan secara *locus*, yang mengacu pada potensi dari sebaran objek wisata alam di wilayah tersebut. Kondisi lingkungan secara *locus* adalah unsur karakteristik berupa lingkungan secara fisik dan non fisik. Keserasian dan kemenarikan *locus* berupa lanskap secara fisik berupa lingkungan, manusia dengan sosial ekonomi budayanya sebagai objek dan daya tarik kepariwisataan alam merupakan tapak kepariwisataan di wilayah.

Lanskap ekologi yang belum ada penanganan dianggap sebagai sumber daya potensial yang belum dapat dikatakan sebagai daya tarik wisata yang sesungguhnya, Fandeli dan Muhamad (2009). Sebaliknya, usaha penanganan juga tidak dapat dilakukan jika di suatu wilayah tidak memiliki potensi daya tarik tertentu. Kepariwisataan biasanya akan dapat lebih berkembang atau dikembangkan jika di suatu wilayah terdapat lebih dari satu jenis objek dan daya tarik wisata. Beberapa jenis objek dan daya tarik wisata hanya akan dikembangkan sebagian karena alasan bagi kepentingan konservasi.

Lingkungan secara fisik di dalam kepariwisataan merupakan karakteristik produk wisata yang berupa kualitas, tampilan, fitur (*feature*) atau corak (*style*). Karakteristik tersebut sangat perlu diperhatikan sebagai atraksi wisata dan sebagai daya tarik utama wisatawan. Maryani (2004) menyebutkan bahwa kemenarikan kawasan wisata merupakan kebutuhan manusia, karena manusia mempunyai naluri ingin melihat kenyataan (*sense of reality*), mempunyai minat (*sense of interest*), selalu ingin tahu (*sense of curiosity*), dan menemukan (*sense of discovery*) serta menyelidiki (*sense of inquiry*).



Gambar 1. Dileniasi, Tema dan Jenis Pengembangan Berdasarkan Letak Wilayah
Sumber: Atlas Sleman, dimodifikasi oleh peneliti, 2014.

Bagaimanakah sintesis lanskap ekologi berupa keserasian lingkungan yang merupakan analisis lingkungan alami (fisik) dan analisis komponen sosial (manusia dengan sosial budayanya) yang mempunyai indeks komposit berbeda. Analisis lanskap ekologi yang berupa komponen lingkungan sosial (kependudukan) yang merupakan indeks komposit dari kualitas sosial budayanya yaitu penduduk di wilayah tapak kepariwisataan, dengan indikator tingkat pendidikan, tingkat kesehatan dan tingkat sosial ekonomi. Semakin tinggi lanskap ekologi yaitu lingkungan sosial (kualitas manusia), semakin tinggi kualitas komponen lanskap ekologi berupa lingkungan sosial. Sehingga bagaimanakah menentukan indikator atau variabel penilai potensi lanskap berupa tingkat keserasian lingkungan dan kemenarikan tapak kepariwisataan alam. Selain itu bagaimanakah menganalisis faktor-faktor yang menentukan potensi tingkat keserasian lingkungan dan mengkaji karakteristik dan pola sebaran kemenarikan wilayah kepariwisataan alam.

2. METODE PENELITIAN

Wilayah penelitian membagi batasan wilayah yaitu amatan pada satu kawasan lereng Merapi di Kecamatan Cangkringan. Alasan memilih Kecamatan Cangkringan dikarenakan wilayah inilah merupakan bagian wilayah yang terkena dampak paling tinggi. Batasan wilayah termasuk ke dalam wilayah lereng selatan Gunung Merapi yang berada di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Masing-masing desa wilayah tersebut dikaji berdasarkan tingkat keserasian lingkungan dan kemenarikan wilayah. Penelitian ini bersifat deskriptif analitik dengan metode analisis data sekunder dan data primer.

Tingkat penanganan lanskap keserasian lingkungan dan kemenarikan desa-desa wisata yang mempunyai dua indikator sebagai variabel yaitu lingkungan alami (fisik) dan lingkungan manusia dengan sosial ekonomi (non fisik). Indikator dari variabel penanganan tapak keserasian lingkungan dan kemenarikan wilayah mempunyai parameter berbeda-beda sehingga diperlukan standarisasi. Standarisasi tersebut menggunakan *z score* yang diaplikasikan pada masing-masing indikator.

Standarisasi ke dalam bentuk *z score* tiap indikator memiliki nilai relatif sehingga dapat dibandingkan, dioperasionalkan ke dalam penjumlahan dan pengurangan. Secara matematis *z score* bisa dihitung menggunakan rumus: *z score* dengan : x_i = nilai dari variabel, sedangkan μ = nilai rata-rata yang dibagi dengan σ = standar deviasi.

Nilai *z score* terdiri dari 2 macam, yaitu *z score* positif (di atas rata-rata), dan *z score* negatif (di bawah rata-rata). Indeks komposit dihitung dengan menjumlahkan semua nilai *z score* dari seluruh indikator. Indikator penilai lingkungan manusia dengan sosial ekonomi (non fisik) berupa keserasian lingkungan (non alami) dengan variabel komponen sosial ekonomi yaitu kualitas penduduk dengan variabel terdiri dari:

Tabel 1. Variabel Kualitas Penduduk Pasca Erupsi

No.	Variabel	Sub Variabel
1.	Pendidikan	Angka melek huruf, kesehatan (tingkat kematian, tingkat kelahiran, rasio penduduk terhadap fasilitas umum, serta akses terhadap infrastruktur)
2.	Lanskap Keserasian Lingkungan	Rasio penduduk terhadap barang konsumsi, struktur tenaga kerja berupa industri kecil menengah, potensi pertambangan, pertanian pangan, perkebunan, peternakan, perikanan dan kepariwisataan.

Sumber: Analisis, 2014

Tabel 2. Variabel-variabel Tingkat Lanskap Keserasian Lingkungan Alami

No.	Variabel	Sub Variabel
1.	Lingkungan alami sangat dipengaruhi oleh kualitas sumber daya lahan	Dengan indikator meliputi fisiografis dan kemiringan lahan, tekstur dan kedalaman tanah, jumlah curah hujan, bentang alam, bulan kering, indeks penggunaan lahan.
2.	Lingkungan alami dipengaruhi oleh ketersediaan sumber daya air	Potensi air permukaan, potensi air tanah dan potensi mata air.

Sumber: Analisis, 2014

Setelah variabel-variabel di atas ditentukan maka pada tahapan analisis berikutnya yaitu penilaian dan analisis tingkat kemenarikan desa-desa wisata dilakukan dengan tahapan awal berupa penskalaan. Penskalaan dilakukan dengan memberikan nilai pada pengamatan yang terbaik dan terjelek, atau tertinggi dan terendah. Data yang sudah diskala dikonversi sehingga nilai tertinggi 100 dan terendah nol. Kemudian dihitung rerata dan standar deviasinya, untuk digunakan dalam penggolongan kemenarikan ke dalam tabel skala objek. Tabel penskalaan akan menghasilkan apakah tingkat kemenarikan objek wisata tersebut tinggi, sedang atau bahkan rendah sehingga diperoleh gambaran secara kualitatif pada kelompok yang dikaji.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Komponen lingkungan potensi wilayah diperdesaan menurut Smith (1992) adalah keserasian lingkungan dan kemenarikan wilayah, kedua unsur merupakan unsur penting untuk melihat komponen kemenarikan wilayah. Menurut Muta'ali (1998) analisis sintesa kedua komponen dapat dianalisis menggunakan kerangka dan cara yang berbeda karena komponen tersebut masing-masing mempunyai besaran indeks lingkungan sosial dan indeks lingkungan alami yang berbeda pula.

Analisis penanganan tapak pada lingkungan sosial rata-rata di bawah (negatif) sebagian besar terdapat di wilayah timur (Kecamatan Cangkringan) dari 5 desa semuanya di bawah rata-rata dengan indeks lingkungan sosial rendah. Indeks potensi lingkungan sosial di bawah rata-rata pada tingkat pendidikan dan sosial ekonomi seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Komponen Lingkungan Non Alami di Desa Wisata Pasca Erupsi 2010

No.	Kecamatan	Wilayah	Kualitas Penduduk			Indeks Lingkungan Sosial
			Pendidikan	Kesehatan	Sosial Ekonomi	
			(z score)	(z score)	(z score)	(z score)
1.	Cangkringan	Argomulyo	-1.5672	-1.0099	-0.3156	-2.8927
2.	Cangkringan	Glagahrejo	-1.5676	0.7675	0.0428	-0.7572
3.	Cangkringan	Kepuharjo	-1.5675	0.7675	-0.6619	-1.4619
4.	Cangkringan	Umbulharjo	-1.5678	0.7675	-0.8686	-1.6689
5.	Cangkringan	Wukirsari	-1.5670	-0.1212	-0.7860	-2.4742

Sumber: Data penelitian, diolah, 2014

3.1. Lingkungan Alami (Fisik)

Salah satu komponen yang terpenting didalam antara lain komponen lingkungan fisik. Komponen lingkungan fisik berupa komponen lingkungan alami yang meliputi, (1) potensi sumber daya lahan dan (2) potensi sumber daya air. Kedua komponen tersebut merupakan salah satu komponen penting sebagai potensi wilayah (Soemarwoto,1991), Olive (1997) dan Muata'ali (1998).

Komponen lingkungan alam wilayah lereng Merapi pada Tabel 4 memperlihatkan bahwa di antara 4 (empat) desa di kecamatan Cangkringan memiliki indeks negatif. Indeks negatif terbesar berada di desa-desa kecamatan Tempel (8 desa) yaitu potensi sumberdaya alam terutama lahan persawahan dan kebun campur dan permukiman penduduk. Wilayah di Kecamatan Cangkringan di wilayah Timur sebagai pusat pengembangan kawasan lereng selatan dan pusat wisata Kaliurang memiliki indeks tertinggi potensi sumberdaya air, karena tingginya curah hujan dan banyaknya mata air.

Indeks kondisi lingkungan alam (1) potensi sumber daya lahan dan (2) potensi sumber daya air merupakan salah satu komponen penting untuk melihat kemenarikan. Berdasarkan hasil analisis z score kedua indeks tersebut memberi hasil yang berbeda terhadap indeks lingkungan alam. Hasil analisis (tabel 4) menunjukkan bahwa secara umum wilayah yang memiliki indeks potensi sumberdaya air positif adalah semua wilayah yang berada di wilayah Timur di Kecamatan Cangkringan, yaitu seluruh desa (5 desa). Indeks sumber daya air tertinggi terdapat di wilayah Kepuharjo (5,178) dan Glagaharjo (4,9009).

Hasil analisis menunjukan bahwa wilayah yang memiliki potensi sumber daya air tinggi belum tentu potensi sumberdaya lahannya tinggi. Seperti yang terjadi di wilayah yang berada di lereng atas, yang berbatasan dengan Taman Nasional Gunung Merapi, wilayah ini memiliki potensi lahan rendah tetapi potensi sumberdaya air tinggi. Karakteristik lahan yang berada lereng atas berupa tutupan lahan hutan alami yang termasuk wilayah konservasi. Sehingga di dalam melakukan analisis indeks lingkungan

alam harus memperhatikan analisis ketiga potensi masing-masing yaitu: Potensi sumberdaya air, potensi sumber daya alam, potensi sumber daya lahan (tabel 4).

Tabel 4. Komponen Lingkungan Alam Wilayah Yogyakarta Utara Wilayah Timur

No.	Kecamatan	Wilayah	Potensi Sumberdaya Air	Potensi Sumberdaya Alam	Indeks Lingkungan Alam
			(z score)	(z score)	(z score)
1.	Cangkringan	Argomulyo	1,3216	0,3565	0,5123
2.	Cangkringan	Glagahrejo	4,9009	0,2310	1,5667
3.	Cangkringan	Kepuharjo	5,1780	0,4297	1,7120
4.	Cangkringan	Umbulharjo	3,3256	0,3017	1,1074
5.	Cangkringan	Wukirsari	1,3275	1,8888	0,9819

Sumber: Data penelitian, diolah, 2014

Keserasian lingkungan di dalam penelitian ini merupakan indeks komposit dua komponen lingkungan yaitu lingkungan sosial dan lingkungan alami. Menurut Muta'ali (1997) terdapat dua komponen yang saling berpengaruh satu sama lain karena semakin tinggi kualitas lingkungan sosial (kependudukan) dan lingkungan alami maka semakin tinggi tingkat keserasian wilayah tersebut. Tabel 5 di bawah ini merupakan hasil analisis yang menghasilkan indeks keserasian di 3 wilayah.

Tabel 5. Keserasian Lingkungan di Wilayah Yogyakarta Bagian Utara.

No.	Kecamatan	Wilayah	Lingk Sosial	Lingk Alam	Lingk Sosial	Lingk Alam	Keserasian
1.	Cangkringan	Argomulyo	-2.8928	-0.6946	-	-	Sangat Tidak Serasi
2.	Cangkringan	Glagahmulyo	-0.7570	0.3530	-	+	Tidak Serasi
3.	Cangkringan	Kepuharjo	-1.4618	0.2810	-	+	Tidak Serasi
4.	Cangkringan	Umbulharjo	-1.6685	0.2882	-	+	Tidak Serasi
5.	Cangkringan	Wukir Sari	-2.4745	0.4725	-	+	Tidak Serasi

Sumber: Data Penelitian, Diolah, 2014

Hasil analisis ketidakserasian jika salah satu nilai indeks kedua komponen diatas rata-rata dan dibawah rata-rata (nilai - dan nilai +) begitu juga sebaliknya. Keserasian lingkungan merupakan gambaran kondisi internal, hanya mengacu pada potensi atau kualitas penduduk dan lingkungan alami yang bersifat kondisional, tanpa memperhatikan faktor eksternal dan karakteristik khas wilayah. Kemerarikan wilayah diindikasikan dengan berbagai kondisi melalui nilai kualitasnya dari parameter-parameter, kemudian dibuat penyekalaan dan di interpretasikan (Burton ,1991 dan Maryani, 2004). Penskalaan dilakukan dengan memberikan nilai pada pengamatan yang terbaik dan terjelek, atau tertinggi dan terendah. Data yang sudah diskala dikonversi sehingga nilai tertinggi 100 dan terendah nol. Kemudian dihitung rerata dan standar deviasinya, untuk digunakan dalam penggolongan kemerarikan suatu objek.

Hasil analisis kemerarikan dinilai berdasarkan kualitas: keragaman daya tarik wisata, keaslian, pemanfaatan dan jangkauan oleh wisatawan, utilitas, kondisi fisik lingkungan, ketersediaan lahan dan kepadatan objek wisata. Berdasarkan penilaian parameter obyek wisata yang mempunyai tingkat kemerarikan tinggi wilayah wisata di Yogyakarta utara terdapat 12 desa di tiga wilayah.

Secara keseluruhan kemerarikan obyek wisata dari 40 desa di wilayah lereng Merapi masih mempunyai tingkat kemerarikan yang tinggi yaitu 25 desa sedangkan 13 desa mempunyai kemerarikan yang rendah. Beberapa faktor yang menyebabkan peringkat kemerarikan tinggi antara lain mempunyai tingkat keaslian, kondisi fisik lingkungan dan pemanfaatan oleh wisatawan. Sedangkan peringkat kemerarikan rendah disebabkan kualitas dari komponen-komponen kepariwisataan terutama tingkat keaslian dan kondisi lingkungan telah mengalami perubahan.

Tabel 6. Analisis Kemenarikan

No.	Nama	Skor	Peringkat	Kemenarikan
1.	Agrowisata (Salak pondoh)	700.00	3	RENDAH
2.	Desa wisata Garongan, Wonokerto, Turi	733.33	2	SEDANG
3.	Desa Wisata Gabungan, Donokerto, Turi	766.67	1	TINGGI
4.	Desa Wisata Trumpon.	766.67	1	TINGGI
5.	Desa Wisata Kelor, Bangunkerto, Turi	733.33	2	SEDANG
6.	Tunggularum, Wonokerto, Turi	766.67	1	TINGGI
7.	Des wisata Nganggring, Turi	633.33	3	RENDAH
8.	Kantor Pengamatan Merapi	375.00	3	RENDAH
9.	Bumi Perkemahan	400.00	3	RENDAH
10.	Tlogo Nirmolo	600.00	1	TINGGI
11.	Lava View	425.00	3	RENDAH
12.	Panorama Vulkanik	450.00	2	SEDANG
13.	Sistim Pemantauan Merapi	350.00	3	RENDAH
14.	Air Panas (SPA)	425.00	3	RENDAH
15.	Wisata Ngipiksari	475.00	2	SEDANG
16.	Wisata Trackking	400.00	3	RENDAH
17.	Taman Rekreasi Kaliurang	600.00	1	TINGGI
18.	Panorama Kaliadem	677.33	2	TINGGI
19.	Merapi Golf	866.67	1	TINGGI
20.	Kinahrejo, Cangkringan	700.00	2	SEDANG
21.	Desa Wisata Pentingsari	733.33	1	TINGGI
22.	Gua Jepang	533.33	3	RENDAH
23.	Labuhan Merapi	633.33	2	SEDANG
24.	Kalikuning	722.00	2	SEDANG
25.	Bumi Perkemahan	666.67	2	SEDANG

Sumber: Survei, diolah, 2014

3.2. Tingkat Kemenarikan Wilayah Kepariwisataan

Tingkat kemenarikan dan Keserasian lingkungan merupakan faktor penting yang berpengaruh terhadap potensi-potensi wilayah. Keserasian lingkungan di dalam penelitian ini merupakan indeks komposit dua komponen lingkungan. Menurut Muta'ali (1997) terdapat dua komponen yang saling berpengaruh satu sama lain karena semakin tinggi kualitas lingkungan sosial (kependudukan) dan lingkungan alami maka semakin tinggi tingkat keserasian wilayah tersebut. Kualitas lingkungan alami objek wisata terutama desa wisata yang berada di bagian barat mempunyai tingkat kemenarikan tinggi pada 3 desa wisata (pada tabel 7). Kemenarikan mengindikasikan tingkat keaslian obyek wisata berupa kondisi alam, iklim, pola kehidupan masyarakat, infrastruktur dan lain-lain.

Berdasarkan tabel di atas bahwa kemenarikan objek wisata yang berada di bagian wilayah tengah (pada tabel 3) mempunyai tingkat kemenarikan tinggi antara lain: Gardu pandang Sungai Boyong, bangunan lama (*architecture heritage*), kawasan hutan Kaliurang, kawasan wisata Kaliurang Timur, taman rekreasi Kaliurang dan TNGM.

Tabel 7. Analisis Tingkat Kemenarikan Wilayah-Wilayah Timur

No.	Nama	Skor	Peringkat	Kemenarikan
1.	Panorama Kaliadem	433.33	3	Rendah
2.	Gua Pontheng	600.00	3	Rendah
3.	Jambu, Kepuhharjo, Cangkringan	733.33	1	Tinggi
4.	Kinahrejo, Cangkringan	700.00	2	Sedang
5.	Wilayah Wisata Pentingsari	733.33	1	Tinggi
6.	Gua Jepang	533.33	3	Rendah
7.	Labuhan Merapi	633.33	2	Sedang
8.	Kalikuning	700.00	2	Sedang
9.	Bumi Perkemahan	666.67	2	Sedang

Sumber: Pengamatan dan analisis, 2014

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bentang alam berupa keserasian dan kemenarikan lingkungan mempunyai besaran indeks yang signifikan sehingga semakin tinggi kualitas lingkungan alami (fisik) dan sosial (manusia dengan sosial ekonomi budayanya) maka semakin tinggi tingkat keserasian dan kemenarikan. Sehingga bentang alam adalah keserasian lingkungan berupa komponen sosial (kependudukan) dan lingkungan alami (fisik) yang keduanya merupakan gambaran kondisi yang mengacu pada potensi desa-desa wisata. Potensi tingkat keserasian lingkungan dan karakteristik pola sebaran kemenarikan mempunyai masih mempunyai tingkat kemenarikan yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

1. BNPB, 2011, Laporan Pelaksanaan Penanggulangan Bencana Erupsi Merapi Jakarta.
2. Burton. R., 1991, Travel Geography, London, Pitmann.
3. Carter. N., 1991, Disaster management: A Disaster Manager's Handbook, ADB, Manila.
4. Davis., I. and S.S. Gupta, 1991, Disaster Mitigation in Asia and Pasific, Asian Development Bank (ADB), Manila.
5. Fandeli, K dan Muhamad, 2009, Prinsip-prinsip Dasar Mengkonservasi Lanskap, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
6. Hakim, R., 2012, Komponen Perancangan Arsitektur Lanskap, Prinsip dan Aplikasi Desain, Edisi Kedua, Bumi Aksara, Jakarta.
7. Inskeep. E., 1984, Tourism Planning an Integrated and Sustainable Development Approach, Tourism dan commercial Recreation series, Van Nostrdan Reinhold, New York.
8. Maryani, E., 2004, "Struktur Keruangan Pariwisata di Kawasan Inti Bandung Raya". Disertasi. Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada. (tidak diterbitkan) Yogyakarta.
9. Muhamad, 2010, Pembangunan Kepariwisata Berkelanjutan di wilayah Yogyakarta Utara (Interaksi Masyarakat di Sekitar Kawasan Taman Nasional Gunung Merapi) Disertasi, Program Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada. (tidak diterbitkan) Yogyakarta.
10. Muhamad, S., 2014, Pengeloaan Lanskap Kepariwisata Alam di Kawasan Konservasi, Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada.
11. Muta'ali, 1997, "Kajian Potensi Perkembangan Wilayah dan Keserasian Lingkungan Kawasan Lereng Merapi Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta". Tesis Program Pascasarjana Institut Teknologi Bandung. (Tidak diterbitkan)
12. Pearce. D.G., 1989, Tourism Development, John Willey & Sons, New York.
13. Pemerintah Kabupaten Sleman, 2007, Data Monografi Kecamatan. Kecamatan Cangkringan Semester Kedua, Sleman.
14. Ray, K., M.A. Kohler, J. Paulus, 1986, Hidrologi untuk Insinyur, Erlangga Edisi Ketiga, Jakarta.
15. Smith. K., 1992, Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster, London, Routledge, 1992.

16. Soemarwoto, O., 1991, "Interaksi Manusia dan Lingkungan: Faktor Kritis dalam Pem-bangunan Berkelanjutan". Prisma I:14-22. Jakarta.
17. Soemarwoto, O, 1998, Ekologi Lingkungan Hidup dan Pembangunan. Djambatan.. Jakarta.
18. Waugh.W.L. and R.J. Hy., 1990, Introduction to Emergency Management. in Waugh and Hy (Eds) Handbook of Emergency Management: Programs and Policies Dealing with Major Hazards and Disasters. Westport: Greenwood Press (pp.1-10).

KAJIAN DI KAWASAN RAWAN BENCANA ERUPSI MERAPI DENGAN PENDEKATAN EKONOMI RUMAH TANGGA (PER)

Oleh:

Susilo Budhi Sulisty dan Anggota Kluster Livelihood FPRB DIY

Resourcer Center Manager AKSARA

susilobudhi@aksara-jogja.net

Abstrak

Kajian dengan pendekatan ekonomi rumah tangga ini dilakukan atas dalam rangka membangun kesiapsiagaan jika sewaktu-waktu terjadi erupsi Merapi sehingga dapat meminimalisir risiko yang ditimbulkan dengan berkaca pada pengalaman tahun 2010. Desa Wonokerto, Turi, Sleman DIY yang merupakan kawasan pertanian di lereng Merapi dipilih sebagai lokasi kajian karena desa ini memiliki wilayah yang membentang ke arah puncak Merapi sehingga desa ini termasuk dalam 3 zona kawasan rawan bencana (KRB) Merapi. Selain itu desa ini juga berbatasan langsung dengan Kabupaten Magelang Provinsi Jawa Tengah yang secara administratif mempengaruhi karakteristik masyarakatnya. Metodologi yang digunakan dalam kajian ini secara umum biasa digunakan oleh pihak yang terbiasa melakukan kajian partisipatif, seperti membangun pemahaman tentang karakteristik sumber penghidupan, kalender musim, pola pendapatan dan pengeluaran dari kelompok kesejahteraan/kekayaan yang berbeda, sumber makanan, mekanisme bertahan hidup. Selain itu data dasar perkembangan peta pasar dan perkiraan peta pasar setelah bencana dengan pendekatan EMMA (Emergency Market Mapping and Analysis) dan juga diskusi kelompok dengan tokoh masyarakat seperti camat, lurah, RW/RT, tokoh agama, kelompok kesejahteraan dan informan kunci lainnya. Sesuai perkiraan awal, mata pencaharian dan jenis pekerjaan dalam masing-masing kelompok kesejahteraan di Wonokerto sebagai representasi masyarakat pedesaan atau rural tidaklah terlalu jauh berbeda. Sebagian besar rumah tangga Miskin memiliki penghasilan kurang dari 750 ribu rupiah/bulan, keluarga Menengah Bawah 1,2 juta/bulan, keluarga Menengah Atas 4 juta/bulan dan keluarga Kaya di atas 4 juta/bulan. Rumah tangga Miskin dan Menengah Bawah menghabiskan hampir 60% dari pendapatan mereka pada makanan. Ini artinya jika terjadi goncangan maka kedua kelompok ini adalah yang paling serius menerima dampak dan harus segera diselamatkan.

Kata kunci: PER, EMMA, zona livelihood, rumah tangga.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Household economic approach (HEA) atau pendekatan ekonomi rumah tangga (PER) adalah kerangka kerja berbasis sumber penghidupan untuk menganalisa bagaimana suatu masyarakat memperoleh akses terhadap sesuatu yang mereka butuhkan untuk bertahan hidup dan sejahtera. Ini juga membantu memahami karakter suatu masyarakat untuk memenuhi kebutuhan makanan dan sumber pendapatannya dan mengidentifikasi pemberian bantuan yang tepat. Apakah intervensi darurat jangka pendek, program pembangunan berkelanjutan atautkah cukup dengan peru-bahan kebijakan saja (Holzmann, 2008).

PER terdiri dari dua bagian utama, yaitu: pertama, sebuah deskripsi ekonomi kuantitatif dari populasi tertentu, termasuk semua faktor utama yang menentukan pendapatan rumah tangga saat ini dan potensi pendapatan rumah tangga karena kondisi yang berubah, dan bagaimana ini bervariasi antara rumah tangga. Seperangkat standar dari informasi yang dikumpulkan mencakup perkiraan bagaimana rumah tangga biasanya memperoleh makanan mereka dan pendapatan lainnya; pengeluaran mereka untuk makanan dan non makanan; tabungan mereka, ternak dan aset lainnya; dan akses mereka ke pasar. Kedua, sebuah sistem untuk menganalisa pengaruh suatu goncangan, misalnya sebagai akibat kegagalan panen karena

kekeringan atau kenaikan harga makanan pokok bagaimana kemampuan rumah tangga untuk menjaga konsumsi makanan dan non-makanan mereka (Seaman, 2000)

Kajian ini dilakukan atas kerjasama Forum Pengurangan Risiko Bencana (FPRB) Yogyakarta dengan Oxfam dalam rangka membangun kesiapsiagaan jika sewaktu-waktu terjadi erupsi Merapi sehingga dapat meminimalisir risiko yang ditimbulkan. Erupsi Merapi tahun 2010 telah memberikan pelajaran berharga bukan hanya bagi masyarakat yang selama ini hidup berdampingan di seputaran lereng Merapi, namun juga bagi para aktor yang menaruh perhatian besar pada upaya pengurangan risiko bencana, khususnya di Yogyakarta. Pada tanggal 30 April 2014 Balai Penelitian dan Penyelidikan Teknologi Kebencanaan Geologi (BPPTKG) Yogyakarta menaikkan status Merapi dari level III (Siaga) ke level II (Waspada) dimana kenaikan status ini juga meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat termasuk Forum Pengurangan Risiko Bencana (FPRB) Yogyakarta yang selama ini menjadi salah satu garda terdepan dalam respon Merapi.

Kajian ini dilakukan dengan beberapa tujuan, yaitu; pertama, untuk meningkatkan pemahaman staf dan organisasi mitra tentang karakteristik masyarakat di kawasan Merapi untuk menginformasikan arah program kawasan Merapi di masa yang akan datang. Kedua, sebagai contoh pengumpulan data dasar yang terintegrasi antara air bersih, kesehatan, ketahanan pangan, sumber penghidupan dan Pengurangan Risiko Bencana melalui pemanfaatan dan adopsi beberapa peralatan/pendekatan seperti *house-hold economic approach* (HEA), *participatory capacity and vulnerable analysis* (PCVA), *emergency market mapping and analysis* (EMMA), dan analisa gender. Ketiga, untuk membuat model/konsep inisial untuk pendekatan intervensi organisasi kemanusiaan dalam mitigasi, tanggap darurat dan aktivitas pengurangan risiko di kawasan rawan bencana.

2. METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam kajian ini sebenarnya secara umum sudah biasa digunakan oleh pihak-pihak yang terbiasa melakukan kajian atau *assessment* yang partisipatif, diantaranya :

- HEA akan digunakan untuk membangun pemahaman tentang karakteristik sumber penghidupan, kalender musim, pola pendapatan dan pengeluaran dari kelompok kesejahteraan/kekayaan yang berbeda, sumber makanan, mekanisme bertahan hidup.
- *Baseline*/data dasar perkembangan peta pasar dan perkiraan peta pasar setelah bencana dengan pendekatan EMMA.
- Diskusi kelompok dengan tokoh masyarakat seperti camat, lurah, RW/RT, kepala wilayah (formal & informal), kelompok kesejahteraan dan informan kunci lainnya.
- Setiap kelompok kesejahteraan/kekayaan yang akan diwawancarai terdiri dari 4-6 orang yang mewakili masing-masing kelompok.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Zona Sumber Penghidupan

Secara administratif Desa Wonokerto merupakan salah satu desa yang berada di Kecamatan Turi, Kabupaten Sleman, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Wilayah Desa Wonokerto memiliki batas-batas wilayah sebagai berikut :

Sebelah Utara : Desa Girikerto Kecamatan Turi
Sebelah Timur : Desa Girikerto Kecamatan Turi
Sebelah Selatan : Desa Wonokerto Kecamatan Turi
Sebelah Barat : Desa Srumbung Kabupaten Magelang, Jawa Tengah

Desa Wonokerto terdiri dari 13 padukuhan yang terdiri dari 63 RT dan 39 RW. Luas wilayah Desa Wonokerto 1.002,9 Ha, yang terdiri dari wilayah untuk sawah/pertanian 23,57%, ladang/tegalan 18,66%, perkebunan 31,34%, permukiman 23,73, dan 2,71% untuk industri, perdagangan dan jasa, hutan rakyat dan lain-lain. Desa ini berada pada ketinggian 400 - 900 dpl dengan sumber air yang melimpah untuk mencukupi kebutuhan sehari-hari termasuk irigasi pertanian.

Jumlah penduduk Desa Wonokerto pada tahun 2013 adalah 9.422 jiwa dengan rincian 4.650 jiwa laki-laki dan 4.772 jiwa perempuan dengan 2.825 KK yang lebih dari 75% adalah petani salak, pegawai (termasuk TNI/Polri) 16% dan 9 % jasa dan TKI/TKW.

Pada setiap Bulan Sapar (Jawa) diselenggarakan upacara adat Merti Bumi. Upacara ini merupakan ucapan syukur pada Tuhan Yang Maha Esa atas berkah yang telah diberikan. Menurut kisah, pada 1961

Gunung Merapi meletus, laharnya mengalir dengan jarak luncur lahar sampai 8-9 kilometer menuju dua Sungai Bebeng dan Sungai Putih yang melintasi sebuah wilayah yang disebut Tunggul Wulung. Desa Wonokerto memiliki potensi wisata yakni Panorama Merapi, hutan konservasi dengan aneka floranya dan ratusan jenis burung serta satwa lainnya. Terdapat pula obyek wisata ritual yaitu Gua Semar, Kedung Cuwo, Sendang Pancuran, Pring Wali, dan Batu Tunggang.

Untuk Keselamatan warga, pemerintah mengajak transmigrasi, namun hanya sekitar enam puluh kepala keluarga yang menerima tawaran itu. Warga lainnya beserta sesepuh dan perangkat desa, tidak ingin pindah dari tanah kelahiran mereka. Wakil Gubernur DIY, Sri Paduka Paku Alam pun akhirnya memberikan tanah kepada warga sebagai tempat tinggal yang baru dan aman, hingga terbentuklah Dusun Tunggul Arum.

Desa ini juga merupakan desa yang selalu terancam oleh aktivitas erupsi Gunung Merapi. Pasca erupsi Merapi bulan Nopember 2010 hampir semua penduduk Wonokerto mengungsi di SD Caturharjo, SD jetisharjo, SD Pendowo dan di tempat lain. Tingkat kerusakan umumnya terjadi di lahan pertanian salak dan pagi. Untuk kondisi rumah hanya berpasir sebagian dan berdebu. Fasilitas umum yang berdampak adalah pemenuhan air bersih karena masyarakat Dukuh Imorejo mengandalkan air dari Mata air Manggungsari, Gibal, Babadan, Mangir yang umumnya rusak karena pasir erupsi Merapi.

Tabel 1. Kalender Musim Masyarakat Wonokerto (Juni 2013 - Mei 2014)

No.	Musim	Kemarau					Hujan		Hujan Lebat			Hujan				
	Bulan	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nop	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei			
	Kegiatan															
1.	Panen salak															
	Pemupukan															
2.	Panen cabe															
	Tanam Cabe															
3.	Penjualan Sapi															
	Penjualan kambing															
	Penjualan Ayam															
4.	Tambang pasir															
5.	Kayu bakar															
	Penjualan kayu glondong															
6.	Sosial/hajatan															
7.	Hari raya Idul Fitri															
8.	Hari raya Idul Adha															
9.	Adat/Merti Bumi															
10.	Biaya pendidikan															

3.2. Fungsi Pasar

Berdasarkan hasil kajian, masyarakat Wonokerto paling sering mengakses Pasar Balerante yang merupakan pasar desa yang menyediakan kebutuhan sehari-hari maupun sarana pendukung untuk pertanian. Jika membutuhkan jumlah yang lebih banyak dengan harga yang lebih murah masyarakat akan pergi ke pasar kecamatan yaitu Pasar Turi, atau Pasar Pakem atau Pasar Beringharjo yang berjarak antara 5 - 15 km dari Wonokerto. Warung atau toko yang dimiliki oleh masyarakat di sekitar juga menjadi pilihan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Akses pasar dari desa dapat dijangkau dengan motor pribadi ataupun ojek untuk pasar di sekitar wilayah desa. Untuk pasar di luar wilayah desa seperti ke Beringharjo dapat dijangkau

dengan angkutan umum seperti bus atau sejenis metromini. Untuk kebutuhan pangan umumnya seperti bahan makan pokok, sayur atau ikan umumnya dengan mengakses warung-warung yang ada di sekitar wilayah dusun atau desa, ataupun eyek yang biasanya berdagang dengan sepeda atau motor setiap hari.

3.3. Kalender Musim

Berikut ini adalah kalender musim utama masyarakat Wonokerto dalam 1 tahun terakhir yang dihitung Juni 2013 sampai Mei 2014 sebelum kajian ini dilakukan dengan melihat tren pendapatan, pengeluaran dan ketersediaan makanan dalam masa yang normal atau tidak dalam masa krisis atau bencana. Secara umum masyarakat Wonokerto adalah petani salak, sehingga rata-rata dalam satu tahun mereka panen salak di bulan Agustus dan September dalam jumlah yang sedikit dan di bulan Desember sampai Januari adalah panen raya. Tidak ada peristiwa besar dalam satu tahun yang memberi dampak signifikan dalam keseharian masyarakat Wonokerto. Meskipun bulan November 2013 adalah masa paceklik, dimana tidak ada panen salak ataupun panen tanaman lainnya, tambang pasir juga berkurang, sementara acara sosial sangat banyak, namun karena relasi sosial di kawasan pedesaan sangat baik, maka tidak ada gangguan serius disini. Warga laki-laki akan banyak bekerja keluar daerah sebagai buruh tani atau buruh bangunan, atau yang tidak keluar daerah hanyalah mengandalkan pinjaman dari tetangga atau koperasi.

3.4. Tingkat Kesejahteraan

Kelompok kesejahteraan masyarakat Wonokerto ditentukan sendiri oleh masyarakat dalam *focus group discussion* (FGD) yang melibatkan perwakilan tokoh-tokoh masyarakat termasuk tokoh pemerintah, tokoh agama dan juga tokoh perempuan. Kemudian hasilnya diverifikasi di masing-masing kelompok yang disesuaikan dengan tingkat kesejahteraannya, sehingga jika dari hasil verifikasi ditemukan ketidaksesuaian akan dikeluarkan dari kelompoknya. Untuk kriteria tingkat kesejahteraan masyarakat sendiri yang menentukan sesuai dengan konteks lokal wilayah, karena mereka yang mengetahui persis kondisi masyarakatnya. Berikut ini adalah kelompok kesejahteraan masyarakat Wonokerto beserta kriterianya.

Masyarakat yang termasuk dalam kelompok miskin kebanyakan tidak memiliki lahan selain tempat tinggalnya yang biasanya berada dalam satu pekarangan dalam keluarga besarnya. Kalaupun ada yang memiliki lahan pertanian, luasannya juga sangat terbatas, kurang dari 100 m² dengan status lahan keluarga. Kelompok menengah bawah kondisinya tidaklah jauh berbeda kecuali tentang kepemilikan lahan yang rata-rata luasnya sekitar 100m². Selain itu banyak kelompok ini yang pasangannya memiliki usaha lainnya seperti pedagang sayur keliling, atau warung-warung sangat kecil.

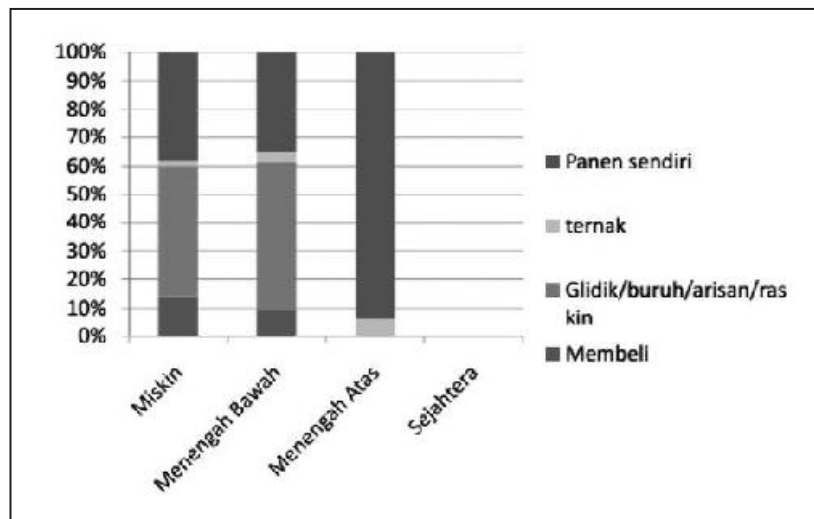
Tabel 2. Kelompok Kesejahteraan Masyarakat Wonokerto

Kelompok	%KK	Jiwa/ KK	Usia Produktif	Rata-rata pendapatan keluarga/ bulan (RP)	Sumber pendapatan	Asset produktif	Pendidikan
Miskin	20 – 25%	5 – 6	1 – 2	500.000 – 750.000	Buruh serabutan, mencari kayu bakar,	Motor 1, ayam < 5 ekor, lahan < 100m ²	SD
Menengah Bawah	35 – 40%	5 – 6	1 – 2	751.000 – 1.200.000	Petani, buruh bangunan, pedagang kecil	Motor 1, ayam 5 - 10 ekor, lahan salak < 500m ²	SLTP
Menengah Atas	20 – 30%	4 – 5	2 – 3	1.201.000 – 4.000.000	Petani dengan kebun sendiri atau sewa, PNS atau TNI/POLRI	Motor > 1, lahan salak 500 - 2.000 m ²	SLTA
Sejahtera	10 – 15%	4 - 5	2 – 3	>5.000.000	Pemilik lahan, pengepulis salak, mempunyai kios atau toko	Motor > 1, mobil, lahan > 2.000 m ² , juga menyewa	Sarjana

Kelompok menengah atas kebanyakan adalah pegawai swasta, PNS atau TNI/ POLRI atau petani salak yang memiliki lahan sampai 2.000 m². Sebagian lainnya ada yang memiliki kios yang lebih lengkap dagangannya. Mereka juga memiliki sepeda motor rata-rata 2 atau 3 setiap keluarga. Kelompok ini sebagian besar juga menjadi tokoh masyarakat sehingga secara politis mereka memiliki akses sumberdaya yang lebih baik. Kelompok sejahtera di Desa Wonokerto sangat sulit ditemui, sehingga informasinya juga tidak terlalu detail, karena yang masuk kelompok ini rata-rata tidak terurus memberikan informasi keluarganya. Hal ini tentu sangat dimaklumi, karena budaya Jawa yang sungkan, malu-malu, menjaga perasaan tetangga jauh diprioritaskan. Secara umum mereka memiliki lahan diatas 2.500 m², atau memiliki usaha wiraswasta lain yang sudah berkembang. Bahkan ada beberapa keluarga yang memiliki toko yang besar dan lengkap. Selain motor yang lebih dari 2, kelompok ini rata-rata juga memiliki mobil untuk alat produksi dan juga memiliki mobil sebagai gaya hidup.

3.5. Sumber Makanan

Grafik tersebut menjelaskan kepada kita bahwa masyarakat Wonokerto memperoleh makanan dengan cara dan prosentase yang berbeda untuk setiap kelompok kesejahteraan sejak bulan Juli 2013 sampai Mei 2014. Makanan tersebut menggambarkan prosentase 2.100 KKal dari setiap individu per hari selama 12 bulan. Karena area kajian adalah kawasan pertanian, maka tidak mengherankan jika sebagian besar sumber pangan masyarakat berasal dari panen sendiri dengan prosentase beragam untuk setiap kelompok kesejahteraan.



Gambar 1. Grafik Cara Memperoleh Makanan Masyarakat Wonokerto.

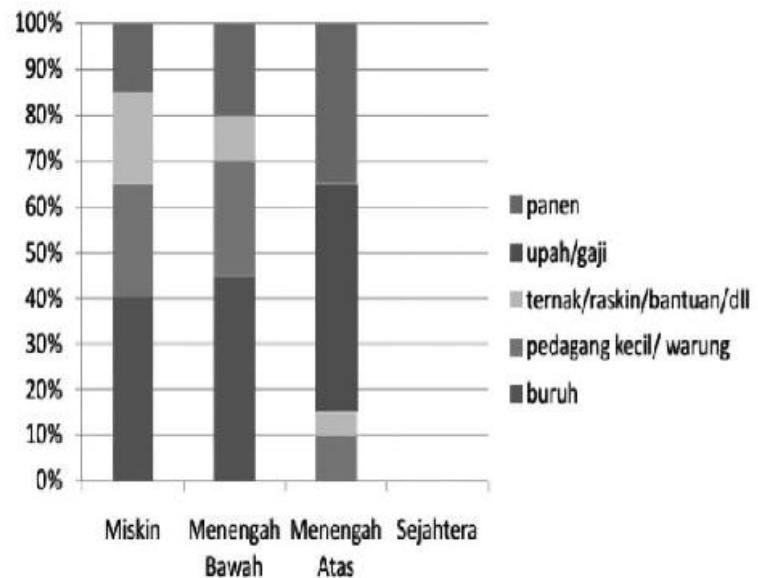
Namun panen sendiri disini bukan berarti seperti pertanian padi, dimana mereka panen untuk dimakan sendiri, namun dari panen salak dan hasilnya dibelikan beras sebagai makanan pokok. Sumber yang lainnya adalah dari upah sebagai buruh dimana rata-rata buruh di Yogya selalu mendapat jatah makan. Namun upah sebagai buruh hanya dirasakan kelompok sangat miskin dan miskin, karena untuk kelompok menengah tidak ada yang berprofesi sebagai buruh. Sumber pangan utama kelompok sangat miskin paling besar adalah dari sumbangan seperti raskin, pemberian saudara atau kerabat, juga dari acara-acara sosial seperti hajatan, pertemuan-pertemuan di kampung yang sangat banyak.

Tradisi kekerabatan yang masih kuat di Wonokerto membuat di desa ini banyak sekali kegiatan atau pertemuan-pertemuan di desa, baik untuk kelompok laki-laki maupun perempuan. Dalam setiap pertemuan pasti ada makanan, baik makanan kecil maupun makanan besar, tergantung jenis pertemuannya. Rata-rata dalam 1 keluarga pasti mengikuti sekitar 4 sampai 8 pertemuan dalam satu bulannya. Beras adalah makanan pokok masyarakat, sehingga lebih dari 60 - 70% menjadi menu makan harian kelompok menengah dan sejahtera. Sementara bagi keluarga yang termasuk kelompok miskin dan sangat miskin prosentase beras sebagai menu makan hariannya akan sedikit lebih tinggi meskipun dengan harga dan kualitas yang sedikit lebih rendah dari yang dibeli kelompok menengah dan sejahtera.

Meskipun secara umum Wonokerto adalah penghasil salak, bukan berarti semua warganya sangat bergantung secara langsung pada tanaman salak. Artinya tidak banyak warga yang memiliki tanaman salak sendiri dalam jumlah yang besar.

Bagi kelompok miskin sekitar 40% pendapatannya diperoleh dari buruh tani salak atau buruh kasar lainnya. Sekitar 25% adalah pedagang sayur keliling, 20 % dari bantuan raskin dan sisanya dari panen sendiri. Begitu juga kelompok menengah bawah lebih dari 45 % adalah upah sebagai buruh salak maupun buruh bangunan, sekitar 20% dari panen salak sendiri. Pada kelompok sejahtera baru terlihat bagaimana mereka cukup tergantung pada tanaman salak,

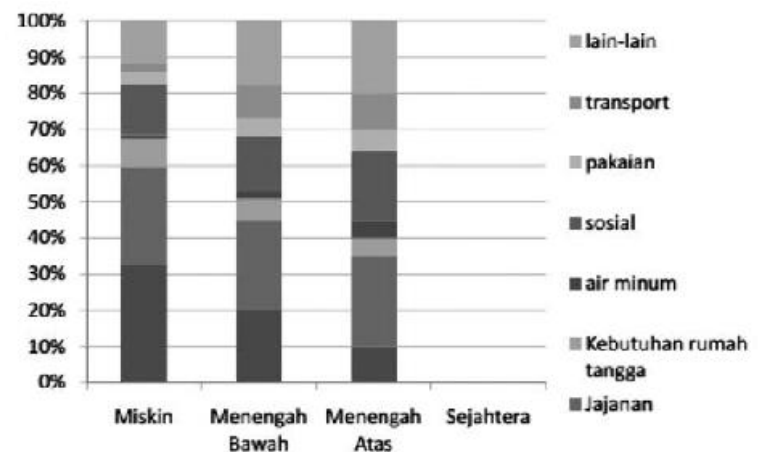
Karena memasok hampir 40% pendapatan keluarga. Kelompok kelas menengah atas di Wonokerto sebagian besar adalah PNS, TNI/POLRI maupun pegawai swasta sehingga hampir 50% pendapatannya diperoleh dari gaji.



Gambar 2. Grafik Sumber Pendapatan Masyarakat Wonokerto.

3.6. Alokasi Belanja

Secara umum, persentase pendapatan rumah tangga dihabiskan untuk makanan (baik nasi atau beras dan makanan lain) dengan prosentase semakin menurun untuk kelompok kesejahteraan yang semakin meningkat. Bagi rumah tangga miskin hampir 60% dari pendapatan mereka habiskan pada makanan, rumah tangga menengah bawah menghabiskan lebih dari 50%, dan rumah tangga menengah atas hanya di bawah 40%. Sebaliknya, proporsi pendapatan yang digunakan untuk belanja layanan sosial (biaya kesehatan dan pendidikan, termasuk uang saku) meningkat berdasarkan tingkat kesejahteraannya, seperti halnya pengeluaran 'lain' (termasuk rokok, sewa lahan, tabungan, kontribusi agama, dan hiburan).



Gambar 3. Grafik Alokasi Belanja Masyarakat Wonokerto.

3.7. Analisis Outcome

Skenario Erupsi Merapi

Setelah HEA menghasilkan data dasar seperti di atas, analisis dapat dibuat untuk melihat kemungkinan dampak dari *shock* atau guncangan atau bencana dalam satu tahun (baik di masa lalu atau di masa depan). Hal ini dilakukan dengan menilai bagaimana akses ke makanan dan uang tunai akan dipengaruhi oleh guncangan, apa yang dilakukan masyarakat untuk menutup atau mengurangi ketimpangan yang diakibatkan guncangan tadi terkait dengan makanan dan uang tunai atau pendapatan.

Untuk tujuan analisis ini, maka harus dilihat terlebih dahulu ambang batas kelangsungan hidup dan ambang batas sumber penghidupan, karena dua hal tersebut yang menjadi perhatian dalam studi HEA.

Ambang batas kelangsungan hidup meliputi:

- Makanan: 50% dari pengeluaran dasar adalah untuk mie dan tempe tahu, ditambah sisa kalori yang terbuat dari beras.
- Non makanan: 100% dari pengeluaran dasar untuk keperluan lainnya, sabun mandi, pembalut wanita, gas; 75% dari pengeluaran dasar untuk listrik; 50% adalah untuk pulsa telepon, sabun cuci piring dan pasta gigi.

Ambang batas perlindungan mata pencaharian meliputi:

- Makanan: 50% dari pengeluaran dasar untuk tempe, tahu, sayuran; 25% dari pengeluaran dasar untuk minyak, telur dan gula.
- Non makanan: 100% dari pengeluaran dasar untuk biaya kesehatan dan pendidikan termasuk transportasi; 50% untuk sabun cuci, uang saku sekolah, bayar hutang.

Barang-barang yang tidak termasuk dalam kedua batasan di atas meliputi:

- Makanan: tepung terigu, ayam, daging sapi, ikan segar, susu, santan, makanan ringan, jajanan, bumbu-bumbu termasuk cabai, teh, kopi.
- Non makanan: rokok, pakaian, buku sekolah, biaya pemeliharaan rumah, pajak tanah, kontribusi keagamaan (infak/sedekah), acara sosial.

4. KESIMPULAN

Sesuai perkiraan awal, mata pencaharian dan jenis pekerjaan dalam masing-masing kelompok kesejahteraan di Wonokerto sebagai representasi masyarakat pedesaan atau rural tidaklah terlalu jauh berbeda. Sebagian besar rumah tangga Sangat Miskin memiliki penghasilan kurang dari 750 ribu rupiah dalam satu bulannya, keluarga Miskin hidup dengan penghasilan kurang dari 1,2 juta setiap bulannya di tahun 2013 - 2014. Rumah tangga di dua kelompok ini menghabiskan hampir 60% dari pendapatan mereka pada makanan.

Setelah dasar HEA atau *baseline* dibangun selama tahun referensi, sebuah analisis dapat dibuat untuk melihat kemungkinan dampak bencana atau bahaya atau gangguan di tahun yang berbeda (baik di masa lalu atau di masa yang akan datang). Hal ini dilakukan dengan menilai bagaimana akses terhadap makanan dan pendapatan dapat terpengaruh oleh bencana.

Dalam rapid HEA di Wonokerto ada beberapa hal kunci yang dapat dibagi, yaitu:

- Rapid HEA di Wonokerto dapat mendorong partisipasi perempuan dalam kajian lapangan, karena hanya perempuan yang dapat memberikan informasi terkait dengan pembelian atau belanja sehari-hari termasuk makanan. Ini menjadi titik masuk yang baik untuk berdiskusi lebih luas dengan perempuan mengenai dinamika proses pengambilan keputusan dalam rumah tangga dan kontribusi ekonomi dari perempuan untuk rumah tangga.
- Dasar-dasar HEA dapat tidak hanya berguna bagi tim yang banyak bekerja untuk ketahanan pangan dan sumber penghidupan saja, namun dapat membantu tim yang bekerja untuk pembangunan berkelanjutan, advokasi dan kampanye dan lain-lain.
- HEA dapat membantu kita untuk memahami kerumitan sumber pendapatan yang berbeda dari suatu masyarakat atau rumah tangga yang hidup dalam suatu kawasan sumber penghidupan atau zona penghidupan dan kerentanan yang berbeda sehubungan dengan keragaman sumber penghasilan mereka.

Untuk masa yang akan datang dan untuk meningkatkan kapasitas mitra, disarankan adanya penggabungan HEA dengan *Emergency Market Mapping & Analysis (EMMA)* dan *Participatory Capacity & Vulnerability Assessment (PCVA)*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih dan penghargaan kami sampaikan kepada: Oxfam Indonesia, Forum PRB DIY, Pemerintah Desa Wonokerto, Masyarakat Desa Wonokerto, Ari Nugroho (Oxfam), Meili Narti (Oxfam), Hema Malini (Layak-Bengkulu), Choiri Askolani (Aksara-Yogyakarta), Hasan Mustofa, Tri (Paluma Yogyakarta), Sunarjo (Idea Yogyakarta), Evitasari (YLI Yogyakarta), Lina (YLI Yogyakarta), Arman (GJB Yogyakarta), Widanarti (Daya

Annisa), Iwan (Improsula Yogyakarta), Itsnaini (Improsula Yogyakarta), Asdadik (BPBD Sleman), Umi (PNPM Mandiri), Suci (Idea Yogyakarta), Ismail (PKPA Medan), Husni (KKSP Medan), Budiman (Suar Kediri), Hendro (AWK Kediri).

DAFTAR PUSTAKA

1. Concern, 2012, Rapid Household Economic Approach: The Experience of Concern Worldwide in Somaliland, www.sraf-guidelines.org
2. Food security cluster, 2012, HEA, Household Economy Approach, www.foodsecuritycluster.net
3. <https://desawonokerto.wordpress.com/about/letak-administrasi/>
4. MPBI, 2012, The Sphere Project: Piagam Kemanusiaan dan Standar-Standard Minimum dalam Respon Kemanusiaan, MPBI
5. Oxfam, 2012, Analisis Kerentanan dan Kapasitas Partisipatif, Sebuah Pedoman Praktis, Oxfam di Indonesia
6. Penny Holzmann, with Tanya Boudreau, Julius Holt and Mark Lawrence and Michael O'Donnell, 2008, The Household Economy Approach A guide for programme planners and policy-makers, savethechildren.org.uk
7. Pretty, J, Guijt, I, Thompson, J, Scoones, 1995, Participatory Learning and Action: A trainer's guide, IIED Participatory Methodology Series,
8. Seaman, Clarke, Boudreau, and Holt, 2000, The Household Economy Approach: A resource manual for practitioners, Development Manual 6, Save the Children

KESENJANGAN ANTARA KEBIJAKAN PEMERINTAH KABUPATEN SLEMAN DALAM EVAKUASI KORBAN DENGAN PREFERENSI BERMUKIM MASYARAKAT YANG TERDAMPAK LANGSUNG ERUPSI GUNUNGAPI MERAPI 2010

Oleh:

Abdur Rahman^{a,*}

^aFungsional Perencana, Bappeda Kabupaten Sleman

*Email: abdurrahmanmpkd2009@gmail.com

Abstrak

Letusan besar 2010, menyisakan banyak masalah bagi Pemerintah Kabupaten Sleman, terutama masalah relokasi masyarakat terdampak langsung. Masyarakat tersebut bertempat tinggal di lima (5) desa, yaitu Desa Kepuharjo, Umbulharjo, Glagaharjo, Wukirsari, dan Argomulyo, Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman. Sebagian masyarakat yang terdampak langsung sudah direlokasi di Dusun Kuwang, Desa Argomulyo, Kecamatan Cangkringan. Tujuan makalah ini adalah untuk melihat kembali kebijakan Pemerintah Kabupaten Sleman tentang evakuasi dan relokasi masyarakat yang terdampak langsung dan untuk mengetahui preferensi bermukim masyarakat yang terdampak langsung erupsi 2010. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah wawancara mendalam terhadap pengambil kebijakan mengenai penanganan masyarakat terdampak langsung, dan observasi lapangan dengan wawancara terstruktur terhadap masyarakat terdampak langsung yang berjumlah 100 responden dan tersebar di lima desa yang terdampak paling parah. Kelima desa tersebut adalah Desa Kepuharjo, Glagaharjo, Wukirsari, Umbulharjo, dan Argomulyo. Metode deskriptif digunakan untuk menganalisis hasil wawancara mendalam terhadap pengambil kebijakan. Untuk mengetahui preferensi bermukim digunakan analisis faktor. Berdasarkan hasil analisis didapatkan bahwa 1) sebagian masyarakat yang khususnya di Dusun Kinahejo, Desa Umbulharjo tidak bersedia untuk dievakuasi ketika erupsi 2010, ini mengindikasikan bahwa ada semacam ketidakpercayaan terhadap peringatan pemerintah tentang aktivitas Gunungapi Merapi. 2) Ada enam (6) faktor utama yang merepresentasikan preferensi bermukim masyarakat terdampak langsung yaitu aman dari erupsi Gunungapi Merapi, hubungan sosial yang baik dalam komunitas, personal attributes (umur, lama tinggal di kawasan tersebut, dan pendidikan), lingkungan permukiman yang nyaman, kenyamanan sarana dan prasarana dan kedekatan dengan tempat kerja.

Kata kunci: Erupsi Gunungapi Merapi, kebijakan, evakuasi, relokasi, preferensi bermukim.

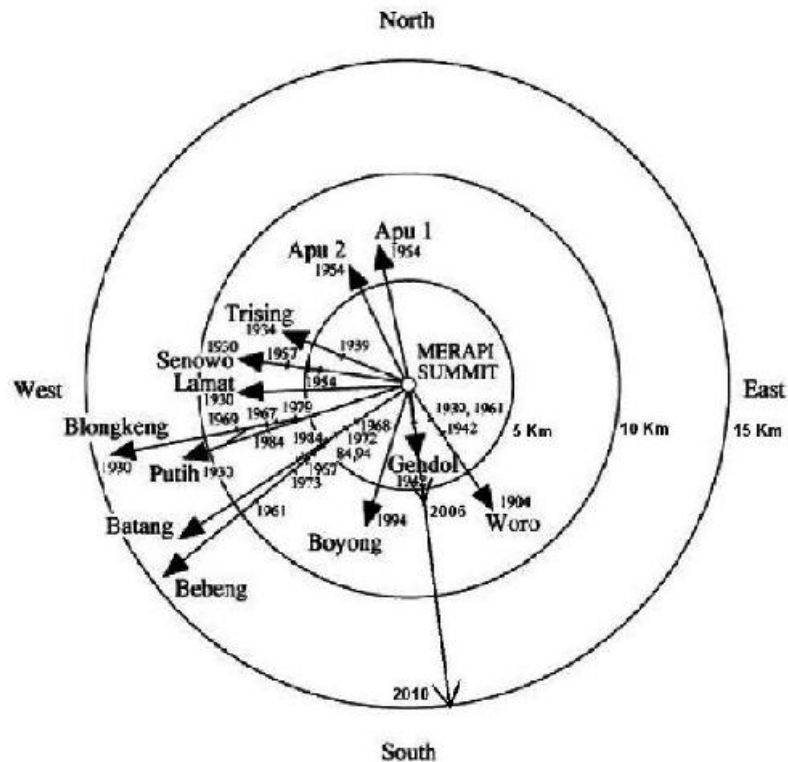
1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia terletak di atas empat lempeng besar dunia yaitu Lempeng Asia, Lempeng Samudera Hindia, Lempeng Australia, dan Lempeng Samudera Pasifik, sehingga akibatnya terdapat 500 gunung yang tidak aktif, dan 128 gunung aktif (Hadi, 2008) dan salah satu gunung yang aktif adalah Gunungapi (Gn.) Merapi. Gn. Merapi ini terletak di perbatasan antara Provinsi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu gunung yang paling aktif di Indonesia. Siswowitzo and Yokohama (1995) menyatakan bahwa Gn. Merapi ini merupakan gunung yang paling aktif selama 100 tahun terakhir. Kejadian erupsi Gn. Merapi ini setidaknya telah menelan korban sekitar 7.000 jiwa sejak pertengahan tahun 1500-an, dan letusan yang cukup besar terjadi pada tahun 1930 yang menyebabkan 1.369 orang meninggal (Witham, 2005). Thouret *et al.*, (2000) menggambarkan arah letusan Gn. Merapi beberapa tahun terakhir seperti yang terlihat dalam Gambar 1.

Gambar 1. juga menunjukkan bahwa arah luncuran awan panas adalah barat, barat daya, dan selatan, jika dilihat frekuensinya antara 2 - 4 tahun sekali, dengan jarak beberapa kali mencapai lebih dari

10 km. Pada gambar tersebut juga terlihat letusan terakhir 2010 mencapai sekitar 15 km ke arah selatan dari puncak. Berdasarkan gambar tersebut pada letusan tahun 1994 mengarah ke selatan melalui Sungai Boyong di Kabupaten Sleman. Pada letusan 1998 dan 2001 mengarah ke barat dan baratdaya. Pada erupsi 1994 awan panas meluncur sejauh 6 km ke arah Sungai Boyong, dan 4 km ke arah Sungai Krasak, dan menyebabkan 56 orang meninggal, 4.452 orang mengungsi (Lavigne et al., 2008).



Gambar 1. Arah dan Jarak Luncuran Awan Panas Erupsi Gn. Merapi 70 Tahun Terakhir (Modifikasi dari Thouret et al. 2000).

Thouret, et al., (2000) memperkirakan 1,1 juta orang tinggal di lereng Gn. Merapi. Kepadatan penduduk sekitar 1.140 jiwa per km², dengan 440.000 jiwa yang hidup di kawasan rawan luncuran awan panas dan lahar hujan (Thouret and Lavigne, 2005).

Paton et al., (2008) menyatakan bahwa persepsi masyarakat terhadap bahaya bencana dapat dibentuk oleh pengalaman menghadapi bencana tersebut dan pendidikan mengenai bencana itu. Pengalaman menghadapi bencana erupsi Gn. Merapi dapat menambah kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi bencana erupsi itu di masadepan dan dapat merubah persepsi masyarakat yang terdampak langsung terhadap erupsi Gn. Merapi.

Masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan rawan bencana memiliki perbedaan persepsi terhadap bahaya letusan Gn. Merapi (Thouret et al., 2000) dan banyak dari mereka yang mengetahui bahwa mereka tinggal di kawasan rawan bencana (Sartohadi, 2011). Namun mereka tetap tinggal di kawasan ini, karena banyak dari mereka yang mempercayai adanya sebuah kekuatan dewa (*a powerful spirit kingdom*) yang mampu mengontrol aktivitas Gn. Merapi (Donovan, 2010).

Sebelum letusan besar 2010, banyak dari masyarakat yang tinggal di Kawasan Rawan Bencana (KRB) mempercayai dan mengikuti Mbah Marijan sebagai juru kunci Gn. Merapi. Rianto, (2009) menyatakan bahwa masyarakat yang tinggal di KRB akan lebih mengikuti juru kunci karena tiga hal, yaitu 1) juru kunci mendapatkan tugas langsung dari Raja Jogjakarta, 2) keyakinan nenek moyang mereka, dan 3) keturunan dari juru kunci sebelumnya.

Pemerintah Kabupaten (Pemkab.) Sleman menyadari bahwa erupsi Gn. Merapi akan terus berulang, dan Pemkab. Sleman sudah menyiapkan kegiatan yang mendukung pengurangan risiko bencana. Namun, ketika erupsi tersebut sangat besar, usaha untuk memukimkan kembali bagi masyarakat yang terdampak langsung menjadi kegiatan yang dilakukan oleh Pemkab. Sleman (Dove, 2008).

Ada hubungan yang nyata antara pengetahuan tradisi dari masyarakat lokal dengan keengganan masyarakat untuk dievakuasi saat letusan tahun 2010 ini. Lavigne *et al.* (2008) menyatakan bahwa masyarakat lokal yang hidup di KRB Gn. Merapi belum menyadari bahwa erupsi adalah bencana besar, sehingga mereka tidak terlalu serius untuk memperhatikan bencana erupsi.

Tradisi masyarakat lokal dan sistem kepercayaan akan sangat mempengaruhi dan memotivasi sikap masyarakat saat terjadi krisis bencana (Swanson, 2008). Pengalaman masyarakat dalam menghadapi bencana akan memberikan pengaruh terhadap persepsi dan reaksi terhadap bencana erupsi. Sebuah contoh di Dusun Batur, dimana banyak dari warga desa yang mempercayai bahwa Gn. Merapi hanya meletus tiga kali yaitu tahun 2006, 1994, dan 1961, meskipun faktanya gunung ini sudah meletus lebih dari sembilan kali selama 50 tahun terakhir (Donovan, 2010).

Pandangan masyarakat lokal terhadap bahaya Gn. Merapi dipengaruhi oleh mata pencarian dan sumberdaya yang mereka miliki. Misalnya para petani akan sangat enggan untuk direlokasi dibanding dengan masyarakat yang lain, karena mereka tergantung pada lahan pertanian yang subur (Lavigne *et al.*, 2008).

Lavigne, *et al.* (2008) menyatakan bahwa setelah letusan 1994, banyak masyarakat miskin dari Dusun Turgo yang kembali ke tempat asal mereka walaupun sudah dilarang oleh Pemkab. Sleman. Disamping itu, pada erupsi 2006, Pemkab. Sleman melakukan observasi terhadap para pengungsi, dan didapatkan:

1. Sebagian orang terutama para wanita, anak-anak dan orang tua tinggal di pengungsian;
2. Di Dusun Kaliurang, sekitar satu dari lima orang khususnya para laki-laki tetap tinggal di desa mereka baik siang maupun malam untuk menjaga dari penjarah. Sebagian orang meninggalkan pengungsian untuk kembali ke rumah mereka untuk bertani, memberi makan ternak, dan menjaga bahan makanan mereka. Ditambah lagi, probabilitas terjadinya pencurian lebih besar, jika dibandingkan dengan probabilitas adanya korban akibat erupsi, meskipun 60 % warga masyarakat menyadari bahaya erupsi Gn. Merapi;
3. Banyak warga yang menjadi pengungsi tidak memiliki tabungan, dan sebagian besar warga yang berumur 20 – 50 tahun memilih untuk pergi ke rumah mereka saat siang hari dan kembali ke tempat pengungsian pada malam hari (Lavigne *et al.*, 2008).

Tingkat pendidikan masyarakat tentunya akan memberikan pengaruh terhadap persepsi pengurangan risiko bencana erupsi. Banyak masyarakat yang memiliki pendidikan yang baik lebih mengikuti peringatan atas status Gn. Merapi. Lavigne *et al.*, (2008) menyatakan bahwa sebagian orang saat menjaga rumah atau barang mereka akan mengecek kondisi lembah sungai sebelum mereka lari, meskipun sudah ada peringatan.

Banyak masyarakat yang tinggal di lereng Gn. Merapi memiliki hewan ternak, misalnya sapi, kerbau, kambing dan ayam. Pada erupsi 2006 lalu, hewan ternak tidak termasuk yang dievakuasi. Sehingga Pemkab. Sleman memberikan sarana transportasi untuk memfasilitasi pengungsi yang hendak memberikan makanan ke ternak mereka (Donovan, 2010).

Dove (2008) menyatakan bahwa pemerintah pusat belum terlalu serius untuk memberikan informasi risiko bencana terkait Gn. Merapi, namun sebaliknya Pemkab. Sleman sudah membuat kebijakan tentang memukimkan kembali atau merelokasi bagi warga masyarakat yang tinggal di KRB Gn. Merapi. Sebagai contoh, setelah letusan 1961 yang merusak 109 rumah dan menelan korban 5 orang, 1.905 orang warga mengikuti kebijakan Pemkab. Sleman untuk bersedia direlokasi, dan kasus yang lain yaitu letusan 1978 yang merusak kawasan Turgo, dan disertai dengan kebijakan relokasi warga, namun kebijakan ini gagal.

Banyak dari warga yang tinggal di lereng Gn. Merapi menganggap bahwa program relokasi bukan merupakan solusi yang utama. Mereka merasa lebih baik menghadapi bahaya erupsi dibandingkan harus direlokasi ke tempat lain yang mereka tidak ketahui. Letusan 1994, dimana menelan korban yang lebih besar dibandingkan dengan letusan 1930, menyebabkan Pemkab. Sleman membuat kebijakan untuk merelokasi warga Dusun Turgo, namun tidak terlalu sukses (Dove, 2008) dan banyak warga yang sudah kembali ke tempat tinggal asal mereka.

Erupsi besar terakhir terjadi 2010 lalu, yang menjadi pelajaran berharga bagi Pemkab. Sleman dalam melakukan proses evakuasi dan relokasi korban. Kejadian 2010 yang menyebabkan 285 korban meninggal, 71.579 warga mengungsi, dan 2.828 ternak sapi mati, merupakan kejadian erupsi dengan jumlah kerugian yang cukup besar. Disamping sifat letusan yang cukup besar, Pemkab. Sleman harus melakukan evaluasi terhadap kegiatan evakuasi dan relokasi ini. Berdasarkan hal tersebut, maka makalah ini bertujuan untuk melihat kembali kebijakan Pemerintah Kabupaten Sleman selama evakuasi dan relokasi masyarakat yang terdampak langsung dan untuk mengetahui preferensi bermukim masyarakat yang terdampak langsung erupsi 2010.

2. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *interview* terhadap pengambil kebijakan di Kabupaten Sleman dan menganalisis dokumen yang terkait dengan rehabilitasi dan rekonstruksi. Disamping itu untuk mengetahui preferensi bermukim masyarakat dilakukan wawancara terstruktur menggunakan kuisioner yang memakai skala likert. Kuisioner tersebut disebarakan ke lima (5) desa yang terkena dampak paling parah akibat erupsi 2010, sebagaimana terlihat dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Jumlah Rumah Rusak Akibat Erupsi Gunungapi Merapi 2010 dan Jumlah Responden

No.	Desa	Jumlah Rumah Rusak	Jumlah Responden	Lokasi Hunian Tetap
1.	Kepuharjo	828	32	Pagerjurang
2.	Glagaharjo	802	31	Banjarsari
3.	Wukirsari	381	16	Gondang
4.	Umbulharjo	283	11	Plosokerep
5.	Argomulyo	261	10	Kuwang
	Jumlah	2.555	100	

Jumlah responden disesuaikan dengan jumlah rumah rusak di setiap desa, seperti yang terlihat pada Tabel 1. Selain ini jumlah responden dibatasi 100 responden, hal ini berdasarkan perhitungan dari Rumus Slovin dengan jumlah rumah rusak (N) 2.555 buah, dan menggunakan standar *error* 10 %, sebagaimana yang terlihat dalam rumus berikut:

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \dots\dots\dots (1)$$
$$n = \frac{2,555}{1 + 2,555 \times 0,1^2}$$
$$= 96,24 \approx 97$$

Hasil perhitungan dari rumus slovin tersebut menunjukkan bahwa responden hendaknya minimal 97 orang, sehingga 100 orang cukup untuk penelitian ini. Standar *error* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 10 %. Kuisioner disebarakan di 100 keluarga di hunian tetap (sebelumnya hunian sementara) yang mewakili masing-masing desa yang terdampak langsung dengan menggunakan proporsi distribusi rumah rusak di setiap desa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kesenjangan antara Kebijakan Pemerintah dalam Evakuasi Korban dengan Keinginan Masyarakat yang Terdampak Langsung

Mitigasi bencana yang dilakukan oleh Pemerintah Pusat dalam hal ini adalah Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG), dan Pemerintah Daerah (Pemkab. Sleman) dapat dilihat pada saat sebelum letusan, selama letusan dan setelah letusan, sebagaimana yang terlihat dalam Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Kronologi Penanggulangan Bencana yang Dilakukan oleh Pemerintah Dalam Letusan Gunungapi Merapi 2010

MB*	Ate of Event	Pemerintah Pusat (PVMBG, Badan Geologi)	Kabupaten Sleman	Masyarakat yang terdampak langsung 2010
Sebelum Erupsi	20 Sept.	PVMBG mengumumkan status Gn. Merapi ditingkatkan dari Normal menjadi Waspada	Pemkab. Sleman mengumumkan kepada masyarakat yang tinggal di KRB khususnya KRB III.	Masyarakat masih tinggal di rumah tinggalnya.
	22 Okt.	Status Gn. Merapi dinaikkan menjadi Siaga , yang berarti kemungkinan terjadi letusan cukup besar.	Pemkab. Sleman menyiapkan sarana prasarana dalam proses evakuasi, pusat kesehatan, dan logistik untuk keperluan di barak pengungsian Keputusan Bupati Nomor: 322/Kep.KDH/A/2010.	
Selama Erupsi	25 Okt.	Status Gn. Merapi dinaikkan menjadi Awas , yang memungkinkan terjadi letusan dalam 24 jam kedepan. PVMBG mengumumkan zona bahaya sejauh 10 km dari puncak Gn. Merapi, yang ditetapkan dengan Keputusan Kepala Badan Geologi Nomor: 2048/45/BGL.V/2010	Pemkab. Sleman menyiapkan kendaraan untuk evakuasi dan 7 barak pengungsian di Glagaharjo, Kepuharjo, Umbulharjo, Hargobinangun, Purwobinangun, Girikerto, dan Wonokerto. Wanita, anak-anak dan lansia yang tinggal di 5-7 km dari puncak Gn. Merapi dievakuasi. Keputusan Bupati Nomor: 325/Kep.KDH/A/2010.	Total pengungsi 13,581 jiwa di 7 barak. Namun masih banyak masyarakat yang tidak bersedia dievakuasi terutama di Dusun Kinahrejo, dimana "juru kunci Gn. Merapi" tinggal. (www.suaramerdeka.com). Mereka tidak percaya terhadap peringatan pemerintah dan lebih mengikuti sikap juru kunci.
	26 Okt.	Gn. Merapi meletus.	KRB diperluas menjadi lebih dari 10 km dari puncak Gn. Merapi. Masyarakat yang tinggal di 7 - 10 km dievakuasi ke barak. Keputusan Bupati Nomor: 327/Kep.KDH/A/2010	40 orang meninggal di Dusun Kinahrejo, termasuk juru kunci, karena mereka tidak bersedia dievakuasi. (www.slemankab.go.id),
	29 Okt.	Gn. Merapi masih berstatus Awas, dan aktivitas Gn. Merapi ini terus meningkat.	Pemkab. Sleman, Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM), dan Relawan menyiapkan barak pengungsian baru di luar kawasan yang memiliki jarak 15 km dari puncak.	Barak pengungsian di Umbulharjo dipindah ke Kiyaran dan di Desa wukirsari. Total pengungsi menjadi 19,524 jiwa di 14 barak pengungsian.
	3 Nov.	Terjadi letusan besar selama 1,5 jam dan awan panas mencapai 9 km dari puncak ke arah Sungai Gendol. Daerah aman di luar radius 15 km dari puncak Gn. Merapi. (www.merapi.bgl.esdm.go.id)	Kawasan Rawan Bencana (KRB) diperluas di luar 15 km dari puncak. Pemkab. Sleman menyiapkan barak pengungsian di luar 15 km dari puncak.	Pengungsi di Kepuharjo, Glagaharjo, dan Umbulharjo disiapkan untuk pindah ke barak pengungsian di luar 15 km dari puncak. Total pengungsi menjadi 21,428 jiwa di 23 barak pengungsian.
	5 Nov.	Sebuah letusan besar terjadi dan daerah aman diperluas menjadi di luar radius 20 km dari puncak Gn. Merapi. Keputusan Kepala Badan Geologi Nomor: 2317/45/BGL.V/2010. (www.merapi.bgl.esdm.go.id)	Daerah bahaya diperluas menjadi di luar 20 km dari puncak. Banyak barak pengungsian dipindah di luar 20 km dari puncak. Keputusan Bupati Nomor: 342/Kep. KDH/A/2010	245 orang meninggal, 1.712 terluka dan total pengungsi 71,579 orang. (www.slemankab.go.id). Barak pengungsian yang disiapkan oleh Pemkab. Sleman tidak terletak di luar daerah bahaya.

Setelah Erupsi	19 Nov.	Badan Geologi mengumumkan sejak 19 Nov. 2010 pukul 12.00 WIB, wilayah yang aman bagi para pengungsi adalah: Sebelah Timur Kali Boyong di luar 15 km, sebelah Barat Kali Boyong di luar 10 km dari puncak. Keputusan Kepala Badan Geologi Nomor: 2377/45/BGL.V/2010.	Banyak pengungsi yang tempat tinggalnya sudah dinilai daerah aman, sehingga Pemkab. Sleman memberikan izin untuk kembali ke rumah yang dinilai sudah masuk daerah aman. Keputusan Bupati Nomor: 350/Kep.KDH/A/2010	Jumlah pengungsi mulai berkurang, sebagian sudah kembali ke rumah mereka dengan ketentuan rumah tersebut masuk dalam kawasan yang aman.
	3 Des.	Status Gn. Merapi diturunkan menjadi Siaga. Daerah aman ditetapkan di luar 2.5 km dari puncak Gn. Merapi. Keputusan Kepala Badan Geologi Nomor: 3120/45/BGL.V/2010.	Pemkab. Sleman bekerjasama dengan organisasi relawan membangun hunian sementara bagi korban yang kehilangan rumah.	Banyak dari pengungsi yang sudah kembali ke rumah mereka, namun bagi pengungsi yang kehilangan rumah mereka tetap tinggal di barak pengungsian, dan menunggu dibangunnya hunian sementara.

MB* : Manajemen Bencana

Tabel 2 menunjukkan kronologi dari mitigasi bencana sebelum, selama, dan setelah erupsi Gunung Merapi 2010, baik yang dilakukan oleh Pemerintah Pusat (PVMBG, Badan geologi) dan Pemkab. Sleman. Tabel 2 itu juga menunjukkan tindakan Pemkab. Sleman dalam mengevakuasi masyarakat. Tabel tersebut juga menunjukkan bahwa PVMBG selalu memonitoring aktivitas Gn. Merapi, dan hasilnya diberitahukan kepada Pemerintah Kabupaten yang terdampak aktivitas Gn. Merapi ini, yaitu Kabupaten Sleman, Magelang, Klaten, dan Boyolali.

Pemkab. Sleman selalu mengadakan “*gladi lapang*” untuk masyarakat yang tinggal di Kawasan Rawan Bencana (KRB). Gladi lapang terakhir sebelum letusan 2010 dilakukan pada 1 Juni 2010 (Anonim, 2010). Pemkab. Sleman juga bekerjasama dengan LSM, Pemerintah Pusat, dan Pemerintah DIY. Tabel 2 di atas juga menunjukkan bahwa Pemkab. Sleman sudah menyiapkan barak pengungsian, transportasi untuk evakuasi, lampu jalan dijalur evakuasi, pusat kesehatan, serta logistik untuk keperluan barak pengungsian. Semua kegiatan tersebut sudah disiapkan sebelum letusan 2010 terjadi.

Ada banyak masyarakat terutama yang tinggal di Dusun Kinahrejo, Desa Umbulharjo tidak bersedia dievakuasi sebelum letusan tanggal 25 Oktober 2010. Akhirnya letusan cukup besar terjadi pada tanggal 26 Oktober 2010 yang menyebabkan 40 orang meninggal. Ada perbedaan persepsi tentang bahaya Gn. Merapi. Sagala (2007) menyatakan bahwa pada kasus letusan 2006, beberapa orang tetap tinggal di KRB Gn. Merapi meskipun aktivitas Gn. Merapi mulai meningkat. Kasus yang sama terjadi saat letusan 2010, dimana banyak orang yang tidak bersedia untuk dievakuasi, dan akibatnya letusan 2010 banyak menelan korban jiwa.

Barak pengungsian di Desa Umbulharjo dipindah ke Dusun Kiyaran, Desa Wukirsari berdasarkan kajian risiko yang dilakukan oleh pemerintah pada 29 Oktober 2010. Keputusan tersebut dinilai sudah tepat, karena tanggal 3 November 2010 terjadi letusan selama 1,5 jam dan menyebabkan luncuran awan panas sejauh 9 km ke arah Sungai Gendol. Atas kejadian tersebut Badan Geologi mengumumkan bahwa daerah aman terletak pada radius di luar 15 km dari puncak Gn. Merapi. Pemkab. Sleman menyiapkan barak pengungsian di zona aman diluar 15 km dari puncak.

Puncaknya terjadi letusan besar pada tanggal 5 November 2010 yang menyebabkan 245 orang meninggal, 1.712 terluka, dan jumlah total pengungsi menjadi 71.579 jiwa sebagaimana yang terlihat di Tabel 2 di atas. Hal ini mengindikasikan bahwa barak pengungsian yang sudah disiapkan oleh Pemkab. Sleman tidak berada di luar area yang aman, sehingga barak tersebut harus beberapa kali pindah di luar radius 15 km dari puncak.

Setelah letusan besar tanggal 5 November 2010, Badan Geologi mengumumkan bahwa aktivitas Gn. Merapi mulai menurun, dan beberapa pengungsi diizinkan kembali ke rumah mereka. Namun, bagi para korban yang kehilangan rumahnya tetap tinggal di barak pengungsian sampai disiapkan hunian sementara oleh pemerintah.

Selama letusan 2010 ini, ada beberapa tipe kebiasaan dari proses evakuasi, yaitu:

1. Sebagian pengungsi terutama para perempuan, anak-anak, dan lansia tetap tinggal di barak pengungsian;
2. Sebagian pengungsi terutama para pemuda meninggalkan barak pengungsian, kembali ke rumah

mereka untuk memberi makan ternak, menjaga tanaman, dan untuk bekerja di ladang mereka.

3. Sebagian pengungsi yang tidak memiliki ternak, memilih tinggal di barak saat malam dan kembali ke rumah mereka saat siang hari.

Kesenjangan atau adanya perbedaan keinginan antara Pemkab. Sleman dengan keinginan masyarakat yang terdampak langsung terlihat saat proses evakuasi dalam letusan tanggal 25 Oktober 2010. Dimana ada sebagian masyarakat yang tinggal di Dusun Kinahrejo tidak bersedia dievakuasi. Disisi lain barak pengungsian yang sudah disiapkan oleh Pemkab. Sleman masih terletak di kawasan yang rawan terhadap letusan. Hal itu terbukti dengan beberapa kali pindah barak pengungsian.

3.2. Preferensi Bermukim Korban Erupsi Gunungapi Merapi 2010

3.2.1. Deskripsi Responden.

Jumlah responden, sebagaimana yang dijelaskan pada bagian metodologi di atas, sebanyak 100 responden yang terdistribusi berdasarkan jumlah rumah rusak di masing-masing desa yang terdampak langsung, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1 di atas. Untuk mendeskripsikan karakteristik kerusakan yang dialami responden, dapat dilihat kategori tingkat kerusakan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Deskripsi tentang Tingkat Kerusakan yang Dialami oleh Responden

Kode	Kategori	Deskripsi Tingkat Kerusakan
5	Kerusakan Sangat Besar	Keluarga ada yang meninggal atau terluka; rumah, lahan pertanian rusak, dan hewan ternak mati.
4	Kerusakan Besar	Rumah, lahan pertanian rusak, dan hewan ternak mati.
3	Kerusakan Sedang	Lahan pertanian rusak, dan hewan ternak mati.
2	Kerusakan Sedikit	Hewan ternak mati.
1	Kerusakan Sangat Sedikit	Hanya sedikit kerusakan.

Tabel 3 tersebut merupakan kategori yang mengelompokkan tingkat kerusakan yang dialami responden, dan hasil dari analisis kuisioner dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini. Tabel 4 menunjukkan bahwa responden yang mengalami kerusakan sangat besar yaitu berjumlah 14 orang dimana 7 orang berasal dari Desa Kepuharjo, dan 7 orang berasal dari Desa Glagaharjo. Dari tabel tersebut juga dapat dilihat bahwa 54 orang responden mengalami kerusakan besar, yaitu mereka mengalami rumah rusak, lahan pertanian rusak, dan ternak mereka juga mati. 54 responden tersebut dengan rincian 22 responden dari Desa Kepuharjo, 24 responden dari Desa Glagaharjo, 3 responden dari Desa Wukirsari, 3 responden dari Umbulharjo, dan 2 responden dari Argomulyo, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Deskripsi Tingkat Kerusakan Responden

Tingkat Kerugian yang Disebabkan oleh Letusan 2010						
Desa	Kerusakan Sangat Besar (Kode 5)	Kerusakan Besar (Kode 4)	Kerusakan Sedang (Kode 3)	Kerusakan Sedikit (Kode 2)	Kerusakan Sangat Sedikit (Kode 1)	Jumlah
Kepuharjo	7	22	3			32
Glagaharjo	7	24				31
Wukirsari		3	3	10		16
Umbulharjo		3	2	1	5	11
Argomulyo		2	1	4	3	10
Jumlah	14	54	9	15	8	100

3.2.2. Preferensi Bermukim

Variabel yang digunakan dalam menentukan preferensi bermukim para korban berjumlah 38 variabel. Variabel tersebut diujikan dalam sebuah kuisioner yang disebarkan kepada para responden. Variabel ini dikumpulkan dari berbagai literatur tentang preferensi bermukim dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Variabel untuk Preferensi Bermukim

Kode	Variabel
	Faktor Internal
X1	Umur
X2	Jenis kelamin
X3	Desa tempat tinggal
X4	Lama tinggal
X5	Mata pencarian
X6	Tingkat pendidikan
X7	Tingkat pendapatan
	Faktor Eksternal
X8	Jarak antara rumah dengan tempat kerja
X9	Alasan tinggal di tempat asal
X10	Pandangan terhadap relokasi
X11	Alasan ketersediaan terhadap relokasi
X12	Adanya kepercayaan terhadap mitos penjaga Gunungapi Merapi
X13	Adanya pengaruh juru kunci terhadap ketersediaan evakuasi
X14	Kerusakan akibat erupsi Gn. Merapi
X15	Jarak terhadap rumah kerabat
X16	Tingkat ketaatan terhadap instruksi pemerintah tentang evakuasi
X17	Alasan perolehan rumah asal sebelum erupsi
	Faktor Khusus
X18	Kepuasan tinggal di desa asal
	Kenyamanan
X19	Kenyamanan hidup di desa
X20	Kenyamanan akan lingkungan yang alami
X21	Kenyamanan akan ruang pedesaan
	Komunitas
X22	Solidaritas sosial di dalam komunitas asal
X23	Hubungan baik dengan tetangga
X24	Hubungan baik dengan sahabat
	Kenyamanan Fasilitas
X25	Kenyamanan terhadap fasilitas di desa
X26	Kenyamanan fasilitas hidup
X27	Kenyamanan akses ke tempat kerja dan sekolah
X28	Kenyamanan akses ke kota terdekat
	Kesehatan
X29	Kesehatan terhadap lingkungan
X30	Kesehatan terhadap lingkungan air
X31	Gangguan terhadap material vulkanik
X32	Gangguan terhadap debu vulkanik
X33	Gangguan terhadap material lahar dingin
	Keamanan
X34	Keamanan dari bencana erupsi
X35	Keamanan dari bencana selain erupsi
X36	Keamanan dari material vulkanik
X37	Keamanan dari material lahar dingin
X38	Keamanan dari tindakan kriminal

Kuisisioner tersebut disebar di hunian sementara (sekarang hunian tetap) ke 100 rumah yang diharapkan mewakili pendapat kepala keluarga, dan mewakili lima desa yang terdampak langsung erupsi 2010 lalu. Berdasarkan kajian awal dari kuisisioner terlihat bahwa ada perubahan persepsi bermukim para korban yang digambarkan oleh pendapat responden sebagaimana yang terlihat pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Perubahan Keinginan Pindah Tempat Tinggal Sebelum dan Setelah Letusan Gunungapi Merapi 2010

Desa	Apakah ada rencana untuk pindah tempat tinggal?						Perubahan Keinginan Pindah	Persentase
	Sebelum Letusan 2010			Setelah Letusan 2010				
	Tidak	Ya	Jumlah	Tidak	Ya	Jumlah		
Kepuharjo	31	1	32	19	13	32	12	60 %
Glagaharjo	24	7	31	19	12	31	5	25 %
Wukirsari	14	2	16	14	2	16	0	0 %
Umbulharjo	11	-	11	9	2	11	2	10 %
Argomulyo	10	-	10	9	1	10	1	5 %
Jumlah	90	10	100	70	30	100	20	100 %

Tabel 6 tersebut menunjukkan bahwa ada perubahan keinginan untuk pindah tempat tinggal yaitu sekitar 20 % dari 100 responden. Sebelum letusan ada sekitar 10 % responden yang berkeinginan untuk pindah, dan jumlah tersebut bertambah setelah letusan 2010 menjadi 30 % responden. Pemkab. Sleman mengharapkan masyarakat yang tinggal di KRB III khususnya yang terdampak langsung erupsi 2010 untuk bersedia pindah ke tempat yang lebih aman, namun sebagian besar masyarakat menginginkan untuk kembali ke rumah asal mereka.

Tabel 6 tersebut juga menunjukkan bahwa dari 20 responden yang berkeinginan untuk pindah dari tempat tinggalnya, 12 responden berasal dari Desa Kepuharjo, dan 5 responden berasal dari Desa Glagaharjo. Kedua desa tersebut termasuk kawasan yang terdampak paling parah, sehingga responden telah belajar dari kejadian erupsi 2010 tersebut.

Dove (2008) menyatakan bahwa setelah letusan yang memakan banyak korban tahun 1994, pemerintah mencoba menawarkan untuk program transmigrasi kepada 7.962 kepala keluarga, namun hanya sekitar 1% yang tertarik terhadap program tersebut. Pemkab. Sleman juga sudah membuat kebijakan untuk merelokasi warga yang terdampak langsung ke beberapa hunian tetap, namun ada indikasi untuk kembali di rumah asal mereka.

Sebenarnya Pemkab. Sleman memiliki pengalaman merelokasi korban, contohnya ketika terjadi letusan pada bulan Mei 1961 yang merusak 109 rumah, dan menelan 5 korban jiwa, yang diiringi 1.905 orang ikut program transmigrasi oleh pemerintah keluar Pulau Jawa (Dove, 2008), namun banyak dari mereka kembali pulang ke kampung asal. Kasus yang lain yaitu setelah letusan November 1994, masyarakat yang terdampak langsung sejumlah 140 kk di Dusun Turgo direlokasi di Dusun Sudimoro, namun setelah kondisi Gn. Merapi normal kembali, sebanyak 90 kk kembali ke Dusun Turgo, dan hanya 50 kk yang masih tinggal di lokasi relokasi (Dove, 2008).

Analisis di atas hanya berdasarkan jawaban di kuisisioner, dan untuk melihat faktor yang mempengaruhi preferensi bermukim masyarakat yang terdampak langsung digunakan analisis faktor. Untuk dua variabel (jenis kelamin, dan alamat) dari 38 variabel tersebut, dikeluarkan dalam *Principal Component Analysis*, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 7 di bawah ini.

Table 7. Faktor dari Preferensi Bermukim Masyarakat yang Terdampak Langsung Diseleksi Menggunakan *Principal Component Analysis*

Kode	Variabel	Extraction
X23	Hubungan baik dengan tetangga	0.862
X22	Solidaritas sosial di dalam komunitas asal	0.851
X36	Keamanan dari material vulkanik	0.850
X24	Hubungan baik dengan sahabat	0.826
X31	Gangguan terhadap material vulkanik	0.822
X37	Keamanan dari material lahar dingin	0.814
X35	Keamanan dari bencana selain erupsi	0.809

X27	Kenyamanan akses ke tempat kerja dan sekolah	0.794
X20	Kenyamanan akan lingkungan yang alami	0.763
X32	Gangguan terhadap debu vulkanik	0.762
X21	Kenyamanan akan ruang pedesaan	0.744
X4	Lama tinggal	0.727
X1	Umur	0.726
X26	Kenyamanan fasilitas hidup	0.724
X34	Keamanan dari bencana erupsi	0.711
X8	Jarak antara rumah dengan tempat kerja	0.684
X33	Gangguan terhadap material lahar dingin	0.684
X6	Tingkat pendidikan	0.650
X30	Kesehatan terhadap lingkungan air	0.617
X19	Kenyamanan hidup di desa	0.612
X14	Kerusakan akibat erupsi Gn. Merapi	0.605
X38	Keamanan dari tindakan kriminal	0.595
X7	Tingkat pendapatan	0.594
X29	Kesehatan terhadap lingkungan	0.584
X15	Jarak terhadap rumah kerabat	0.550
X28	Kenyamanan akses ke kota terdekat	0.530
X25	Kenyamanan terhadap fasilitas di desa	0.527
X18	Kepuasan tinggal di desa asal	0.515

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Tabel 7 menunjukkan bahwa 28 variabel dengan nilai Eigen lebih besar dari 1.0 terpilih sebagai variabel prediksi terhadap preferensi bermukim masyarakat yang terdampak langsung dengan menggunakan *Principal Component Analysis*. Hasil dari ekstraksi harus diatas 0,6, karena jika nilai dibawah 0,6 mengindikasikan variabel tersebut tidak terlalu berpengaruh, dan harus dikeluarkan dari analisis. Variabel yang memiliki nilai 0,6 berjumlah 21 variabel.

Tabel 8 di bawah ini menunjukkan bahwa dari 21 variabel diatas dapat diringkas menjadi 6 komponen utama yang dapat menjelaskan sebesar 75,909% dari seluruh variabel. Pada Tabel 9 menunjukkan bahwa nilai Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) dan *Barlett's test of sphericity*, dan pada tabel tersebut terlihat bahwa nilai KMO dari seluruh sample sebesar 0,763. Ini berarti bahwa hasil dari Analisis Faktor adalah cukup, karena nilai KMO lebih dari 0,5. Signifikansi dari seluruh komponen yang dilihat dari matrik korelasi adalah 0.000 atau lebih kecil dari 0,5 yang berarti korelasi diantara 21 variabel tersebut cukup signifikan.

Tabel 8. Perhitungan dari *Total Variance*

Component	Extraction Sums for Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	6.082	28.963	28.963
2	4.315	20.550	49.513
3	2.019	9.614	59.127
4	1.315	6.260	65.387
5	1.184	5.638	71.026
6	1.026	4.884	75.909

Tabel 9. Hasil dari Kaiser-Meyer-Olkin Value dan Bartlett Test

Parameter	Value
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy	0.763
Bartlett's Test of Sphericity:	
Approx. Chi-Square	1.512E3
df	210
Sig.	.000

Tabel 10 menunjukkan bahwa enam *principal factors* setelah dirotasi menggunakan *component matrix* dapat menerangkan tentang preferensi bermukim masyarakat yang terdampak langsung erupsi 2010. Masing-masing faktor akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Komponen -1 yang terdiri dari 7 variabel, yaitu X35, X37, X36 dan X34 dengan nilai sebesar 0.879, 0.876, 0.868 dan 0.824. Semua variabel tersebut terkait dengan "keamanan", yaitu keamanan dari bencana selain erupsi (X35), keamanan dari material lahar dingin (X37), keamanan dari material vulkanik (X36), keamanan dari bencana erupsi (X34). Kemudian X31 (gangguan terhadap material vulkanik: 0.851), X33 (gangguan terhadap material lahar dingin: 0.805), dan X32 (gangguan terhadap debu vulkanik: 0.799) memiliki nilai yang relatif tinggi, dan semua variabel tersebut terkait dengan "keamanan". Komponen -1 ini dinamakan dengan komponen baru yaitu "aman" dan komponen ini merupakan komponen penting dalam menentukan lokasi preferensi bermukim, karena memiliki nilai rasio kontribusi sebesar 28.963%.
2. Komponen -2, yang terdiri dari X22 (solidaritas sosial di dalam komunitas asal: 0.902), X24 (hubungan baik dengan sahabat: 0.902), dan X23 (hubungan baik dengan tetangga: 0.900) memiliki nilai yang tinggi dan variabel tersebut terkait dengan "komunitas". Hasil tersebut menunjukkan bahwa masyarakat yang terdampak langsung memiliki hubungan diantara masyarakat dalam sebuah komunitas yang cukup baik, sehingga komunitas menjadi faktor penting dalam menentukan preferensi bermukim masyarakat tersebut.
3. Komponen -3, yaitu X4 (lama tinggal: -0.831) dan X1 (umur: -0.821) memiliki nilai negatif dengan nilai tinggi. Sedangkan X6 (tingkat pendidikan: 0.661) memiliki nilai positif. Komponen-3 ini terkait dengan "tingkat pendidikan".
4. Komponen -4, yang terdiri dari X20 (kenyamanan akan lingkungan yang alami), X19 (kenyamanan hidup di desa), dan X21 (kenyamanan akan ruang pedesaan) memiliki nilai sebesar 0.814, 0.626 dan 0.616. komponen ini terkait dengan "lingkungan permukiman dan kenyamanan".
5. Komponen -5, yaitu X27 (kenyamanan akses ke tempat kerja dan sekolah: 0.862), dan X26 (kenyamanan fasilitas hidup: 0.805). Komponen ini terkait dengan "kenyamanan sarana dan prasarana".
6. Komponen -6 yaitu X8 (jarak antara rumah dengan tempat kerja: 0.866), dan komponen ini dinamakan dengan "aktivitas pekerjaan".

Tabel 10. Hasil dari Rotasi Menggunakan Component Matrix

	Component					
	1	2	3	4	5	6
X35	0.879	0.143	-0.006	-0.088	0.123	-0.035
X37	0.870	0.053	0.052	-0.112	0.113	0.062
X36	0.868	0.229	0.046	-0.040	0.033	0.008
X31	0.851	0.025	-0.046	0.172	-0.113	0.033
X34	0.824	0.023	0.059	-0.104	0.143	-0.048
X33	0.805	-0.082	0.145	0.101	0.005	0.079
X32	0.799	0.013	0.099	0.252	-0.177	0.080
X22	0.017	0.902	0.099	0.167	0.214	-0.032
X24	0.123	0.902	0.033	0.161	0.106	-0.073
X23	0.086	0.900	-0.005	0.212	0.186	0.009
X4	-0.058	-0.129	-0.830	-0.027	-0.069	0.130
X1	-0.066	-0.062	-0.821	0.082	-0.018	0.116
X6	0.079	-0.166	0.661	0.018	0.118	0.310

X30	0.081	0.390	0.477	0.218	-0.087	0.417
X20	0.046	0.325	-0.077	0.814	0.273	0.053
X19	0.091	0.434	-0.013	0.626	0.224	0.098
X21	0.107	0.525	0.065	0.616	0.320	0.104
X14	-0.377	-0.023	0.119	0.476	-0.172	-0.441
X27	-0.031	0.207	0.073	0.179	0.862	-0.035
X26	0.124	0.307	0.110	0.211	0.805	-0.008
X8	-0.003	-0.058	-0.019	0.071	-0.053	0.866

*Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization*

Berdasarkan hasil dari *Principal Component Analysis* menunjukkan bahwa ada enam faktor penting dalam menentukan preferensi bermukim masyarakat yang terdampak langsung, yaitu 1. Aman dari erupsi Gn. Merapi, 2. Menjaga hubungan baik dalam komunitas, 3. *Personal attributes* baik umur, lama tinggal, dan tingkat pendidikan, 4. Lingkungan permukiman yang nyaman, 5. Kenyamanan sarana dan prasarana, dan 6. Aktivitas pekerjaan (kedekatan dengan tempat kerja).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penjabaran di atas, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Selama proses evakuasi dalam letusan Gn. Merapi 2010 ada kesenjangan antara Pemkab. Sleman dengan masyarakat yang terdampak langsung. Kesenjangan tersebut antara lain:
 - a. Saat proses evakuasi letusan tanggal 25 Oktober 2010, ada sebagian masyarakat Dusun Kinahrejo yang tidak bersedia dievakuasi ke barak pengungsian. Akibatnya terdapat korban sebanyak 40 jiwa dari dusun ini saat letusan tanggal 26 Oktober 2010.
 - b. Barak pengungsian yang sudah disiapkan Pemkab. Sleman ternyata tidak terletak di kawasan yang aman dari letusan.
2. Preferensi bermukim masyarakat yang terdampak langsung dipengaruhi oleh enam faktor utama, yaitu aman dari erupsi Gn. Merapi, hubungan baik dalam komunitas, lingkungan permukiman yang nyaman, kenyamanan sarana dan prasarana, aktivitas pekerjaan (kedekatan dengan tempat kerja), dan *personal attribute*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Kepala dan Sekretaris Bappeda Kabupaten Sleman yang telah memberikan fasilitas dan izin kepada penulis untuk membuat makalah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Donovan, K., *Doing social volcanology: exploring volcanic culture in Indonesia.*, Royal Geographical Society, Area 2010. 42.1, page 117 – 126.http://www.geo.mtu.edu/rs4hazards/Project%20resources/colloquium_resources/Donovan-SocVolcanology.pdf
2. Dove, M. R., 2008, Perception of volcanic eruption as agent of change on Merapi volcano, Central Java., *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, Volume 172, Issues 3-4, 20 May 2008, Pages 329-337.<http://www.geo.mtu.edu/~raman/papers2/EruptionMerapiDove.pdf>
3. Hadi, S., *Government of Indonesia Policy in Mainstreaming Disaster Risk Reduction and Disaster Management into the Planning and Budgeting System*, Pacific Regional Disaster Risk Management Meeting, 2008.
4. Lavigne, F., Coster, B.D, Juvin, N., Flohic, F., Gaillard, J.C., Texier, P., Morin, J., Sartohadi, J., 2008, People's behaviour in the face of volcanic hazards: Perspectives from Javanese communities, Indonesia, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 172 (2008) 273 – 287.
5. <http://www.geo.mtu.edu/~raman/papers2/LavigneJavaJVGR.pdf>

6. Thouret, J., Lavigne F, Kelfoun K and Bronto S, 2000, Toward a revised hazard assessment at Merapi volcano, Central Java, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 100 479 – 502.
7. Paton, D., Smith, L., Daly, M., and Johnston, D., Risk perception and volcanic hazard mitigation: Individual and social perspectives. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, Volume 172, Issues 3-4, 20 May 2008, Pages 179-188.
8. Rianto, Tony, 2009, Spatial Analysis of Volcanic Risk Perception Case Study in Local Community at Merapi Volcano Dangerous Zones, Thesis, GadjahMada University.http://www.itc.nl/library/papers_2009/msc/aes/rianto.pdf
9. Sartohadi, Junun, 91 persen korban Merapi enggan direlokasi. 2010 <http://merapi.peduli.org/2011/04/91-persen-korban-erupsi-merapi-enggan-direlokasi/>
10. Siswamidjyo, Suryo and Yokoyama: Magma Eruption Rates of Merapi Volcano, Indonesia during one century (1890-1992). *Bull Volcano*, 1995.
11. Swanson D A, Hawaiian oral tradition describes 4000 years of volcanic activity at Kilauea *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 176 427–31, 2008.
12. Thouret, J. and Lavigne, F., Hazards and Risks at Gunung Merapi, Central Java: A Case Study. In: A. Gupta (Editor), *the Physical Geography of Southeast Asia*, Oxford University Press, Singapore, pp. 275-299, 2005.
13. Witham, C.S., Volcanic disasters and incidents: A new database. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* Vol. 148, pp. 191– 233, 2005.
14. _____, 2012, Laporan Koordinasi Penyusunan Rehabilitasi dan Rekonstruksi, Badan Perencanaan Pembangunan Daerah, Kabupaten Sleman.
15. _____, 2013, Laporan Koordinasi Penyusunan Rehabilitasi dan Rekonstruksi, Badan Perencanaan Pembangunan Daerah, Kabupaten Sleman.

PENGARUH KEMIRINGAN ATAP RUMAH TERHADAP HUJAN PASIR LETUSAN GUNUNG BERAPI

Oleh:

Machsus, Amien Widodo, Tatas, Muhammad Hafiizh Imaaduddin

Pusat Studi Kebumihan, Bencana dan Perubahan Iklim (PSKBPI)

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Abstrak

Letusan vulkanologi Gunung Bromo pada Tahun 2011 memberikan dampak kerusakan dan kerugian bagi masyarakat di empat kabupaten sekitarnya, yaitu Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Malang dan Kabupaten Lumajang. Hujan pasir yang terjadi menyebabkan daerah di sekitar puncak tertutup pasir hingga radius lebih dari lima kilometer. Pasir tersebut menutup atap-atap permukiman serta sarana dan prasarana umum lainnya, seperti sekolah dan jalan. Letusan yang terjadi di musim hujan menyebabkan pasir yang menutup atap rumah menjadi lebih lekat dan berat. Hal tersebut menyebabkan beban berat pada atap permukiman. Karena atap bangunan tidak didesain untuk beban yang lebih besar, maka hal tersebut menyebabkan struktur atap tidak mampu menahan beban pasir sehingga atap permukiman banyak yang runtuh. Penelitian ini dilakukan untuk memberikan solusi bagi rumah-rumah yang berada di sekitar gunung berapi agar apabila terjadi hujan pasir, pasir dapat dengan mudah tergelincir turun sehingga tidak terkumpul di atap rumah. Metode yang digunakan adalah dengan melakukan simulasi hujan pasir pada berbagai jenis atap, genteng tanah dan beton, seng dan asbes. Pasir yang digunakan adalah pasir yang diambil dari hasil letusan Gunung Bromo di Tahun 2011 dengan kondisi pasir kering dan basah. Hasil akhir penelitian yang diperoleh adalah variasi kemiringan atap sehingga hujan pasir yang mungkin terjadi tidak terkumpul di atas atap.

Kata kunci: Pasir vulkanik, kemiringan atap rumah, Gunung Bromo.

1. PENDAHULUAN

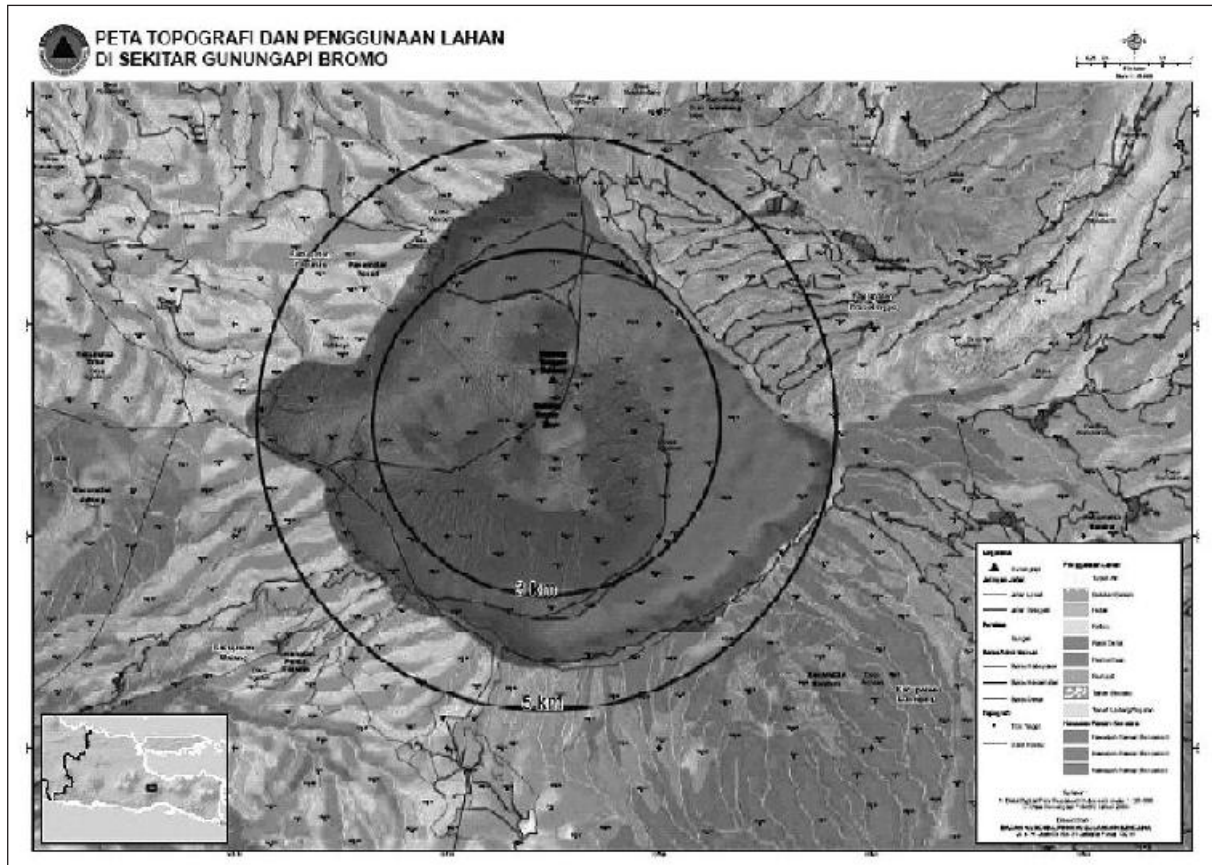
1.1. Latar Belakang

Gunung Bromo pada tanggal 4 Januari 2011 meletus dengan ditandai adanya lontaran lava pijar dan suara gemuruh. Letusan tersebut juga disertai hujan abu dan pasir. Dampak erupsi Gunung Bromo tersebut melanda empat kabupaten yang langsung berbatasan dengan kompleks Pegunungan Tengger. Empat kabupaten tersebut adalah Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Malang serta Kabupaten Lumajang (lihat Gambar 1).

Berdasarkan kajian kerusakan dan kerugian akibat erupsi Gunung Bromo, diperkirakan dampak bencana ini adalah senilai lebih dari 156 milyar rupiah. Kerusakan dan kerugian terbesar terjadi dari wilayah Kabupaten Probolinggo. Hal tersebut terjadi karena saat erupsi, arah angin dominan Timur Laut menuju kabupaten Probolinggo, sehingga yang paling terdampak adalah Kabupaten Probolinggo.

Letusan yang disertai dengan hujan pasir yang cukup tinggi mengakibatkan atap rumah, gedung sekolah, tempat peribadatan dan bangunan-bangunan lainnya di sekitar Gunung Bromo tertutup abu dan pasir. Selain itu, lahan-lahan pertanian juga tertutup pasir sehingga gagal panen (lihat Gambar 2). Hujan pasir yang jatuh di atap bangunan tersebut tidak dapat jatuh (merosot) ke bawah, melainkan tertumpuk terus dan menebal. Erupsi yang terjadi di musim hujan tersebut juga menyebabkan pasir semakin erat daya ikatnya satu sama lainnya. Dengan bertambahnya daya ikat pasir, maka perilaku pasir akan semakin kompak, sehingga pasir akan semakin sulit tergelincir ke bawah. Hal tersebut menyebabkan pasir hasil erupsi tetap bertahan di atas atap bangunan. Akibat kandungan air di pasir, maka dapat menyebabkan pasir semakin bertambah berat, atau dengan kata lain berat jenis pasir meningkat. Hal tersebut menyebabkan beban yang dipikul oleh rangka atap juga semakin besar, dan kondisi diperparah dengan usia bangunan yang cukup lama sehingga berakibat pada ambrolnya atap bangunan.

Mekanisme air menjadi daya ikat antar partikel pasir adalah bahwa rongga kecil antar pasir yang terisi air dengan prosentase tertentu akan mengakibatkan adanya tegangan kapiler. Tegangan kapiler tersebut merupakan konsekuensi sifat adanya tegangan permukaan air. Tegangan kapiler yang terjadi tersebut bernilai negatif (menghisap), dan merupakan kebalikan dari tekanan hidrostatis yang bernilai positif (menekan). Semakin besar tegangan kapiler maka semakin besar tegangan efektif antar butiran tanah (Tegangan Total = Tegangan efektif + Tegangan air) dan butiran pasir seperti saling terikat. Namun demikian, apabila airnya sangat banyak, maka pasir akan terpecah kembali karena tegangan hidrostatis menghilangkan tegangan kapiler.



Gambar 1. Radius Pengaruh Erupsi Gunung Bromo, pada Jarak 3 km dan 5 km dari Pusat Erupsi.

Tujuan

Berdasarkan kondisi masalah di permukiman Gunung Bromo tersebut, penelitian ini ditujukan untuk mengetahui berapa kemiringan atap yang dapat direkomendasikan untuk bangunan di sekitar gunung berapi yang bila terjadi erupsi dan hujan pasir, pasir tidak menumpuk di atap tetapi dapat tergelincir jatuh ke bawah. Sehingga tidak menambah beban rangka atap penompangnya, karena dalam perencanaan atap bangunan biasanya tidak pernah dikenakan beban akibat tumpukan pasir.

2. METODOLOGI

Metode yang digunakan adalah dengan membuat simulasi atap rumah sederhana yang dapat disesuaikan tingkat kemiringan atapnya (lihat Gambar 3). Jenis penutup atap yang digunakan untuk melakukan simulasi bervariasi yaitu: atap genteng tanah, atap genteng beton, atap asbes dan atap seng. Material pasir yang digunakan juga bervariasi dari tiga tempat hasil erupsi Gunung Bromo tahun 2011, yaitu dari Desa Ngadisari (dekat Kawah Bromo), Desa Ngadirejo, dan Desa Sambi Kerep. Kondisi pasir yang digunakan juga dibuat bervariasi, yaitu pasir dalam kondisi kering dan dalam kondisi basah.



Gambar 2. Akibat Hujan Pasir di Kawasan Gunung Bromo (Jalan Tertutup Pasir, Atap Rumah Ambrol dan Sedang Direhabilitasi, Lahan Pertanian yang Tertutup Pasir, dan Gagal Panen Jagung).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kajian Teoritis

Berdasarkan hasil simulasi maka diperoleh data seperti yang terlihat pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa kemiringan atap untuk bangunan di kawasan gunungapi yang membuat pasir tergelincir jatuh atau tidak menumpuk di atap dipengaruhi oleh jenis penutup atap, lokasi bangunan dan kondisi pasir. Penutup atap yang digunakan pada penelitian ini meliputi: genteng tanah, genteng beton, asbes dan seng. Lokasi bangunan yang dimaksudkan di sini terkait lokasi pengambilan sampel pasir, yang pada penelitian ini diambil dari Desa Ngadisari dan Desa Sambikerep. Kondisi pasir disimulasikan dalam kondisi basah dan kondisi kering, untuk mewakili saat kondisi terjadi hujan maupun tidak terkena hujan.

Tabel 1. Hasil Simulasi Kemiringan Atap dengan Berbagai Bahan Penutup Atap Dengan Pasir Hasil Erupsi Gunungapi

Lokasi pengambilan sampel pasir		Kemiringan Atap			
		Desa Ngadisari		Desa Sambikerep	
Jenis Penutup Atap	Pergerakan Pasir	Kondisi Pasir			
		Kering	Basah	Kering	Basah
Genteng Tanah	Mulai Jatuh	44°	45°	42°	46°
	Habis	49°	49°	50°	49°
Genteng Beton	Mulai Jatuh	37°	39°	38°	39°
	Habis	41°	43°	44°	44°
Asbes	Mulai Jatuh	35°	38°	35°	37°
	Habis	38°	42°	40°	42°
Seng	Mulai Jatuh	31°	37°	31°	39°
	Habis	33°	40°	35°	40°

Selanjutnya kemiringan atap untuk bangunan yang diperoleh pada simulasi ini dibandingkan dengan kemiringan atap eksisting yang umumnya yang terdapat pada lokasi studi. Berdasarkan hasil survey atau pengamatan lapangan diperoleh umumnya kemiringan atap genteng 30° - 35° , dan untuk atap seng atau asbes 10° - 15° . Perbandingan kemiringan atap hasil simulasi dengan kemiringan atap eksisting dapat menunjukkan tingkat risiko bencana dari kemiringan atap yang umumnya terdapat pada kawasan gunungapi. Dengan demikian, hasil simulasi ini sangat penting dalam rangka Pengurangan Risiko Bencana (PRB) akibatnya atap bangunan akibat hujan pasir di kawasan gunungapi.

Pergerakan pasir bisa terjadi dan mulai jatuh pada sudut kemiringan atap terkecil, sebesar 31° dengan jenis penutup atap seng dan pasir dalam kondisi kering. Pergerakan pasir dalam kondisi kering di atas penutup atap seng ini bisa sampai habis, jika sudut kemiringan atapnya dinaikkan 2° lagi atau menjadi 33° . Sementara pergerakan pasir bisa terjadi dan mulai jatuh membutuhkan sudut kemiringan atap terbesar, sebesar 46° pada jenis penutup atap genteng tanah dan pasir dalam kondisi basah. Pada sudut kemiringan 49° pergerakan pasir bisa sampai habis.



Gambar 3. Alat Simulasi Kemiringan Atap.

Berikut ini penjelasan lebih detail mengenai pengaruh dari variasi jenis penutup atap, lokasi bangunan, dari kondisi pasir terhadap sudut kemiringan atap di kawasan gunungapi yang mampu membuat pasir tergelincir jatuh hingga habis.

1. Pengaruh Jenis Penutup Atap,

Hasil simulasi pada Tabel 1 menunjukkan bahwa jenis penutup atap genteng tanah, genteng beton, asbes dan seng memiliki pengaruh yang berbeda terhadap pergerakan pasir pada sudut kemiringan atap. Untuk jenis penutup atap genteng tanah pergerakan pasir terjadi pada sudut kemiringan atap sebesar 44° (mulai jatuh) dan 49° (habis) pasir dalam kondisi kering, dan sebesar 45° (mulai jatuh) dan 49° (habis) pasir dalam kondisi basah. Untuk jenis penutup atap genteng beton membutuhkan sudut kemiringan atap yang lebih rendah, begitu pula dengan penutup atap asbes dan seng, seperti tampak pada Tabel 1.

2. Pengaruh Lokasi Bangunan

Hasil simulasi pada Tabel 1 menunjukkan pergerakan pasir pada sudut kemiringan atap jika ditinjau dari lokasi bangunan tempat diambil sampel tanah, yakni di Desa Ngadisari dan Desa Sambikerep memang ada perbedaan, namun secara umum relatif sama. Hal ini berarti bahwa perbedaan lokasi pengambilan sampel tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap sudut kemiringan atap. Ini sekaligus berarti bahwa sampel pasir atau abu vulkanik relatif homogen.

3. Pengaruh Kondisi Pasir

Hasil simulasi pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kondisi kering dan basah memiliki pengaruh yang berbeda terhadap pergerakan pasir pada sudut kemiringan atap. Secara umum, sudut kemiringan atap pada kondisi kering lebih rendah dibandingkan dengan kondisi basah. Ini terjadi hampir pada semua jenis penutup atap, yakni genteng tanah, genteng beton, asbes dan seng. Ini menunjukkan bahwa pada kondisi basah lebih berisiko terhadap ambruknya atap akibat tidak kuat menahan tambahan beban pasir di atasnya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa untuk bahan atap genteng tanah dan beton, yang kemiringan umumnya adalah 30°-35° direkomendasikan untuk ditambah kemiringan atapnya berturut-turut menjadi sampai dengan 49° dan 44°. Sedangkan jika menggunakan atap asbes atau seng yang kemiringan umumnya adalah 10°-15° direkomendasikan untuk memasang atap bangunan dengan kemiringan 42°. Perbedaan lokasi pengambilan sampel pasir, yaitu sekitar 500 meter dari kawah dengan dari desa yang paling jauh terdampak tidak memberikan pengaruh yang signifikan, artinya dapat dikatakan bahwa rekomendasi kemiringan atap tersebut sebaiknya digunakan di lokasi yang memiliki potensi dampak terkena hujan pasir hasil erupsi. Kondisi pasir yang berbeda, kering dan basah, memperlihatkan bahwa perilaku keduanya berbeda yaitu kondisi basah memperlihatkan lebih sulit untuk tergelincir, sehingga dapat dikatakan bahwa pada musim hujan hujan pasir akan lebih berbahaya jika menimpa atap rumah.

DAFTAR PUSTAKA

1. BNPB, 2011, Peta Penggunaan Topografi dan Penggunaan Lahan di Sekitar Gunungapi Bromo : Radius Pengaruh Erupsi Gunung Bromo, Jakarta.
2. BPBD Provinsi Jawa Timur, 2011, Rencana Program Rehabilitasi Dan Rekonstruksi Pasca Erupsi Gunung Bromo, Laporan Akhir, Surabaya
3. Das, B. M., 2010, Principle of Geotechnical Engineering, 7th Edition, USA

PERUBAHAN PEMANFAATAN LAHAN SEBAGAI STRATEGI BERTAHAN MASYARAKAT PASCAERUPSI GUNUNGAPI KELUD TAHUN 2014

Oleh:

Puspita Indra Wardhani^{a,1,*}, Junun Sartohadi^{b,1}, Sunarto^{c,1}

^aProgram Doktor Ilmu Geografi, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada

^bLaboratorium Geografi Tanah, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada

^cStaf Pengajar Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada

*Email:poespita.indra@gmail.com

Abstrak

Erupsi Gunungapi Kelud tahun 2014 secara langsung mengubah tatanan sumberdaya lahan yang ada di Kawasan Gunungapi Kelud. Erupsi Gunungapi Kelud mengeluarkan material erupsi yang mengubah konfigurasi bentuk lahan yang ada di Kawasan Gunungapi Kelud. Masyarakat yang tinggal di Kawasan Gunungapi Kelud perlu menyesuaikan kegiatan penghidupannya terhadap kondisi lahan yang baru. Penelitian ini mempunyai tujuan yaitu mengidentifikasi perubahan bentuk lahan dan menganalisis kegiatan masyarakat pascaerupsi. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah survei lapangan, survei instansional dan studi literatur. Analisis bentanglahan digunakan untuk menjabarkan kondisi bentuklahan. Peta dan citra digunakan untuk menganalisis bentang lahan Kawasan Gunungapi Kelud. Hasil kajian menunjukkan pascaerupsi tatanan sumberdaya lahan yang di Kawasan Gunungapi Kelud berubah. Perubahan pada tatanan sumberdaya lahan dipengaruhi oleh material erupsi yang menumpuk diatas permukaan lahan. Material erupsi yang menumpuk pada permukaan lahan menyebabkan tanaman rusak hingga mati, pertanian hancur, kondisi perkebunan rusak, dan kondisi bangunan rusak. Kegiatan pemanfaatan lahan yang berbeda dengan yang telah ada sebelumnya diperlukan untuk mengolah lahan yang baru terbentuk. Pemanfaatan lahan yang baru disesuaikan dengan karakteristik sumberdaya lahan yang baru. Penggunaan model pemanfaatan yang baru untuk sumberdaya lahan baru diharapkan dapat secara cepat dan efektif memberikan manfaat bagi masyarakat yang tinggal di Kawasan Gunungapi Kelud pascaerupsi.

Kata kunci: Pemanfaatan lahan, strategi bertahan, erupsi Gunungapi Kelud.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gunungapi di Indonesia sejak dahulu mempunyai daya tarik tersendiri yang membuat masyarakat selalu ingin datang mendekat. Beberapa gunungapi menjadi simbol kehidupan yang dipuja oleh masyarakat yang tinggal di sekitar gunungapi seperti Gunung Bromo di Jawa Timur dan Gunung Merapi di Yogyakarta (Hefner, 1999; Wardhani, 2013; Bachri, 2015). Gunungapi memberikan kehidupan dari kekayaan sumberdaya alam yang dimilikinya. Masyarakat dapat melangsungkan hidup dengan mengolah kekayaan sumberdaya alam yang ada di kawasan gunungapi. Di lain sisi memberi kehidupan, gunungapi juga menjadi ancaman bagi kehidupan manusia. Gunungapi mengeluarkan bahaya bagi kehidupan dan penghidupan manusia pada saat erupsi.

Kawasan gunungapi sekarang ini berkembang menjadi kawasan yang padat penduduk. Kawasan gunungapi menjadi pusat pertumbuhan ekonomi di bidang perkebunan, pariwisata hingga pertambangan (Kelman dan Mather, 2008). Kawasan gunungapi yang semakin padat penduduknya menyebabkan tingkat kerawanan masyarakat terhadap bahaya gunungapi semakin tinggi. Masyarakat yang tinggal di kawasan gunungapi harus mempunyai pemikiran dan cara hidup yang berbeda dengan kawasan lainnya. Masyarakat harus jeli dengan perubahan kondisi alam di sekitarnya, karena gunungapi akan terus erupsi dalam kurun

waktu tertentu. Masyarakat yang mampu membaca alam dengan mengubah ancaman bahaya menjadi manfaat bagi kehidupannya adalah masyarakat layak tinggal di kawasan gunungapi.

Kawasan Gunungapi Kelud menyimpan kekayaan sumberdaya lahan yang besar. Kawasan Gunungapi Kelud mempunyai sumberdaya lahan yang beragam mulai dari tanah yang subur, material tambang pasir dan batu yang melimpah serta pemandangan alam yang menarik. Kawasan Gunungapi Kelud pada jaman penjajahan Belanda dikembangkan sebagai kawasan perkebunan, namun sekarang ini sudah berkembang menjadi kawasan pemukiman. Masyarakat berdatangan karena tertarik dengan sumberdaya lahan yang ada di kawasan Gunungapi Kelud dan perlahan-lahan mengubah kawasan perkebunan menjadi desa-desa baru.

Kawasan Gunungapi Kelud merupakan kawasan berbahaya karena Gunungapi Kelud masih aktif hingga sekarang. Bahaya dari erupsi Gunungapi Kelud adalah aliran lahar panas (lahar primer) yang berasal dari air kawah, aliran piroklastik, *nueeardente* (piroklastik surge), dan jatuhnya piroklastik (Badrudin, 1994; Bourdier, 1997; Berger, 2000). Erupsi terakhir Gunungapi Kelud terjadi pada tanggal 13 Februari Tahun 2014. Erupsi Gunungapi Kelud pada Februari 2014 bertipe eksplosif mengeluarkan awan panas dan material piroklastik (Wardhani, dkk., 2014) Erupsi Gunungapi Kelud pada Februari 2014 telah menyebabkan kerusakan lahan yang ada pada kawasan di sekitar Gunungapi Kelud.

Kerusakan yang diakibatkan oleh erupsi Gunungapi Kelud pada Februari 2014 sangat besar. Erupsi Gunungapi Kelud pada Februari 2014 telah merusak 39 desa di 9 kecamatan yang tersebar pada radius 10 km dari kawah Gunungapi Kelud (BNPB, 2014). Sektor pariwisata dan pemukiman yang mengalami kerusakan paling besar. Tempat pariwisata yang ada di Gunungapi Kelud rusak parah, kondisi sebagian besar bangunan wisata hancur dan tertimbun material erupsi. Pemukiman masyarakat yang ada di sekitar kawasan Gunungapi Kelud rusak dan ambruk tertimpa material erupsi (Gambar 1). Perkebunan yang ada disekitar kawasan Gunungapi Kelud juga rusak karena tanaman tertimpa material erupsi. Pascaerupsi Gunungapi Kelud tahun 2014, sebagian besar masyarakat kehilangan mata pencaharian.



Gambar 1. Kondisi Bangunan Pascaerupsi Gunungapi Kelud Tahun 2014.
Sumber: Wardhani, 2014

Erupsi gunungapi mengakibatkan perubahan pada tatanan sumberdaya lahan. Erupsi gunungapi mengeluarkan sejumlah material erupsi yang berpengaruh pada pembentukan sumberdaya lahan yang baru. Konfigurasi bentuk lahan baru terbentuk dari tumpukan material erupsi yang mengendap. Tatanan sumberdaya lahan baru pascaerupsi gunungapi biasanya berupa material baru dan pemandangan alam baru yang khas.

Tatanan sumberdaya lahan baru pascaerupsi Gunungapi Kelud yang pertama adalah material baru yang bersifat pumisitik. Material baru yang bersifat pumisitik tersebar diseluruh kawasan Gunungapi Kelud. Material pumisitik sebagian besar mengendap di sungai-sungai yang berhulu di Kelud. Sumberdaya lahan baru yang kedua adalah pemandangan alam baru yang terkesan dramatik. Kesan dramatik karena menyuguhkan pemandangan alam gunungapi dengan bekas hutan terbakar dan tutupan material erupsi yang menghasilkan warna abu-abu. Pemandangan alam baru ini dapat mendatangkan wisatawan yang tertarik pada gunungapi.

Tatanan sumberdaya lahan baru pascaerupsi Gunungapi Kelud memerlukan strategi pemanfaatan yang berbeda dengan yang telah ada sebelumnya. Tatatanan baru pada sumber daya lahan menyebabkan munculnya morfologi baru pada lahan (Emilia, P., dan Carmela, 1992). Tatanan baru yang muncul pada lahan seharusnya menggunakan strategi baru dalam pemanfaatannya. Strategi baru dapat berupa cara pengelolaan maupun cara pengolahan yang baru, berbeda dengan sebelumnya. Penggunaan strategi baru

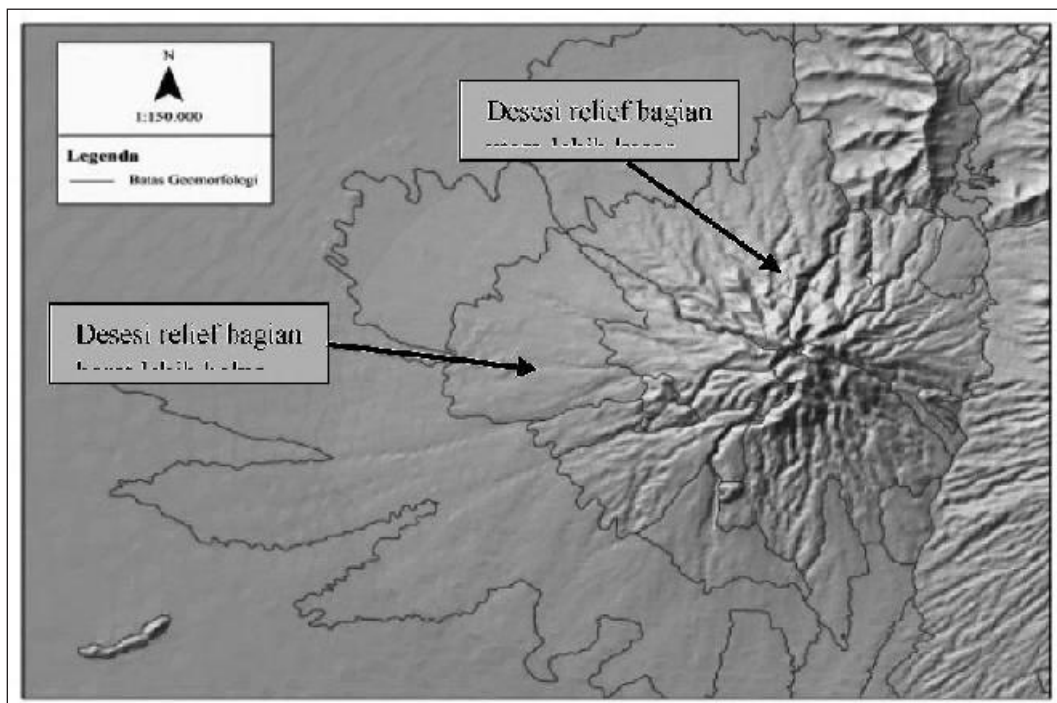
dalam pemanfaatan lahan diharapkan dapat menjadi jalan keluar bagi masyarakat yang kehilangan mata pencaharian pascaerupsi Gunungapi Kelud.

2. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode survey. Analisis bentang lahan digunakan untuk mendapatkan data satuan bentuk lahan. Metode penelitian yang terdiri atas lokasi penelitian dan pengumpulan data dijabarkan sebagai berikut.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di kawasan Gunungapi Kelud, di Jawa Timur tepatnya berada di koordinat 49M, 643859 mT, 9122244 mU. Kawasan Gunungapi Kelud secara administratif meliputi wilayah Kabupaten Kediri, Kabupaten Blitar dan Kabupaten Malang. Kawasan Gunungapi Kelud sebelah Timur Laut berbatasan dengan kompleks Gunungapi Arjuna-Welirang, sisi sebelah Timur berbatasan dengan Gunungapi tua Kawi-Butak. Lokasi penelitian tersaji pada Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Untuk mengetahui data penggunaan lahan maka data yang dibutuhkan adalah peta Geomorfologi Gunungapi Kelud. Peta Geomorfologi dianalisis berdasarkan Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1:25.000, Peta Geologi bersistem Pulau Jawa skala 1:100.000, Citra SRTM 30m, Citra Landsat ETM dan Citra Digital Globe Gunungapi Kelud. Peta Geomorfologi dianalisis untuk mendapatkan data satuan bentuk lahan kawasan Gunungapi Kelud. Analisis satuan bentuk lahan untuk mendapatkan karakteristik yang melekat pada masing-masing satuan bentuk lahan (Rahmadana, dkk., 2014). Analisis satuan bentuk lahan menunjukkan kondisi fisik dari relief/topografi, aransemen, genesis dan litologi permukaan (Rahmadana, dkk., 2014).

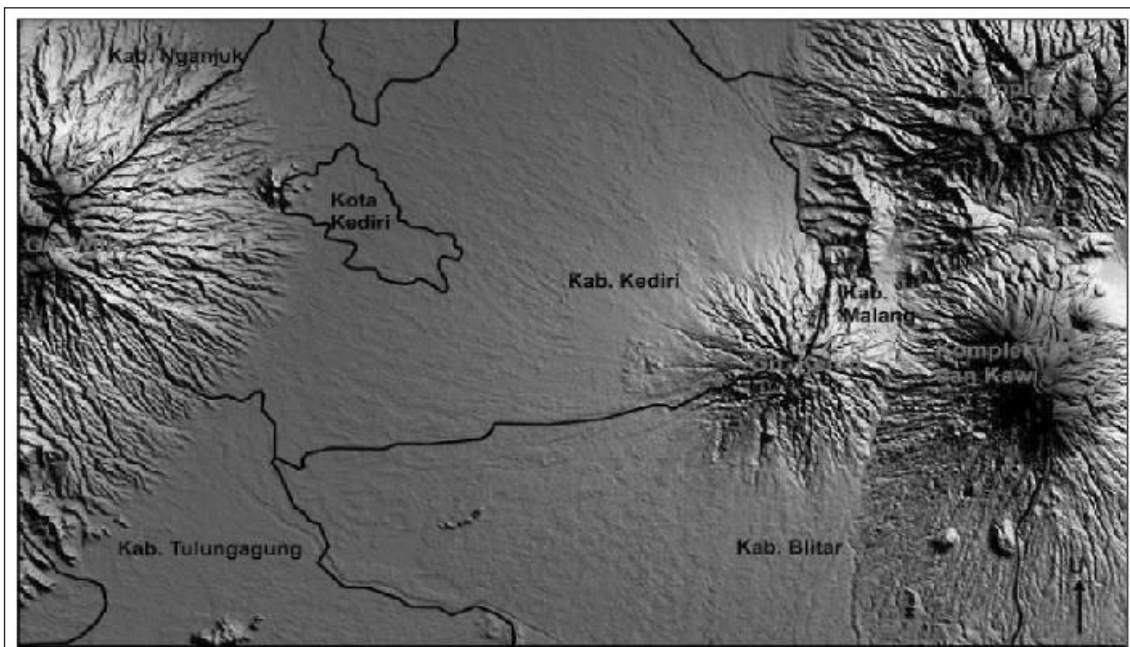
Hasil interpretasi satuan bentuk lahan akan digabungkan dengan data penggunaan lahan. Data penggunaan lahan dikumpulkan melalui interpretasi citra dan survei lapangan. Hasil dari pengolahan data adalah persebaran sumberdaya lahan di kawasan Gunungapi Kelud. Persebaran sumberdaya lahan kemudian dianalisis untuk mendapatkan data penggunaan lahan yang sudah ada dan potensi sumberdaya lahan yang belum dimanfaatkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kondisi Geomorfologi Gunungapi Kelud

Gunungapi Kelud mempunyai morfologi kasar hingga halus. Morfologi kasar terdapat di kawasan puncak hingga lereng bawah Gunungapi Kelud. Morfologi kasar Gunungapi Kelud dicirikan dengan adanya torehan yang dalam yang merupakan bagian hulu sungai-sungai yang ada di kawasan Gunungapi Kelud. Morfologi bagian puncak didominasi oleh material lepas-lepas yang mudah tererosi. Morfologi kasar lain yang berupa tonjolan menggambarkan adanya bahan yang kompak merupakan hasil dari erupsi effusive. Morfologi lebih halus berada di dataran kaki gunung hingga dataran aluvial yang sudah berkurang proses erosi dan digantikan oleh proses pengendapan material.

Gunungapi Kelud tidak mempunyai bentuk kerucut yang ideal karena selalu rusak oleh erupsi bertipe eksplosif. Hasil dari analisis dari Peta DEM (*Digital Elevasi Model*) kawasan Gunungapi Kelud dibagi ke dalam 3 bagian besar berdasarkan relief seperti Gambar 3. Relief halus dari kawasan Gunungapi Kelud terdapat di sisi Barat-Barat daya hal ini berkaitan dengan adanya suplai material baru hasil erupsi Gunungapi Kelud. Relief kasar terdapat di sisi Utara-Timur laut mengindikasikan bahwa suplai material baru relatif sedikit (erupsi tidak mengarah ke kawasan ini). Relief dengan kondisi sebagian kasar dan halus terletak di sisi Tenggara-Selatan mengindikasikan bahwa erupsi beberapa kali mengarah ke kawasan ini karena adanya material baru yang menutupi.



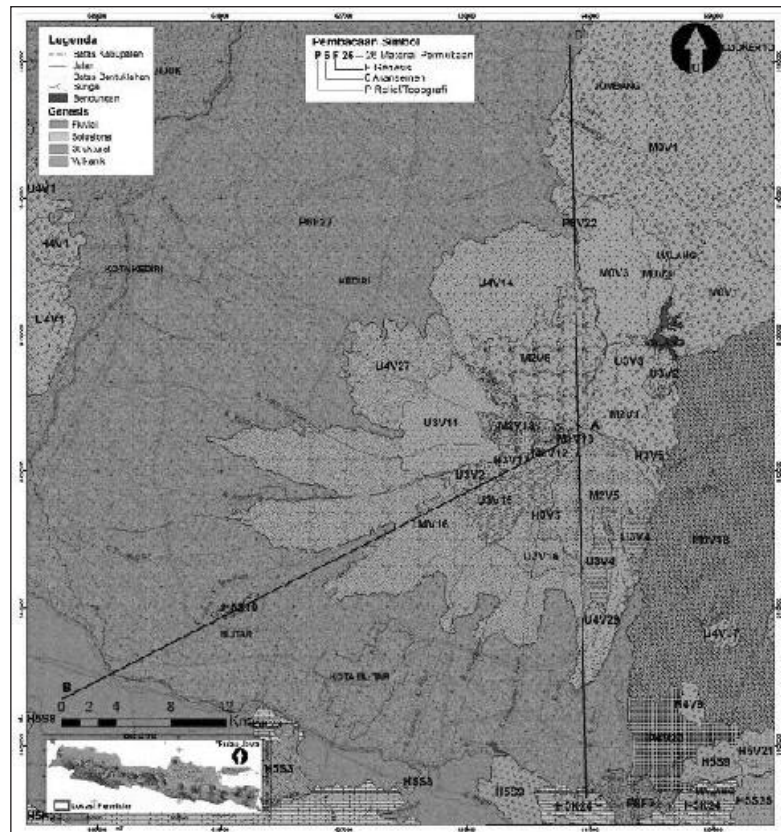
Gambar 3. Geomorfologi Kawasan Gunungapi Kelud dari Peta DEM.

Sumber : Wardhani, 2015

Bentuk lahan kawasan Gunungapi Kelud berdasarkan proses terbentuknya dibagi menjadi bentuklahan vulkanik, struktural, fluvial dan solusional. Bentuk lahan berdasarkan proses vulkanik paling mempengaruhi kawasan Gunungapi Kelud. Bentuk lahan vulkanik dicirikan dari kondisi material permukaan yang berasal dari hasil erupsi dan kenampakan muka kawasan Gunungapi Kelud (Rahmadana, dkk., 2014). Kondisi material sudah mengalami fluvio-gravitasi dengan ciri material dengan ukuran besar banyak ditemukan di puncak dan lereng atas dan semakin ke bawah ukuran material semakin kecil. Material banyak diendapkan di wilayah datar dan cekungan kawasan Gunungapi Kelud.

Satuan bentuk lahan memberikan informasi tentang karakteristik fisik suatu wilayah. Satuan bentuk lahan berisi tentang kondisi fisik permukaan bumi sehingga dapat digunakan untuk menghitung sumberdaya lahan suatu wilayah. Satuan bentuk lahan membagi karakteristik suatu wilayah berdasarkan kondisi genesis, relief, aransemen, dan material permukaan. Satuan bentuk lahan kawasan Gunungapi Kelud tersaji dalam Gambar 4.

Satuan bentuk lahan kawasan Gunungapi Kelud berdasarkan karakteristik fisik untuk genesis disimbolkan dengan vulkanik (V), fluvial (F), struktural (S), dan solusional (K). Relief/topografi kawasan Gunungapi Kelud dibagi menjadi datar (P), bergelombang (U), berbukit (H), dan bergunung (M). Aransemen kawasan Gunungapi Kelud dibagi menjadi kompleks pegunungan (0), puncak (1), lereng atas (2), lereng tengah (3), lereng bawah (4), perbukitan (5), dan dataran (6). Material permukaan kawasan Gunungapi Kelud diklasifikasikan menjadi 29 simbol yang tersebar di seluruh kawasan mulai dari jenis breksi hingga endapan kerakal-pasir. Material permukaan menunjukkan jenis batuan yang diidentifikasi sebagai material penutup batuan.



Gambar 4. Peta Gunungapi Kelud dan Sekitarnya.
Sumber: Rahmadana, dkk., 2014.

3.2. Kondisi Lahan Pra-erupsi Gunungapi Kelud Tahun 2014

Lahan di kawasan Gunungapi Kelud sudah lama dimanfaatkan oleh masyarakat. Lahan di kawasan Gunungapi Kelud dimanfaatkan untuk kegiatan hutan lindung, perkebunan, pariwisata, pertanian, pertambangan, dan permukiman. Lahan pada awalnya digunakan untuk kegiatan perkebunan dari penjajahan Belanda. Semakin bertambahnya penduduk yang mendiami kawasan Gunungapi Kelud, maka kegiatan penggunaan lahan berkembang menjadi bermacam-macam kegiatan yang dapat menunjang kehidupan masyarakat. Kondisi lahan di kawasan Gunungapi Kelud disajikan dalam Gambar 5.

Puncak Gunungapi Kelud dalam kurun waktu 25 tahun terakhir mengalami 2 kali perubahan bentuk. Puncak kawasan Gunungapi Kelud sebelum tahun 1990 adalah danau kawah dengan luas danau 109.000 m² dan volume air 2.5 juta m³. Puncak Gunungapi Kelud mengalami perubahan pascaerupsi tahun 2007. Puncak Gunungapi Kelud yang semula adalah danau kawah digantikan dengan kubah lava. Kubah lava merupakan sumbat lava yang terbentuk pada saat Gunungapi Kelud mengalami erupsi efusif. Puncak Gunungapi Kelud sudah digunakan sebagai kawasan pariwisata dan mulai dikelola oleh pemerintah sebagai kawasan wisata pascaerupsi tahun 2007.

Lereng atas Gunungapi Kelud terdiri dari material berupa tuf, breksi dan lahar. Lereng atas Gunungapi Kelud mempunya sudut lereng yang terjal dan lembah yang dalam. Lereng atas Gunungapi Kelud sejak dahulu digunakan sebagai kawasan hutan lindung. Material lereng atas yang didominasi oleh material lepas-lepas berukuran bom hingga krakal ditunjang dengan intensitas erupsi Gunungapi Kelud yang terbilang pendek yaitu sekitar ± 25 tahun menyebabkan tanah tidak dapat berkembang. Lahan di kawasan lereng atas Gunungapi Kelud akan ditutupi dengan material baru setiap Gunungapi Kelud erupsi sehingga untuk tanaman keras tidak dapat tumbuh dengan baik, tanaman semak belukar dan rumput yang dapat tumbuh subur pada kondisi lahan di lereng atas.

Lereng tengah Gunungapi Kelud mempunyai kondisi igir yang lebar dan relief bergelombang. Lereng tengah Gunungapi Kelud lebih subur daripada bagian atas karena tanah pada bagian ini sudah mulai berkembang. Lereng tengah yang terdiri atas batuan breksi tuf dan banyak ditemui rembasan menjadikan bagian lereng tengah adalah kawasan subur (Rahmadana, dkk., 2014). Lereng tengah Gunungapi Kelud dimanfaatkan untuk perkebunan dan pemukiman masyarakat. Perkebunan cengkeh, kopi, teh, karet hingga nanas berkembang pada bagian lereng tengah Gunungapi Kelud.

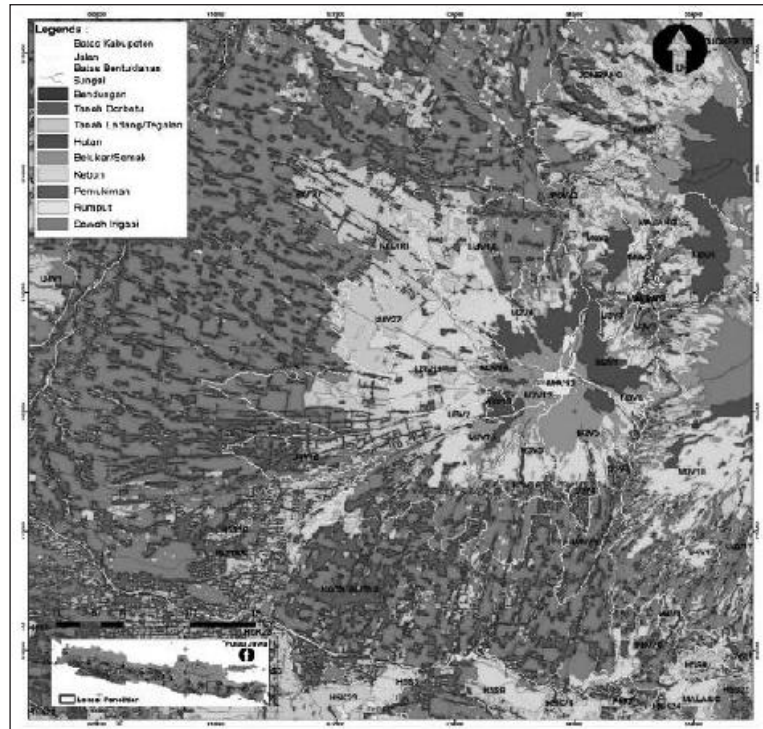
Lereng bawah Gunungapi Kelud mempunyai relief bergelombang dengan dominasi material pasiran. Lereng bawah Gunungapi Kelud banyak digunakan untuk kegiatan perkebunan nanas, tebu dan cengkih. Kegiatan pertanian juga mulai berkembang pada kawasan lereng bawah Gunungapi Kelud, masyarakat mulai mengelola tanaman pertanian dan sayur-sayuran. Kawasan lereng bawah yang cukup datar menjadi pusat berkembangnya pemukiman masyarakat.

Dataran aluvial Gunungapi Kelud merupakan pusat kegiatan masyarakat. Dataran aluvial Gunungapi Kelud dimanfaatkan untuk kegiatan pertanian dengan sistem irigasi dan pemukiman. Dataran aluvial merupakan daerah pengendapan material erupsi yang berasal dari Gunungapi Kelud. Material sudah mengalami sortasi sehingga berukuran lebih halus dengan jenis material pasiran. Kegiatan pertambangan pasir dan batu juga banyak terdapat pada kawasan dataran aluvial terutama pada sungai-sungai yang berhulu di Gunungapi Kelud.

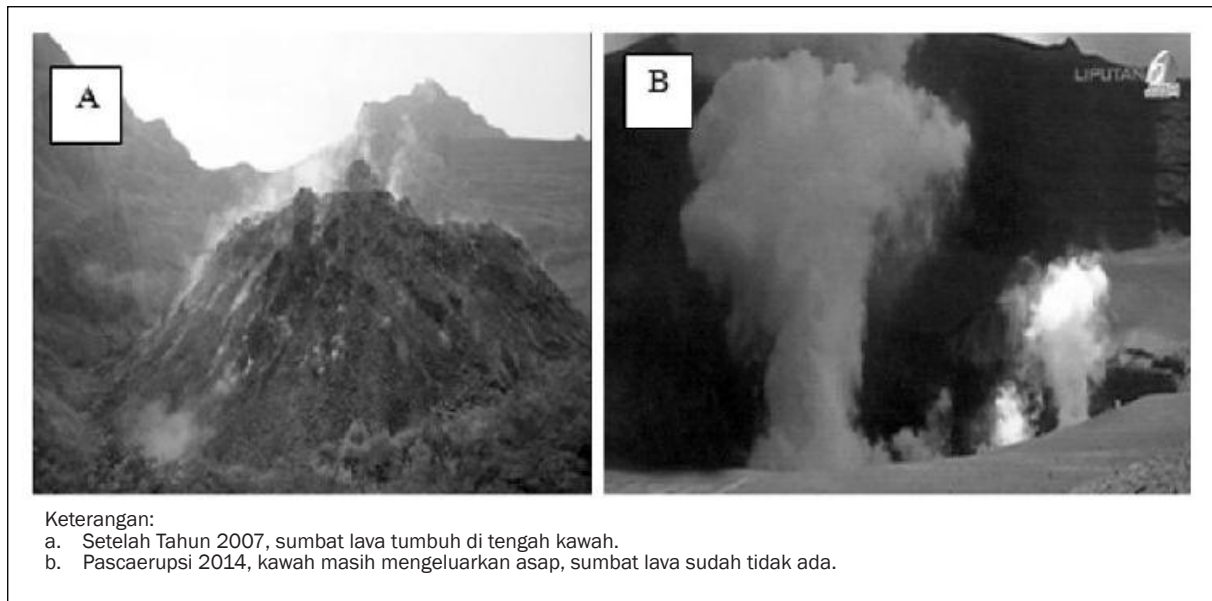
3.3. Kondisi Lahan Pascaerupsi Gunungapi Kelud Tahun 2014

Lahan kawasan Gunungapi Kelud pascaerupsi tahun 2014 banyak mengalami perubahan terutama pada kondisi lahan. Lahan kawasan Gunungapi Kelud pada bagian puncak, lereng atas, lereng tengah dan lereng bawah mengalami perubahan konfigurasi. Lahan berubah karena tertutup material hasil erupsi. Material baru menumpuk pada permukaan lahan yang menyebabkan perubahan pada relief kawasan Gunungapi Kelud. Material hasil erupsi tahun 2014 yang menumpuk pada permukaan lahan bersifat pumisitik.

Kawasan puncak Gunungapi Kelud mengalami perubahan total pascaerupsi tahun 2014. Puncak Gunungapi Kelud yang semula adalah kubah lava berubah menjadi danau kawah kembali pascaerupsi meski air yang mengisi danau belum banyak (Gambar 6). Vegetasi yang menutupi kawasan puncak Gunungapi Kelud habis terbakar. Kondisi pariwisata yang terdapat dibagian puncak juga hancur total. Kawasan puncak Gunungapi Kelud tertutup material tebal hasil erupsi dari material berukuran bom hingga pasir dan abu.



Gambar 5. Peta Penggunaan Lahan Gunungapi Kelud dan Sekitarnya.
Sumber: Rahmadana, dkk., 2014.

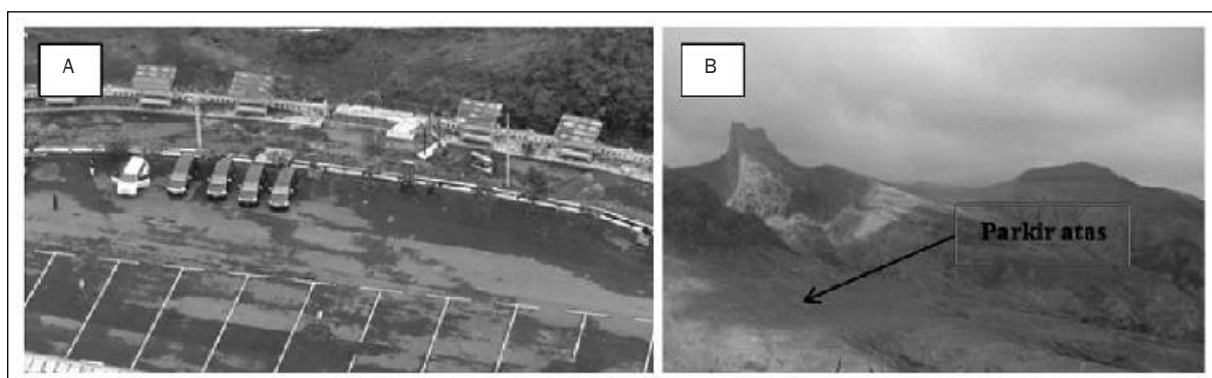


Gambar 6. Perubahan Kondisi Kawah Gunungapi Kelud.
 Sumber: Wardhani, 2014; news.liputan6.com.

Kawasan lereng atas dan lereng tengah kawasan Gunungapi Kelud mengalami perubahan pada kondisi relief. Lembah-lembah yang terdapat di lereng atas dan lereng tengah Gunungapi Kelud terisi dengan material erupsi. Material erupsi yang mengisi lembah didominasi oleh material pumice. Kondisi tanaman yang menutup permukaan kawasan lereng atas habis terbakar, namun tanaman yang berada di lereng tengah hanya sebagian yang mengalami kerusakan. Sebagian besar tanaman rusak karena jatuhnya material erupsi.

Kawasan lereng bawah dan dataran aluvial kawasan Gunungapi Kelud mengalami kerusakan dalam hal fisik. Kawasan lereng bawah dan dataran aluvial yang banyak terdapat bangunan fisik mengalami kerusakan karena jatuhnya material erupsi Gunungapi Kelud. Atap bangunan banyak yang ambruk karena tidak kuat menahan berat endapan material erupsi. Material erupsi yang jauh di kawasan ini adalah pumice dengan ukuran 50 mm - 3 cm, pasir dan abu. Kondisi tanaman juga banyak yang rusak dan mati karena daun tertutup pasir dan abu.

Kegiatan penggunaan lahan pascaerupsi mengalami perubahan karena kondisi lahan yang berubah pascaerupsi Gunungapi Kelud tahun 2014. Kegiatan penggunaan lahan untuk kegiatan pariwisata ke kawah Gunungapi Kelud sudah tidak dapat dilakukan karena kondisi fasilitas wisata yang hancur total dan terkubur oleh material erupsi (Gambar 7). Kegiatan penggunaan lahan untuk hutan berubah karena semua tanaman yang terdapat di kawasan puncak dan lereng atas habis terbakar. Kegiatan perkebunan dan pertanian juga mengalami perubahan karena tanah yang digunakan untuk media menanam tertutup dengan material erupsi. Perlu adanya pengelolaan untuk kegiatan penggunaan lahan pascaerupsi disesuaikan dengan kondisi lahan baru yang terbentuk pascaerupsi.



Gambar 7. Kondisi Tempat Parkir Bagian Atas. A). Praerupsi Tahun 2014; B). Pascaerupsi Tahun 2014. Kondisi Tempat Parkir Pascaerupsi 2014 Sudah Tidak Dapat Dikenali Karena Tertimbun Material Erupsi Yang Sangat Tebal.
 Sumber: Sartohadi, 2014; Wardhani, 2014.

3.4. Peluang Penghidupan Pasca Erupsi Gunungapi Kelud Tahun 2014

Perubahan lahan pada kawasan Gunungapi Kelud pasti akan terjadi karena Gunungapi Kelud masih aktif hingga sekarang. Perubahan pada lahan dapat menjadi peluang hidup baru bagi masyarakat yang tinggal di Kawasan Gunungapi Kelud. Perubahan lahan karena proses erupsi tidak seluruhnya merupakan bencana karena proses erupsi gunungapi mengeluarkan material yang mengandung mineral yang dibutuhkan makhluk hidup. Perubahan lahan bukan lagi sebuah bencana namun menjadi berkah bagi masyarakat apabila dapat membaca peluang dalam menggunakan lahan yang baru.

Sumberdaya lahan baru yang dapat menjadi peluang hidup bagi masyarakat kawasan Gunungapi Kelud adalah pemandangan alam dan material baru hasil erupsi. Berdasarkan hasil penelitian dari Martin dan Erns (2005) erupsi gunungapi menghasilkan material baru yang dapat digunakan untuk pertambangan dan Gaudru (2014) mengatakan bahwa kawasan gunungapi merupakan objek wisata yang menarik. Masyarakat yang tinggal di kawasan Gunungapi Kelud dapat mengelola sumberdaya lahan baru yang terbentuk sehingga dapat digunakan sebagai strategi dalam mengatasi masa krisis pascaerupsi Gunungapi Kelud.

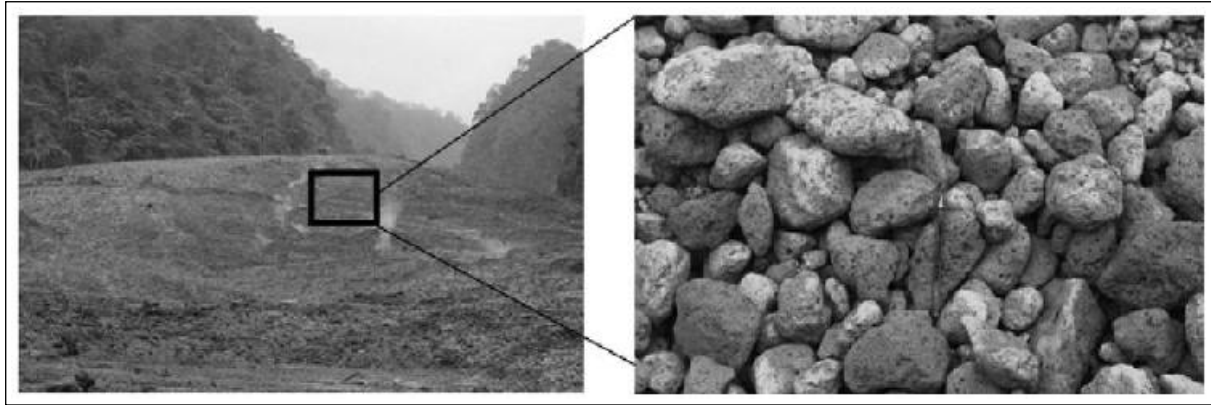
Pariwisata yang dapat diangkat pascaerupsi Gunungapi Kelud adalah wisata bencana. Kawasan Gunungapi Kelud pascaerupsi memiliki pemandangan alam yang eksotis, menyajikan panorama pegunungan dengan adanya bekas hutan terbakar dan tumpukan material erupsi. Pemandangan alam seperti ini diminati oleh sebagian masyarakat yang penasaran dengan kondisi Gunungapi Kelud pascaerupsi. Wisata bencana lainnya yang menarik wisatawan pascaerupsi Gunungapi Kelud adalah tumpukan material dan munculnya aliran air panas di sungai-sungai yang berhulu di Gunungapi Kelud. Wisatawan berdatangan untuk menyaksikan fenomena alam tersebut (Gambar 8).



Gambar 8. Antusiasme Wisatawan yang Berkunjung ke Gunungapi Kelud.
Sumber: Wardhani, 2014.

Pemerintah daerah setempat, wisata bencana bila dikelola dengan baik akan mendatangkan keuntungan yang besar seperti contoh wisata bencana di Merapi, Yogyakarta (Wiajayanti, 2013). Wisata bencana dapat menciptakan lapangan kerja bagi masyarakat sekitar Gunungapi Kelud dengan menyediakan jasa seperti berjualan makanan dan minuman, parkir, souvenir hingga menjadi pemandu wisata. Wisata bencana yang terjadi pascaerupsi Gunungapi Kelud dapat digunakan sebagai pembangkit ekonomi masyarakat pascaerupsi namun sayangnya belum mendapat perhatian dari masyarakat.

Material hasil erupsi Gunungapi Kelud tahun 2014 yang dominan pumice tersedia banyak di sungai-sungai yang berhulu di Gunungapi Kelud (Gambar 9). Material pumice dapat bernilai jual tinggi bila dapat mengolahnya. Material hasil erupsi Gunungapi Kelud tahun 2014 belum mendapat perhatian dari masyarakat maupun pemerintah daerah. Material pumice dianggap tidak mempunyai harga jual tinggi sehingga masyarakat tidak mau menambanginya. Material pumice dapat dimanfaatkan untuk bata ringan, beton ringan, pabrik jeans, hingga perawatan kecantikan (Ernst dan Marti, 2005).



Gambar 9. Endapan Material Pumice di Kali Putih Kabupaten Blitar.
Sumber: Wardhani, 2014.

4. KESIMPULAN

Erupsi Gunungapi Kelud tahun 2014 telah menyebabkan perubahan pada kondisi lahan di kawasan Gunungapi Kelud. Erupsi Gunungapi Kelud yang mengeluarkan material erupsi mengubah konfigurasi bentuk lahan kawasan Gunungapi Kelud. Perubahan pada bentuk lahan kawasan Gunungapi Kelud dapat memberi berkah/manfaat bagi masyarakat bila masyarakat dapat membaca perubahan lingkungan. Lahan baru yang terbentuk pascaerupsi dapat menjadi pembangkit ekonomi masyarakat pascaerupsi. Lahan baru yang terbentuk pascaerupsi seperti pemandangan alam yang eksotis dan material baru hasil erupsi. Erupsi Gunungapi Kelud bukan lagi dianggap sebagai bencana yang merusak melainkan penaburan berkah bagi masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan Gunungapi Kelud. Untuk dapat bertahan melewati masa krisis pascaerupsi masyarakat harus menyesuaikan mata pencahariannya dengan dinamika lingkungan fisik yang ada di sekitarnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada untuk teman-teman di *Kelud Research Group* antara lain Aries Dwi Wahyu R., M.Sc., Febrian Maritimo, S.Si., Evi Dwi, M.Sc., Edwin Maulana, M.Sc., Elok Surya Pratiwi, S.Si., Garry Kusuman W., S.Si., Galih Aries, S.Pd., Alzaena Ulya R., S.Si., Anastasian Neni, S.Si dan Listyo Yudha, M.Pd., yang telah banyak membantu penulis dalam pengumpulan data.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bachri, S., Stotter, J., Monreal, M., Sartohadi, J., 2015, "The Calamity of Eruptions, or An Eruption of Benefits? Mt. Bromo Human Volcano System a Case Study of an Open Risk Perception", *Natural Hazards dan Earth System Sciences*, Vol. 15, Hal. 277-290.
2. Badrudin, M., 1994, "Kelut Volcano Monitoring: Hazards, Mitigation, and Changes in Water Chemistry Prior to The 1990 Eruption", *Chemical Journal*, Vol. 28, Hal. 233-241.
3. Berger, M., Bernard, A., Sumarti, S., Sriwana, T., Sitorus, K., 2000, "Crater Lakes of Java: Dieng, Kelud, Ijen", *Excursion Guidebook IAVCEI Bali*, 2000.
4. Bourdier, J.L., Pratomo, I., Thouret, J.C., Boudon, G., Vincent, P., 1997, "Observations, Stratigraphy and Eruptive Processes of The 1990 Eruption of Kelut Volcano Indonesia", *Journal of Volcanology dan Geothermal Research*, Elsevier, Vol. 79, Hal. 181-203.
5. Emilia, P., dan Carmela, D., 1992, *Forest in Changing Environment on The Etna Volcano*, Netherldan: Springer Netherldans.
6. Ernst, G dan Marti, J., 2005, *Volcanoes and The Environment*, Amerika: Cambridge University Press.
7. Gaudru, Henry, 2014, "Volcano Tourism: The Effect of Erupstions dan Disasters", Springer, Hal. 337-350.
8. Hefner, Robert, 1999, *Geger Tengger: Perubahan Sosial dan Perkelahian Politik*, Yogyakarta: LkiS.
9. Kelman, I dan Mather, T.A., 2008, "Living with Volcanoes: The sustainable livelihoods approach for

- volcano-related opportunities”, Science Direct, No. 172, hal. 189-198.
10. Marti, J. dan Ernst, G.J., 2005, Lagvine, F., Gunnell, Y., 2006, “Land Cover Change and Abrupt Environmental Impacts on Java Volcanoes, Indonesia: Long Term Perspective on Recent Events”, Springer, Environ Change, No. 6, Hal. 86-100.
 11. Rahmadana, A., Sartohadi, J., Munawaroh, 2014, Bunga Rampai: Pengelolaan Bencana Kegunungapian kelud pada periode Krisis Erupsi 2014, Diedit oleh: Junun Sartohadi dan Elok Surya Pratiwi, Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
 12. Wardhani, P., Rahmadana, A., Maritimo., F., 2014, Bunga Rampai: Pengelolaan Bencana Kegunungapian kelud pada periode Krisis Erupsi 2014, Diedit oleh: Junun Sartohadi dan Elok Surya Pratiwi, Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
 13. Wardhani, Puspita Indra, 2013, “Mekanisme Bertahan Masyarakat Tengger di Probolinggo Terhadap Erupsi Gunungapi Bromo Tahun 2010-2011”, Tesis:Universitas Gadjah Mada.
 14. Wijayanti, Anastasia Ratna Wahyu, 2013, “Perubahan Pekerjaan Masyarakat Sebagai Akibat dari Bencana, Studi Kasus: Kawasan Wisata Volcano Tour Gunung Merapi, Desa Umbulharjo, Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman”, Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota, Vol. 24, No. 1, Hal. 19-34.

BAGIAN III
GERAKAN
TANAH

IDENTIFIKASI OBJEK LONGSOR BERDASARKAN PERUBAHAN MULTI-TEMPORAL INDEKS VEGETASI PADA CITRA LANDSAT 8 LDCM (Studi Kasus: Kejadian Longsor 12 Desember 2014 di Karangkoban, Banjarnegara, Jawa Tengah)

Oleh:

Fajar Yulianto^{a,1,*}, Taufik Maulana^{a,2}, Suwarsono^{a,3}, Muhammad Priyatna^{a,4}

^aPusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN),
Jl. Kalisari LAPAN No. 8, Pasar Rebo Jakarta Timur 13710

*E-mail: fajar.yulianto@lapan.go.id; fajar.lapan.rs@gmail.com

Abstrak

Bencana alam adalah suatu kejadian dipermukaan bumi yang menyebabkan kerusakan, kerugian harta benda atau asset, seperti: bangunan, rusaknya sistem komunikasi, lahan pertanian, dan sebagainya. Selain itu, kejadian bencana terkadang juga dapat berdampak pada korban manusia, peternakan dan lain-lainnya. Pemanfaatan data penginderaan jauh dengan berbagai karakteristik baik resolusi spasial, spektral, dan temporal yang dikombinasikan dengan berbagai data lainnya, seperti: foto udara hasil pemotretan dengan drone atau UAV dapat digunakan untuk melengkapi kegiatan pengelolaan bencana. Pada penelitian ini, pemanfaatan data penginderaan jauh multi-temporal citra Landsat 8 LDCM (akuisi data sebelum dan sesudah longsor) digunakan untuk mengidentifikasi objek longsor yang terjadi pada tanggal 12 Desember 2014 di Kecamatan Karangkoban, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah. Metode analisis perubahan lahan yang terjadi akibat longsor dilakukan dengan memperhitungkan perubahan nilai indeks vegetasi dalam hal ini adalah Normalized Differential Vegetation Index (NDVI) pada saat sebelum dan sesudah longsor. Analisis parameter pusat kecenderungan (central tendency), perubahan dan pergeseran parameter atau ukuran lokasi objek longsor dapat digunakan untuk menunjukkan adanya keterkaitan antara parameter tersebut dengan perubahan nilai indeks vegetasi yang terjadi akibat longsor di daerah penelitian. Hasil perhitungan tingkat akurasi dan realibilitas dari penggunaan metode tersebut terhadap peta referensi citra satelit Pléiades menunjukkan hasil sebesar 64.15% dan 63.48%. Hasil perhitungan perkiraan luas longsor berdasarkan perhitungan indeks NDVI adalah sebesar 10.46 Ha. Sedangkan hasil, perhitungan luas longsor berdasarkan peta referensi adalah sebesar 10.89 Ha.

Kata kunci: LANDSAT LDCM multi-temporal, NDVI, longsor, Banjarnegara, Jawa Tengah.

1. PENDAHULUAN

Longsor adalah salah satu proses geologi yang biasanya terjadi di daerah perbukitan dan pegunungan dengan berbagai variasi skala secara spasial dan temporal. Kondisi tersebut mempunyai berbagai macam pengaruh, yang sangat bergantung pada pola spasial, frekuensi, dan besarnya kejadian longsor (Palmquist & Bible 1980; Densmore & Hovius 2000; McKean & Roering 2004). Pengaruh dari kejadian longsor memiliki peranan yang sangat signifikan dalam perkembangan evolusi landscape, yang memberikan ancaman bagi penduduk, ekonomi, dan lingkungan disekitarnya. Pemetaan distribusi geografis, jumlah, dan jenis longsor adalah kegiatan penting yang dapat digunakan untuk menilai bahaya, kerentanan, dan risiko longsor pada suatu wilayah (Glade et al. 2005; Guzzetti et al. 2005; Nadim et al. 2006; Van Westen et al. 2006; Piacentini et al. 2012; Mondini et al. 2013).

Di Indonesia, longsor merupakan salah satu jenis bencana yang sering terjadi dan mempunyai tingkat frekuensi kejadian yang tinggi. Kejadian longsor pada 12 Desember 2014 di Kecamatan Karangkoban, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah (Gambar 1 dan Gambar 2), merupakan salah satu kejadian longsor yang telah menewaskan lebih dari 100 jiwa (BNPB 2014).



Gambar 1. Lokasi Daerah Penelitian di Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah.

Upaya pemetaan objek longsor dapat dilakukan dengan berbagai pendekatan, seperti: pengukuran survei lapangan, dan interpretasi data penginderaan jauh. Kedua pendekatan tersebut memiliki beberapa kelebihan dan kelemahan dalam pelaksanaannya. Pendekatan dengan pengukuran dilapangan memiliki kelebihan akurasi yang relatif tepat dan baik, namun memiliki keterbatasan waktu operasional dilapangan yang lebih lama. Sedangkan, pendekatan dengan interpretasi data penginderaan jauh memiliki kelebihan proses pengolahan dan operasional yang relatif cepat dan mampu menjangkau wilayah yang luas, namun memiliki kelemahan pada tingkat akurasi yang dihasilkan dan tertutupnya objek-objek yang ada di permukaan bumi oleh awan dan bayangan awan, hal ini biasa dijumpai pada jenis citra penginderaan jauh dengan sensor optik (Saba *et al.* 2010; Fiorucci *et al.* 2011; Mondini & Chang 2014).



Gambar 2. Dampak Longsor Tanggal 12 Desember 2014 di Daerah Penelitian.

Interpretasi secara visual dalam mengidentifikasi objek longsor adalah metode klasik yang bersifat subjektif dan kurang praktis, jika dilakukan untuk pengamatan berulang (temporal) dan memiliki area yang luas. Pengembangan beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengatasi kelemahan pada pendekatan interpretasi secara visual dengan membuat pendekatan metode yang lebih otomatis atau semi otomatis dalam mengidentifikasi objek longsor (Graham *et al.* 2010; Martha *et al.* 2010; Stumpf & Kerle 2011; Stumpf *et al.* 2012). Pendekatan tersebut dilakukan dengan melakukan deteksi dan ekstraksi fitur-fitur objek dalam operasi dasar pengolahan citra satelit secara digital, seperti yang telah dilakukan oleh: Quackenbush 2004; Mendonca & Campilho 2006; Papari & Petkov 2011; Stumpf *et al.* 2013.

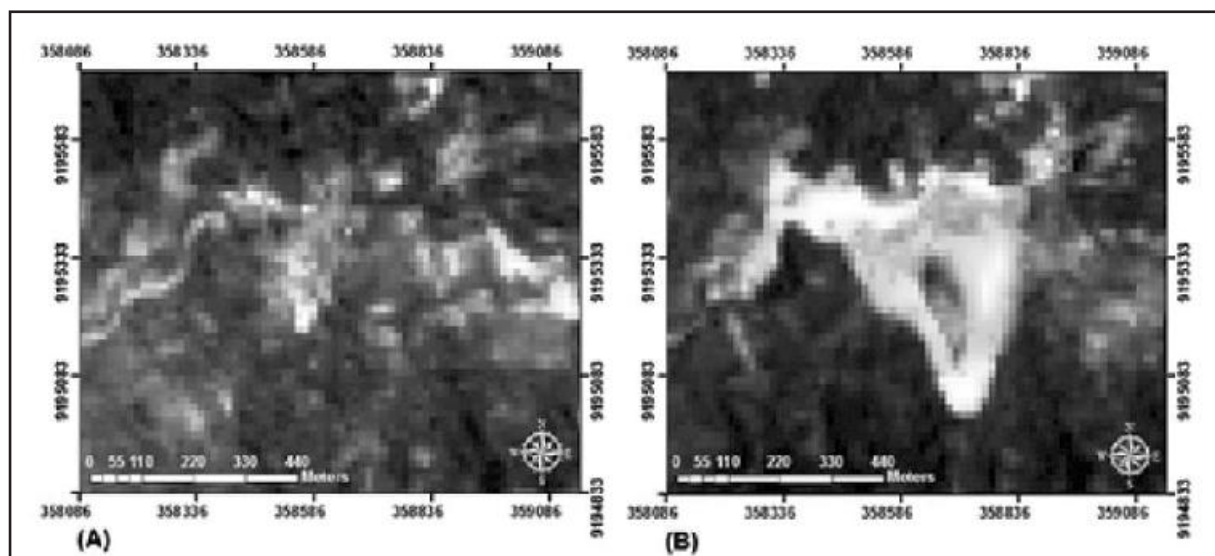
Pada penelitian ini, salah satu pendekatan pada pengolahan citra satelit secara digital yang digunakan untuk mengidentifikasi objek longsor adalah dengan teknik mendeteksi perubahan (*change detection*). Pada pendekatan ini, identifikasi dapat dilakukan dengan perhitungan perubahan kondisi fitur objek pada saat sebelum (*pre-*) dan sesudah (*post-*) terjadi longsor (Jianya *et al.* 2008). Perubahan indeks vegetasi secara muti temporal dapat dilakukan dengan perhitungan *Normalized Differential Vegetation Index (NDVI)*, yang diterapkan pada data citra satelit (Mondini *et al.* 2011).

Identifikasi objek longsor tersebut dapat dikenali atau diketahui dengan asumsi bahwa setiap adanya kejadian longsor, fitur-fitur objek bervegetasi akan tergerus, rusak, tertutup, dan tertimbun oleh material longsor yang terdiri dari campuran air, bongkahan batu, pasir, dan tanah. Sehingga, hal tersebut dapat mengakibatkan terjadinya perubahan nilai indeks vegetasi di lokasi longsor dan sekitarnya. Adanya perubahan yang mencolok terhadap nilai NDVI tersebut dapat dikenali dan diasumsikan sebagai objek longsor. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui optimalisasi pemanfaatan citra Landsat 8 LDCM dalam mengidentifikasi objek kejadian longsor pada tanggal 12 Desember 2014 di daerah penelitian, berdasarkan analisis dan perhitungan perubahan multi temporal indeks vegetasi.

2. METODE

2.1. Bahan dan Alat Penelitian

Pada penelitian ini data multi-temporal (beda waktu) pada citra Landsat 8 LDCM dengan akuisisi tanggal 11 Juni 2014 sebelum longsor (*Pre-T1*) dan tanggal 22 Februari 2015 sesudah longsor (*Post-T2*) digunakan untuk mengidentifikasi area longsor di daerah penelitian berdasarkan periode kejadiannya pada tanggal 12 Desember 2014 (Gambar 3). Kedua data tersebut telah diakuisisi oleh LAPAN dengan informasi proyeksi citra dalam sistem koordinat Geografis dan *Universal Transverse Mercator (UTM)* dan format datum pada *World Geodetic Surveys 1984* atau (*WGS84*). Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *ERMMapper 7.0* dan *ArcGIS 10.0*.



Gambar 3. Citra Satelit Landsat 8 LDCM. (A) Akuisisi Data Tanggal 11 Juni 2014 Sebelum Kejadian Longsor (*Pre-T1*). (B) Akuisisi Data Tanggal 22 Februari 2015 Sesudah Kejadian Longsor (*Post-T2*).

2.2. Pengolahan Data Awal (Pre-Processing)

Produk standart dari citra Landsat 8 LDCM adalah data yang tersedia dalam format 16-bit unsigned interger, sehingga konversi nilai *Digital Number (DN)* ke dalam nilai reflektansi (*Top of Atmosphere (TOA)*) dilakukan untuk merescale nilai DN pada citra ke dalam nilai reflektansi atau radian. Tahapan pada proses tersebut terdiri atas: konversi nilai DN ke nilai radian dan konversi nilai radian ke nilai reflektansi. Adapun formula yang dapat digunakan dapat disajikan dalam persamaan 1 dan 2 (Chavez 1988; USGS 2013a; USGS 2013b).

$$L\lambda = ML * Q_{cal} + AL \dots\dots\dots (1)$$

Dimana: $L\lambda$ adalah spektral radian TOA. ML adalah spesifikasi dari band atau saluran, dan faktor *multiplicative rescaling* dapat diperoleh dari metadata. AL adalah spesifikasi dari band atau saluran, dan faktor *additive rescaling* dapat diperoleh dari metadata. Q_{cal} adalah nilai piksel standar produk yang telah terkuantisasi dan terkalibrasi dalam bentuk *Digital Number (DN)*.

$$\rho\lambda = M_p * Q_{cal} + A_p \dots\dots\dots (2)$$

Dimana: $\rho\lambda$ adalah reflektansi TOA tanpa koreksi sudut matahari (*solar angle*). M_p adalah spesifikasi dari band atau saluran, dan faktor *multiplicative rescaling* dapat diperoleh dari metadata. A_p adalah spesifikasi dari band atau saluran, dan faktor *additive rescaling* dapat diperoleh dari metadata. Q_{cal} adalah nilai piksel standar produk yang telah terkuantisasi dan terkalibrasi dalam bentuk *Digital Number (DN)*.

2.3. Identifikasi Objek Longsor

Pada penelitian ini, identifikasi objek longsor dilakukan dengan melakukan perhitungan perubahan multi temporal pada indeks vegetasi di daerah penelitian. Perhitungan indeks vegetasi yang dipergunakan adalah *Normalized Differencial Vegetation Index (NDVI)*, yang diformulasikan berdasarkan persamaan 3. Sedangkan, perubahan nilai NDVI dapat diformulasikan berdasarkan persamaan 4 (Hayes & Sader 2001; Mondini et al. 2011).

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana: $NDVI$ adalah *Normalized Differencial Vegetation Index*. NIR adalah saluran *near infrared* pada citra Landsat 8 LDCM (band 5 dengan panjang gelombang 0.845–0.885 μm). Red adalah saluran *visible red* pada citra Landsat 8 LDCM (band 4 dengan panjang gelombang 0.630–0.680 μm).

$$\Delta NDVI = NDVI_{Post - T2} - NDVI_{Pre - T1} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana: $\Delta NDVI$ adalah selisih atau perubahan antara nilai NDVI sesudah dan NDVI sebelum kejadian longsor. $NDVI_{Post - T2}$ adalah nilai NDVI pada saat sesudah kejadian longsor. $NDVI_{Pre - T1}$ adalah nilai NDVI pada saat sebelum kejadian longsor.

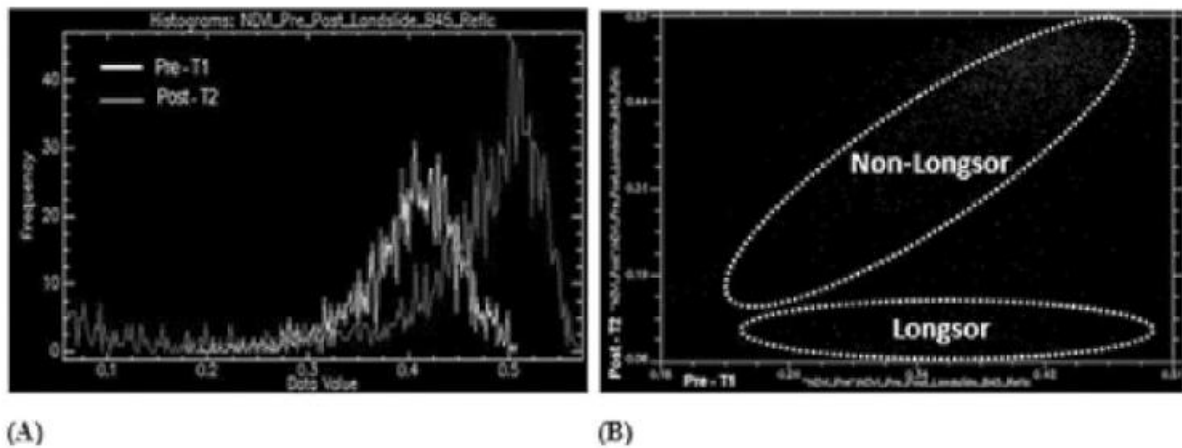
2.4. Perhitungan Akurasi Hasil Identifikasi Objek Longsor

Evaluasi hasil identifikasi objek longsor dapat dilakukan dengan melakukan perhitungan akurasi dari kelas objek longsor yang telah dihasilkan berdasarkan perhitungan perubahan indeks vegetasi dengan peta referensi. Pada penelitian ini, peta referensi yang digunakan adalah ekstraksi poligon area longsor yang diinterpretasi dari citra *Pléiades* (pascalongsor). Gambar 4 menunjukkan peta referensi lokasi longsor yang diinterpretasi berdasarkan citra *Pléiades* untuk perhitungan akurasi pemetaan area longsor di daerah penelitian menggunakan perubahan indeks vegetasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi objek longsor pada penelitian ini dilakukan berdasarkan perhitungan indeks vegetasi, dalam hal ini adalah perubahan multi temporal nilai indeks NDVI. Pada citra Landsat 8 LDCM perhitungan

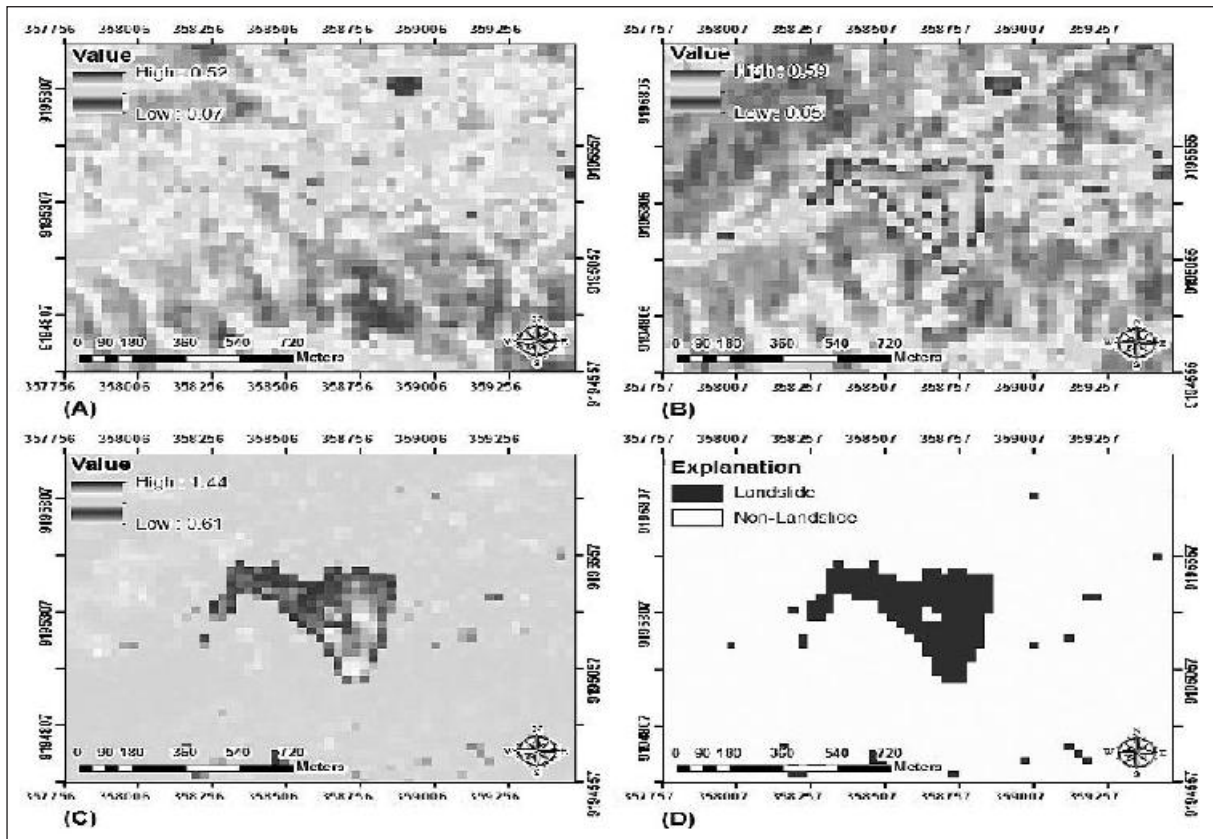
Perbedaan distribusi nilai piksel NDVI pada citra Landsat 8 LDCM saat sebelum dan sesudah terjadinya longsor di daerah penelitian dapat disajikan dalam Gambar 5a. Sedangkan, pemilahan distribusi nilai piksel NDVI untuk membedakan longsor dan non longsor dapat disajikan dalam Gambar 5b. Hasil tersebut menunjukkan adanya pergeseran nilai puncak dan rentang distribusi piksel NDVI. Hal ini diasumsikan bahwa jika tidak ada pergeseran nilai puncak dan rentang distribusi maka dapat dipastikan tidak ada perubahan objek permukaan apapun yang disebabkan oleh longsor. Sedangkan, jika terjadi pergeseran nilai puncak dan rentang tersebut maka dapat dipastikan ada perubahan objek permukaan yang disebabkan oleh longsor. Secara spasial hasil perhitungan nilai NDVI pada saat sebelum longsor (Pre-T1) dapat disajikan dalam Gambar 6a. Sedangkan, hasil perhitungan nilai NDVI saat sesudah longsor (Post-T2) dapat disajikan dalam Gambar 6b. Hasil perhitungan Δ NDVI sebelum dan sesudah longsor, dan pengkelasan objek longsor dan non longsor dapat disajikan pada Gambar 6c dan 6d. Hasil perhitungan parameter statistik perbedaan nilai NDVI lokasi objek longsor pada kondisi sebelum (Pre-T1) dan sesudah (Post-T2) longsor di daerah penelitian dapat disajikan pada Tabel 2. Hasil perhitungan menunjukkan nilai rata-rata (*mean*) NDVI pada objek longsor sebesar 0.358 sebelum terjadi longsor dan sebesar 0.077 pada saat sesudah terjadi longsor. Hal tersebut menunjukkan bahwa sebelum terjadinya bencana di lokasi kejadian longsor memiliki nilai indeks NDVI yang lebih tinggi karena adanya tutupan vegetasi pada lokasi tersebut. Sedangkan pada saat sesudah terjadi longsor nilai NDVI menjadi lebih rendah, hal ini dikarenakan telah terjadi perubahan tutupan lahan atau vegetasi menjadi objek longsor yang terdiri dari campuran material tanah dan air.



Gambar 5 (A) Perbedaan Distribusi Nilai Piksel NDVI Citra Landsat 8 LDCM Pada Saat Sebelum (Pre-1) dan Sesudah (Pre-2) Terjadinya Longsor di Daerah Penelitian. (B) Pemilahan Distribusi Nilai Piksel NDVI Citra Landsat 8 LDCM Pada Saat Sebelum (Pre-1) dan Sesudah (Pre-2) Untuk Membedakan Longsor dan Non-Longsor.

Tabel 2. Perhitungan Parameter Statistik Perbedaan Nilai NDVI Lokasi Objek Longsor pada Kondisi Sebelum (Pre-T1) dan Sesudah (Post-T2) Longsor pada Citra Landsat 8 LDCM di Daerah Penelitian

Statistics for dataset	NDVI	
	Pre-T1	Post-T2
<i>Minimum</i>	0.262	0.059
<i>Maximum</i>	0.455	0.113
<i>Mean</i>	0.358	0.077
<i>Median</i>	0.311	0.074
<i>Std. Dev.</i>	0.077	0.016
<i>Corr. Eigenval</i>	1.555	0.445
<i>Cov. Eigenval</i>	0.006	0.000



Gambar 6. (A) Nilai NDVI pada Saat Sebelum Longsor (Pre-T1). (B) Nilai NDVI pada Saat Sesudah Longsor (Post-T2). (C) Nilai Δ NDVI pada Saat Sebelum dan Sesudah Longsor. (D) Hasil Pengkelasan Objek Longsor dan Non Longsor Berdasarkan Pendekatan Nilai *Threshold*.

Perhitungan akurasi diperlukan untuk mengetahui optimalisasi dan efektivitas dari pemanfaatan citra Landsat 8 LDCM untuk mengidentifikasi objek longsor di daerah penelitian pada tanggal 12 Desember 2014 berdasarkan perubahan multi temporal indeks vegetasi dalam hal ini adalah NDVI. Peta referensi yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil interpretasi dan digitasi objek longsor pada citra satelit Pléiades di daerah penelitian. Hasil perhitungan yang disajikan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa penggunaan indeks NDVI mampu menggambarkan kondisi objek longsor dengan tingkat akurasi berdasarkan peta referensi adalah sebesar 64.15% (hasil perhitungan $(89.02 + 39.28)/2$). Sedangkan, tingkat reliabilitas adalah sebesar 63.48% (hasil perhitungan $(88.62 + 38.33)/2$). Hasil perhitungan perkiraan luas longsor berdasarkan perhitungan indeks NDVI adalah sebesar 10.46 Ha. Sedangkan hasil, perhitungan luas longsor berdasarkan peta referensi adalah sebesar 10.89 Ha. Perbedaan tersebut dapat terjadi karena adanya perbedaan resolusi spasial antara citra Landsat 8 LDCM dengan citra satelit Pléiades yang dijadikan sebagai sumber referensi.

Tabel 3. Perhitungan Hasil Akurasi Confussion Matrix dari Penggunaan Indeks NDVI untuk Identifikasi Objek Longsor di Daerah Penelitian

<i>Confussion matrix</i>		Peta klasifikasi		<i>Accuracy</i>
		Non Longsor	Longsor	
Peta referensi	Non-Longsor	848086	104624	89.02
	Longsor	108888	168297	39.28
<i>Reliability</i>		88.62	38.33	

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, identifikasi objek longsor dapat dilakukan secara cepat menggunakan pendekatan indeks vegetasi dalam hal ini adalah NDVI yang dilakukan secara multi temporal. Penggunaan metode ini diterapkan untuk mengetahui optimalisasi dari pemanfaatan citra Landsat 8 LDCM dalam menunjang pengelolaan atau manajemen bencana. Hasil penelitian menunjukkan tingkat akurasi dan reliabilitas sebesar 64.15% dan 63.48% berdasarkan peta referensi. Artinya, pengembangan perlu dilakukan dalam penelitian selanjutnya untuk dapat menurunkan pendekatan atau penggabungan dengan indeks lainnya yang lebih baik, sehingga tingkat akurasi dan reliabilitas yang diharapkan dapat dicapai lebih baik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kami sampaikan kepada Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) yang telah menyediakan akuisisi data LANDSAT 8 LDCM serta data pendukung lainnya, dan teman-teman para peneliti atas masukan dan sarannya. Penelitian ini tidak menutup kemungkinan masih banyak kekurangannya, kritik dan saran yang membangun masih sangat diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Chavez, P.S.Jr., 1988. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. *Remote Sensing of Environment* 24,459-479.
2. Densmore, A.L., Hovius, N., 2000. Topographic fingerprints of bedrock landslides. *Geology* 28, 371-374.
3. Fiorucci, F., Cardinali, M., Carlà, R., Rossi, M., Mondini, A.C., Santurri, L., Ardizzone, F., Guzzetti, F., 2011. Seasonal landslides mapping and estimation of landslide mobilization rates using aerial and satellite images. *Geomorphology* 129, 59-70.
4. Graham, D.J., Rollet, A.-J., Piégay, H., Rice, S.P., 2010. Maximizing the accuracy of image based surface sediment sampling techniques. *Water Resources Research* 46 <http://dx.doi.org/10.1029/2008WR006940>.
5. Martha, T., Kerle, N., van Westen, C.J., Kumar, K., 2010. Characterising spectral, spatial and morphometric properties of landslides for semi-automatic detection using object-oriented methods. *Geomorphology* 116, 24-36.
6. McKean, J., Roering, J., 2004. Objective landslide detection and surface morphology mapping using high-resolution airborne laser altimetry. *Geomorphology* 57, 331-351.
7. Mendonca, A.M., Campilho, A., 2006. Segmentation of retinal blood vessels by combining the detection of centerlines and morphological reconstruction. *IEEE Transactions on Medical Imaging* 25, 1200-1213.
8. Mondini, A.C., Chang, K., 2014. Combining spectral and geoenvironmental information for probabilistic event landslide mapping. *Geomorphology* 213, 183-189.
9. Mondini, A.C., Guzzetti, F., Reichenbach, P., Rossi, M., Cardinali, M., Ardizzone, F., 2011. Semi-automatic recognition and mapping of rainfall induced shallow landslides using optical satellite images. *Remote Sensing of Environment* 115, 1743-1757.
10. Palmquist, R.C., Bible, G., 1980. Conceptual modelling of landslide distribution in time and space. *Bull. Int. Assoc. Eng. Geol.* 21, 178-186.
11. Papari, G., Petkov, N., 2011. Edge and line oriented contour detection: state of the art. *Image and Vision Computing* 29, 79-103.
12. Quackenbush, L.J., 2004. A review of techniques for extracting linear features from imagery. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 70, 1383-1392.
13. Saba, S.B., van der Meijde, M., van der Werff, H., 2010. Spatio temporal landslide detection for the 2005 Kashmir earthquake region. *Geomorphology* 124, 17-25.
14. Stumpf, A., Kerle, N., 2011. Object-oriented mapping of landslides using Random Forests. *Remote Sensing of Environment* 115, 2564-2577.
15. Stumpf, A., Lampert, T.A., Malet, J.-P., Kerle, N., 2012. Multi-scale line detection for landslide fissure mapping. *International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Munich, Germany*, p. 4.
16. Stumpf, A., Malet, J.-P., Kerle, N., Niethammer, U., Rothmund, S., 2013. Image-based mapping of surface fissures for the investigation of landslide dynamics. *Geomorphology* 186, 12-27.

17. USGS., 2013a. Landsat missions: frequently asked questions about the Landsat missions U. S. Geological Survey. Last modified: 5/30/123. Landsat.usgs.gov
18. USGS., 2013b. Using the U. S. Geological survey Landsat 8 product. Last modified: 5/30/123. Landsat7.usgs.gov

EVALUASI SISTEM PEMANTAUAN GERAKAN TANAH; PROSPEK MENUJU SISTEM PERINGATAN DINI YANG EFEKTIF

Oleh:

Subandriyo^{a,1}, Agus Budi Santoso^{a,2} Sapari Dwiyono^{a,3}, Nurudin^{a,4}

^aBalai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kebencanaan Geologi
Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi
Badan Geologi
Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

Abstrak

*Telah terpasang 14 stasiun pemantauan gerakan tanah tersebar di wilayah kabupaten yang rawan terhadap bencana gerakan tanah di Propinsi Jawa Tengah dan Jawa Barat. Sistem pemantauan gerakan tanah terdiri atas penakar curah hujan, ekstensometer dengan sistem akuisisi menggunakan data logger dilengkapi dengan catu daya baterai dan solar panel. Transmisi data seluruhnya menggunakan GSM dengan provider 2 operator yaitu Telkomsel dan XL. Penggunaan operator yang berbeda disebabkan cakupan layanan yang ada pada masing-masing stasiun. Data hasil monitoring disajikan dalam bentuk grafik secara real time yang dapat diakses oleh masyarakat melalui internet menggunakan Google Chrome atau smartphone android. Informasi data monitoring tanah longsor dapat diakses melalui: [//bpptkginfo.com](http://bpptkginfo.com) dan juga diakses secara local di kantor BPPTKG menggunakan Google Chrome melalui: **IP192.168.5.74**. Dengan sistem pemantauan ini, peringatan dini bisa dilakukan oleh pemerintah daerah setempat atau oleh komunitas secara langsung setelah diberikan pelatihan teknis yang memadai. Berdasarkan data monitoring, peringatan dini bisa disampaikan secara bertingkat seperti peringatan dini bahaya erupsi gunungapi yaitu Normal (tidak ada gejala), Waspada (terjadi hujan dengan intensitas tinggi), Siaga (mulai ada gerakan tanah yang terdeteksi oleh ekstensometer) dan Awas (ada percepatan gerakan tanah menuju kondisi kritis).*

Kata kunci: Gerakan tanah, pemantauan, curah hujan, ekstensometer, akuisisi data, peringatan dini.

1. PENDAHULUAN

Bencana gerakan tanah (tanah longsor) merupakan bencana yang paling banyak memakan korban dan ada kecenderungan meningkat sejak tahun 2005. Tahun 2005, ada 50 kejadian tanah longsor dengan jumlah korban meninggal 212 orang. Sementara, sejumlah 3.530 orang mengungsi. Kejadian longsor terbanyak dalam satu dekade terakhir adalah tahun 2010. Ada 400 kejadian longsor dengan 266 korban meninggal dan 4.239 korban yang harus mengungsi. Tahun 2014, ada 385 kejadian tanah longsor. Selain ratusan korban meninggal, ratusan rumah juga rusak dan belasan 13.262 orang harus mengungsi. "Tanah longsor menjadi bencana paling mematikan tahun 2014," kata Sutopo Purwo Nugroho, Kepala Pusat Data dan Hubungan Masyarakat Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB).

Faktor penyebab penyebab gerakan tanah dan mekanismenya telah diketahui dengan baik, sedangkan pemicu utamanya adalah curah hujan yang tinggi dan gempa bumi. Persoalan utama dalam mitigasi bencana longsor adalah sistem peringatan dini, baik secara spasial maupun temporal. Peringatan dini secara spasial, persoalannya adalah belum ada peta kerentanan gerakan tanah dalam skala operasional, yang bisa menunjukkan dimana lokasi yang paling potensial akan terjadi longsor, sehingga bisa dilakukan upaya mitigasi yang efektif. Peringatan dini secara temporal, hingga saat ini belum berhasil mendeteksi gejala awal gerakan tanah yang terukur dengan baik, sehingga bisa digunakan sebagai acuan dalam memberikan peringatan dini dengan tahapan sedemikian sehingga bisa diikuti dengan langkah-langkah penyelamatan yang prosedural.

Tulisan ini akan membahas landasan teori *Failure Forecast Method* (FFM) sebagai dasar dalam memberikan peringatan dini apabila mekanisme gerakan tanah memenuhi syarat-syarat yang diberikan. Disamping itu juga dijelaskan tentang sistem pemantauan gerakan tanah yang telah terpasang serta evaluasi data dan kinerja sistem. Kemudian dikemukakan konsep tahapan peringatan dini gerakan tanah berdasarkan FFM.

2. METODOLOGI

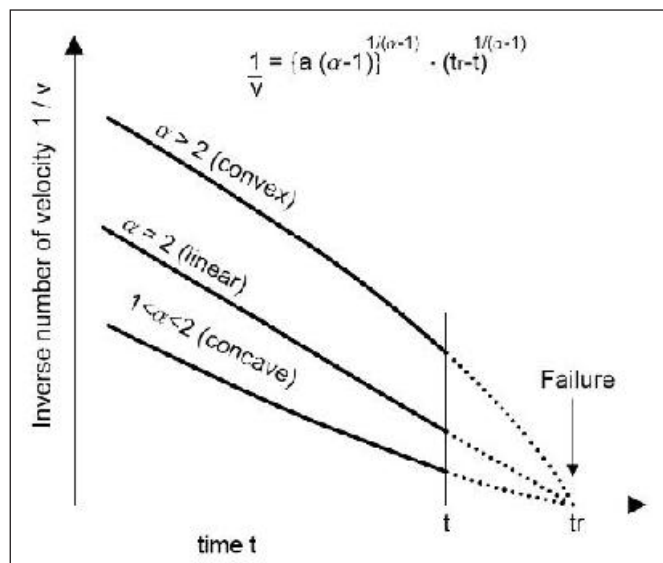
FFM (*Failure Forecast Method*) adalah sebuah metode penentuan waktu *failure* dari material dengan memanfaatkan perubahan nilai parameter yang berkembang menjelang terjadinya *failure* tersebut. Konsep ini bukan sesuatu yang baru. Pada tahun 1961, Saito dan Uezawa telah menunjukkan bahwa dengan menggunakan laju *strain* ketika terjadi rayapan waktu longsor dapat diprediksi. Selanjutnya Fukuzono (1985) dengan eksperimen gerakan tanah skala besar dengan pemicu hujan memformulasikan hubungan besaran kecepatan ($\dot{\Omega}$) dan percepatan ($\ddot{\Omega}$) pergeseran tanah sebagai berikut:

$$\ddot{\Omega} = A \dot{\Omega}^\alpha \quad (1)$$

dengan A dan α adalah konstanta yang diperoleh dari observasi. Penerapan prediksi dari formula ini adalah plot antara inversi dari kecepatan ($1/\dot{\Omega}$ atau $1/v$) dan waktu. Dimana waktu longsor diprediksikan ketika nilai kecepatan mendekati tak hingga sehingga inversi dari kecepatan menuju nilai 0 (Gambar 1). Pola dari grafik tergantung pada nilai α . Pada banyak kasus nilai α mendekati angka 2 yang dengan begitu akan diperoleh grafik yang berpola linear.

Persamaan 1 diinterpretasikan oleh Voight (1988) sebagai hukum fisika fundamental yang dari itu berkembang bentuk-bentuk *failure* dari material dalam kondisi tekanan dan suhu yang tetap. Di dalam domain vulkanologi Voight menerapkan konsep ini untuk prediksi waktu letusan. Dengan analogi antara mekanisme *failure* dan erupsi, parameter yang selain kecepatan regangan juga dapat digunakan seperti: deformasi geodetik, seismik, bahkan parameter kimia sekalipun dan tidak terbatas dengan inverse dari kecepatan namun bisa menggunakan kecepatan perubahan atau nilai besaran itu sendiri dengan cara penurunan persamaan 1 (Voight, 1989).

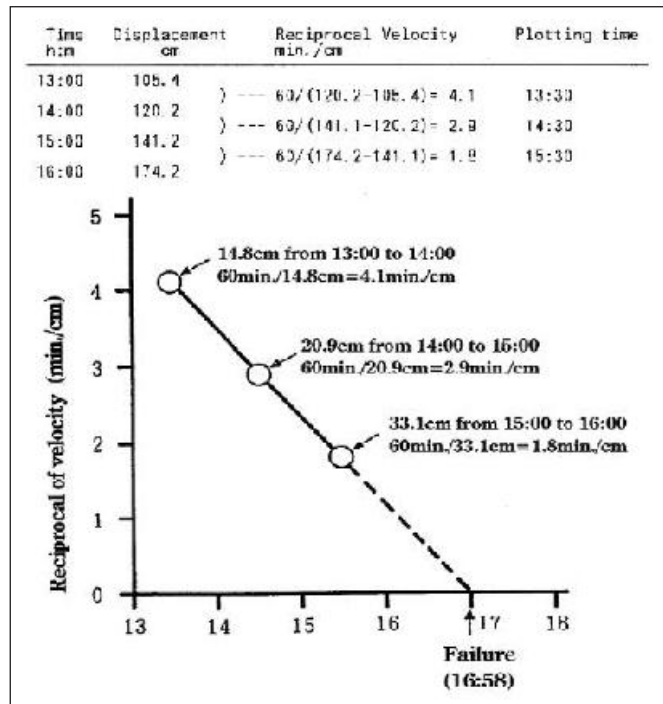
Dengan mengabaikan berbagai kompleksitas yang mungkin muncul penerapan prediksi menggunakan $\alpha = 2$ sangat mudah, yaitu hanya dengan minimal dua pengukuran saja dapat dilakukan prediksi. Gambar 2 adalah contoh penerapan pada kasus longsor di Jizukiyama Juli 1985. Pendekatan ini meskipun mudah penerapannya karena tidak memerlukan komputasi cukup dengan perhitungan manual, namun terkadang menimbulkan bias terkait dengan linearitas dari kurvanya. Dengan bertambahnya data terkadang gradiennya berubah atau justru tidak menjadi linear lagi. Untuk itu pendekatan non linear sering lebih dipilih ketika tersedia sumber daya yang diperlukan.



Gambar 1. Pola Kurva dari Inversi Nilai Kecepatan Pergeseran Permukaan Dengan Nilai A Yang Berbeda (Fukuzono 1985).

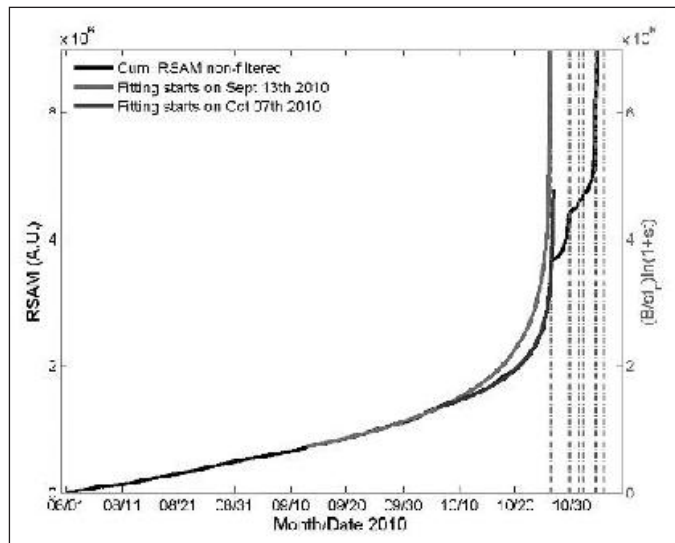
Tidak seperti pada inversi kecepatan yang tujuannya adalah mencari posisi perpotongan dengan sumbu waktu, pada pendekatan nonlinear waktu *failure* didefinisikan pada posisi asimtot dari kurva. Dalam hal kestabilan FFM dengan pendekatan nonlinear lebih baik dari pada pendekatan linear dari inversi kecepatan (Mufundirwa dkk, 2010; Budi-Santoso, 2013).

Di G. Merapi, menerapkan metode FFM non linear Budi-Santoso (2013) berhasil melakukan prediksi secara posteriori letusan 26 Oktober 2010 mulai 6 hari sebelum letusan dengan akurasi < 3 jam. Gambar 3 menunjukkan ilustrasi pemodelan kurva nonlinear tersebut. Parameter yang digunakan adalah besaran seismik dalam hal ini nilai RSAM (*Real time Seismik Amplitude Measurement*) pada frekuensi 3 - 5 Hz yang secara matematis setara dengan laju regangan (Cornelius and Voight, 1995; De la Cruz Reyna dan Reyes Davila, 2001).



Gambar 2. Contoh Aplikasi Prediksi Waktu *Failure* Untuk Kasus Longsor di Jizukiyama Juli 1985 Menggunakan $\alpha = 2$.

Metode FFM ini sangat prospektif untuk diterapkan dalam upaya mitigasi bencana tanah longsor di Indonesia. Data pergeseran yang diperoleh dari sistem pemantauan gerakan tanah yang dikembangkan oleh Badan Geologi dapat digunakan sebagai input dari metode FFM untuk prediksi waktu terjadinya longsor.



Gambar 3. Grafik Yang Mengilustrasikan Pemodelan Waktu *Failure* Secara Non Linear Untuk Kasus Letusan G. Merapi 26 Oktober 2010 Menggunakan Data RSAM Kumulatif. Pemodelan Yang Dimulai Tanggal 13 September 2010 Tidak Sesuai Lagi Ketika Mencapai Tanggal 5 Oktober 2010. Untuk Itu Dibuat Pemodelan Kembali Dengan Waktu Awal 7 Oktober 2010. Pemodelan Terakhir Menghasilkan Kecocokan Kurva Yang Konsisten Sampai Dengan Letusan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Konsep Sistem Peringatan Dini

Sistem peringatan dini tanah longsor sering disederhanakan dengan hanya sekedar peringatan jangka pendek akan terjadinya longsor. Sehingga sistem peringatan dini tanah longsor sering diidentikkan dengan

sekedar sistem pemantauannya. Berdasarkan Peraturan Menteri ESDM No. 15 tahun 2011 peringatan dini bencana tanah longsor diartikan sebagai serangkaian kegiatan pemberian peringatan sesegera mungkin kepada masyarakat tentang kemungkinan terjadinya bencana. Sehingga dalam sebuah sistem peringatan dini tercakup peringatan dini berbasis spasial dan temporal baik jangka pendek maupun jangka panjang.

3.1.1. Peringatan Dini Berbasis Spasial

Dalam aspek spasial peringatan dini bencana tanah longsor biasanya berbentuk peta kerentanan gerakan tanah di suatu wilayah. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 13-7124-2005 mengenai penyusunan peta zona kerentanan gerakan tanah, zona kerentanan gerakan tanah didefinisikan sebagai zona yang mempunyai kesamaan kerentanan relatif untuk terjadi gerakan tanah. Penentuan zona kerentanan gerakan tanah ini berdasarkan parameter yaitu besarnya kemiringan lereng, jenis tanah dan batuan, curah hujan, jumlah dan luas gerakan tanah, tata guna lahan, kegempaan, nilai angka kestabilan lereng, dan lain-lain. Klasifikasi zona gerakan tanah terbagi menjadi empat, yaitu zona kerentanan gerakan tanah tinggi, menengah, rendah, dan sangat rendah.

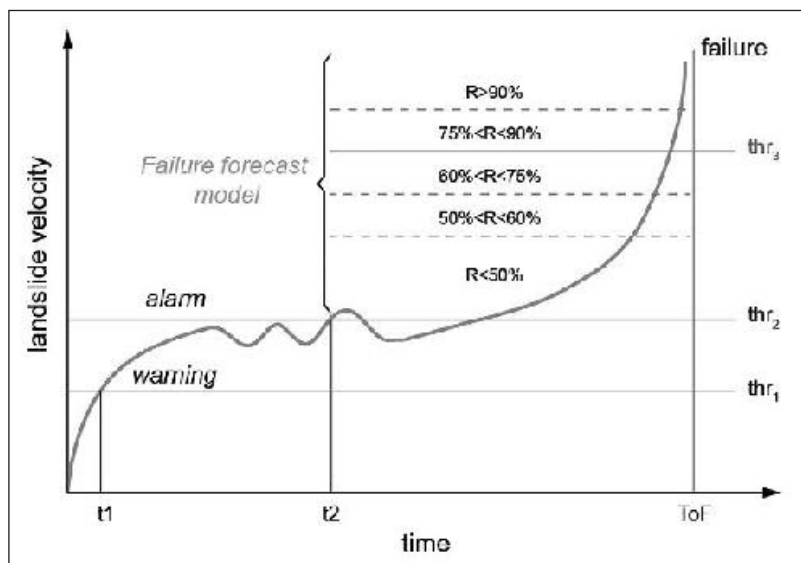
Pemetaan morfologi merupakan hal yang penting dalam penentuan zona kerentanan gerakan tanah. Selama ini aspek ini tidak bisa didapatkan secara detail dan membutuhkan sumber daya yang cukup besar serta waktu yang lama. Dengan adanya teknologi UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) pemetaan morfologi dapat dilakukan jauh lebih cepat dan detail.

3.1.2. Peringatan Dini Berbasis Temporal

Selama ini peringatan kepada masyarakat akan terjadinya longsor masih jarang dilakukan dan terbatas pada peringatan langsung berupa sirine atau yang lain berdasarkan deteksi menjelang atau pada saat terjadinya longsor tersebut. Peringatan tersebut dieksekusi ketika ambang batas dari sebuah nilai parameter yang dipantau oleh suatu alat pemantauan terlampaui. Parameter yang sering dipakai adalah penambahan jarak yang terjadi akibat gerakan tanah yang dipantau menggunakan ekstensometer.

Teknik seperti ini kadang berhasil namun sering kali gagal karena variabilitas dari karakter gerakan tanah di lokasi - lokasi yang berbeda. Kegagalan bisa karena ambang batasnya terlalu rendah sehingga terjadi 'false alarm' atau justru terlalu tinggi sehingga tidak pernah ada peringatan. Dua kasus ini akan berdampak sama yaitu masyarakat akan resisten dengan peringatan. Dampak ini dapat diminimalisir dengan adanya tahap verifikasi dalam arti alarm tidak diberikan langsung ke masyarakat namun pada pihak tertentu yang berkompeten. Baru kemudian jika terverifikasi peringatan bisa diteruskan ke masyarakat. Dalam kondisi ekstrim yang tidak memungkinkan adanya verifikasi tentu ambang batas masih diperlukan.

Dalam level pengolahan data peringatan palsu dapat diminimalisir dengan tidak hanya menggunakan nilai tunggal sebagai ambang batas namun menggunakan pola perubahan data yang dapat menggambarkan kondisi kritis dan non kritis. Dengan asumsi terdapat stasiun monitoring dalam hal ini biasanya berupa ekstensometer, maka akan tersedia data deformasi secara kontinyu. Dengan mengamati evolusi dari data ini dapat diperoleh pertimbangan empirik kuantitatif yang lebih handal dalam peringatan bahaya longsor. Manconi dan Giordan (2015) menunjukkan kondisi-kondisi yang berbeda dalam proses evolusi data kecepatan pergeseran tanah menuju longsor yang dapat dipakai sebagai acuan peringatan (Gambar 4). Pada awalnya ambang batas yang digunakan adalah kecepatan pergeseran (bukan nilai tunggal pergeseran). Kondisi pertama yaitu ketika kecepatan bertambah melebihi angka tertentu (thr_1). Kondisi kedua adalah jika data kembali naik berupa akselerasi. Sebelum kenaikan yang kedua ini kadang didahului oleh kestabilan data. Mulai dari kondisi kedua inilah FFM dapat diterapkan untuk memprediksi waktu *failure*.



Gambar 4. Pola Kecepatan Pergeseran Tanah Yang Sering Dijumpai Menjelang Kejadian Longsor (*Failure*) (Manconi Dan Giordan, 2015).

3.1.3. Konsep Status Bahaya Longsor

Dengan mempertimbangkan kronologi di atas, dapat dibuat sebuah konsep peringatan dini bertahap melalui status bahaya seperti yang selama ini diterapkan untuk letusan gunungapi. Hal ini tentu dengan parameter dan ukuran yang berbeda. Jika di gunungapi digunakan parameter pemantauan yang mencerminkan aktivitas internal dari gunungapi sendiri, maka untuk gerakan tanah selain digunakan parameter evolusi pergerakan tanahnya juga faktor eksternal pemicu dari pergerakan itu sendiri yaitu hujan. Konsep ini bisa diterapkan sebagaimana dalam Tabel 1.

Tabel 1. Ilustrasi Penerapan Tahapan Status Aktivitas Gerakan Tanah

Status	Makna	Indikasi	Konsekuensi
Normal	Tidak ada ancaman	Tidak ada pergerakan tanah, tidak terjadi hujan lebat	Rencana kontijensi, assesment bahaya, Instalasi/ perawatan stasiun monitoring, revitalisasi sistem komunikasi, jalur/lokasi evakuasi, dll
Waspada	Ada potensi akan terjadi tanah longsor	Hujan dengan intensitas tinggi, data ekstensometer bisa jadi belum meningkat	Koordinasi ditingkatkan, persiapan evakuasi
Siaga	Sudah terjadi gerakan tanah namun belum mengancam	Terjadi pergerakan tanah dengan pola linear	Evakuasi kelompok rentan
Awas	Ada indikasi akan segera terjadi longsor	Terjadi pergerakan tanah dengan pola percepatan	Evakuasi menyeluruh

Kondisi status awas pada aktivitas gunungapi biasanya berimplikasi pada evakuasi. Dalam bidang gerakan tanah sepertinya implikasi ini masih relevan. Adapun alarm bisa diberikan saat penetapan status Awas, saat reliabilitas pemodelan FFM mencapai ambang yang sudah ditentukan, dan saat terjadinya longsor itu sendiri atau ada gejala lain yang tidak terprediksi sebelumnya yang menunjukkan segera akan terjadi longsor.

Sebagai catatan, tahapan status ini mungkin tidak dapat diterapkan di semua lokasi rentan gerakan tanah mengingat tipe longsor yang berbeda-beda antara lokasi satu dengan yang lain.

3.2. Instalasi Stasiun Pemantauan Gerakan Tanah

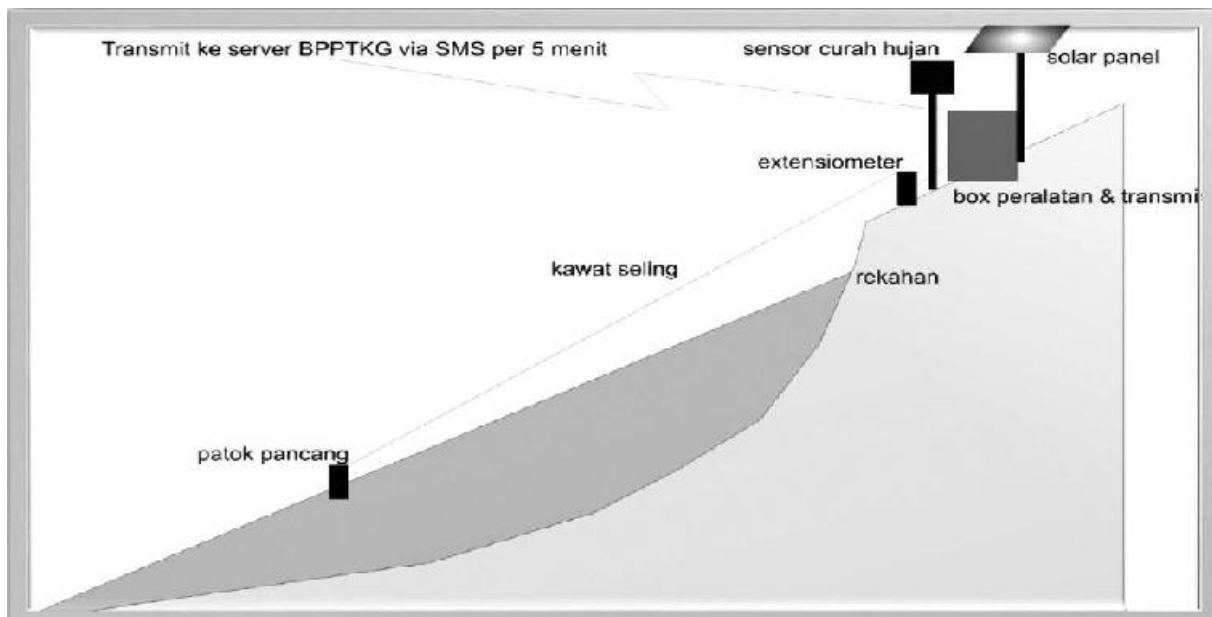
3.2.1. Sistem Instrumentasi Pemantauan Gerakan Tanah Badan Geologi

Dalam rangka upaya mewujudkan sistem peringatan dini yang lebih baik, berdasarkan konsep peringatan dini yang dijabarkan di atas, maka Badan Geologi telah melakukan instalasi sistem pemantauan gerakan tanah di beberapa lokasi di Jawa Tengah dan Jawa Barat. Berikut adalah gambaran secara umum sistem pemantauan tersebut.

Sensor pergeseran tanah atau ekstensometer pada prinsipnya dirancang dan dibuat untuk dapat mendeteksi pergeseran antar lempeng dari suatu tebing. Sensor ini dirancang dengan menggunakan prinsip yang sangat sederhana yaitu menggunakan potensiometer linier. Arus tetap yang dihasilkan dari rangkaian sumber arus teregulasi dialirkan kedalam potensiometer (sensor) memberikan tegangan sesuai dengan perkalian antara arus yang mengalir dan tahanan dari potensiometer. Kawat digulung pada sebuah rol yang terhubung dengan potensiometer ini. Jika kawat tertarik maka akan merubah nilai tahanan potensiometer yang kemudian merubah *output* tegangan dari ekstensometer. Kawat inilah yang kemudian dipancangkan pada tanah yang dimungkinkan terjadi pergerakan. Sedangkan ekstensometer dan perangkat yang lain ditempatkan pada lokasi yang tanahnya relatif tidak bergerak.

Selain sensor pergerakan tanah, di stasiun juga dipasang sensor penakar curah hujan mengingat curah hujan merupakan faktor pemicu utama terjadinya gerakan tanah dan menjadi bagian integral dari sistem peringatan dini.

Semua data didigitasi dan kemudian ditransmisikan melalui SMS. Proses digitasi dan transmisi keduanya dilakukan dalam sebuah GPRS *data logger*. Peralatan dicatu dengan sumber daya batere 12 V 100 AH yang dicas oleh sebuah solar panel 80 W. Gambar 5. menunjukkan desain instalasi stasiun pemantauan gerakan tanah.



Gambar 5. Skema Instalasi Sistem Pemantauan Gerakan Tanah di Lapangan.

Tahapan instalasi adalah sebagai berikut:

1. Melakukan *survey* geologi pendahuluan meliputi karakteristik tipologi gerakan tanah (aspek mekanik) dan karakteristik medium termasuk hidrogeologi (aspek material).
2. Menentukan titik pemasangan patok pancang dan titik pemasangan stasiun (titik bergerak dan titik tetap).
3. Pemasangan infrastruktur stasiun termasuk pondasi untuk pengikatan ekstensometer.
4. Pemasangan ekstensometer, perangkat transmisi, dan sistem power pada infrastruktur.
5. Pemasangan patok pancang titik bergerak.
6. Pembentangan dan penguburan kawat pancang dalam tanah dengan menggunakan pralon.
7. Mengaitkan kawat pancang ke patok pancang.
8. Pengujian, meliputi pengujian ketegangan kawat, kebebasan bergerak dari kawat.
9. Pengesetan server penerima dan atau *repeater*.

Gambar 6 memperlihatkan contoh stasiun terpasang. Ekstensiometer diikatkan ke tiang yang dicor dengan kedalaman ± 1 m kemudian dilindungi dengan sebuah box plastik. Perangkat elektronik termasuk batere diletakkan di box besi yang diikatkan di tiang.



Gambar 6. Contoh Foto Stasiun Pemantauan Gerakan Tanah Terpasang. Box Merah di Bawah adalah Pelindung Ekstensometer. Box Besi Yang Terikat di Tiang Berisi Batere Beserta Regulator Solar Panel dan GPRS Data logger. Di Bagian Atas Tiang Ada Sensor Penakar Curah Hujan dan Solar Panel.

3.2.2. Stasiun Terpasang

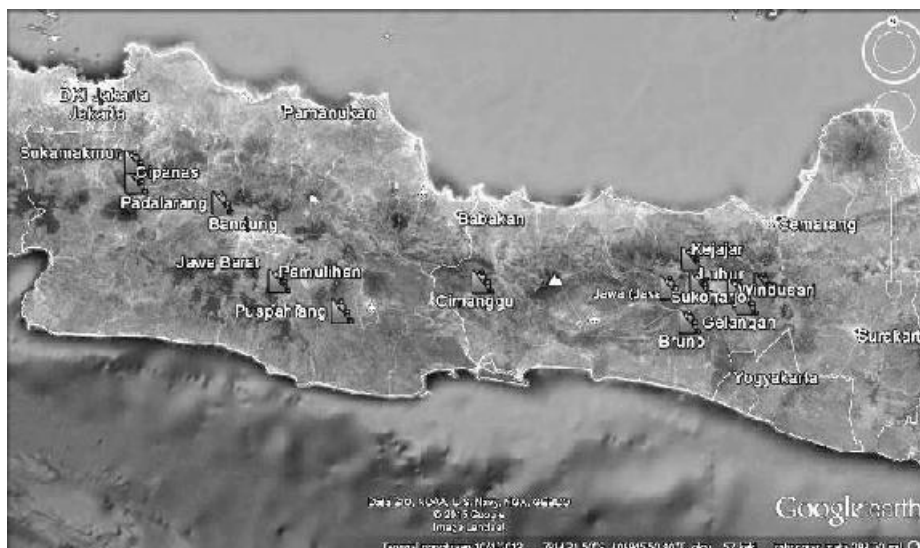
Instalasi stasiun monitoring tanah longsor oleh BPPTKG diawali pada tahun 2010 dengan pemasangan pada stasiun Karanganyar menggunakan sensor extensometer merk Measure dan *data logger* 3G Track GS828-H. Selanjutnya pada tahun 2012 dilakukan instalasi pada stasiun Grabag, Windusari, Bruno dan Majenang juga menggunakan sensor dan *data logger* yang sama dengan seri sebelumnya. Selanjutnya pada akhir tahun 2014 dilakukan pemasangan di Garon dan Pulus Wonosobo. Dalam waktu bersamaan dilakukan pemasangan di Padalarang, Bandung Barat dan di Cipanas Cianjur juga menggunakan sensor dan *data logger* dengan merk dan jenis yang sama.

Selanjutnya pada Januari 2015 dilakukan instalasi kembali stasiun monitoring tanah longsor yang tersebar di Jawa Barat sebanyak 4 stasiun dan Wonosobo, Jawa Tengah sebanyak 3 stasiun. Pemasangan stasiun monitoring tanah longsor pada termin ini menggunakan sensor extensometer yang sama dengan tahun-tahun sebelumnya, namun *data logger* menggunakan merk Nathan.

Tabel 2. Daftar Stasiun Pemantau Tanah Longsor Terpasang Beserta Lokasi dan Jumlah Penduduk Terancam

No.	Nama Stasiun	Lokasi	Terancam
1	Sukamakmur	Desa Sukamakmur, Kec. Sukamakmur, Kab. Bogor	10 kk, 24 jiwa
2	Puspahiang	Desa Pusparahayu, Kec. Puspahiang, Kab. Tasikmalaya	179 kk, 500 jiwa
3	Pamulihan	Desa Pananjung, Ke. Pamulihan, Kab. Garut	20 kk, 75 jiwa
4	Cipanas	Desa Ciloto, Kec. Cipanas, Kab. Cianjur	165 kk, 535 jiwa
5	Padalarang	Desa Ciraliwung, Kec. Padalarang, Kab. Bandung Barat	200 kk, ± 600 jiwa
6	Luhur	Pager Luhur, Wonosobo	163 kk, 608 jiwa
7	Kejajar	Desa Tieng, Kec. Kejajar, Kab. Wonosobo	125 kk
8	Gelangan	Desa Gelangan, Kec. Magelang Tengah, Kab. Magelang	155 kk,
9	Pulus	Desa Pulus, Kec. Sukoharjo, Kab. Wonosobo	50 kk, 213 jiwa
10	Garon	Desa Garon Lor, Kec. Sukoharjo, Kab. Wonosobo	80 kk, 217 jiwa
11	Cimanggu	Desa Negara Jati, Kec. Cimanggu, Kab. Majenang	-
12	Windusari	Kec. Windusari, Kab. Magelang	-
13	Grabag	Kec. Grabag, Kab. Magelang	-
14	Bruno	Kec. Bruno, Kab Purworejo	-

Data logger yang digunakan terbagi 2 jenis yaitu 3G Track sebanyak 7 stasiun, dan Nathan 7 stasiun. Adapun transmisi data seluruhnya menggunakan GSM dengan provider 2 operator yaitu Telkomsel dan XL. Penggunaan operator yang berbeda disebabkan cakupan layanan yang ada pada masing-masing stasiun. Tabel 2 memperlihatkan rekapitulasi stasiun-stasiun pemantauan gerakan tanah terpasang di Jawa Tengah dan Jawa Barat.



Gambar 7. Lokasi stasiun pemantauan gerakan tanah Badan Geologi.

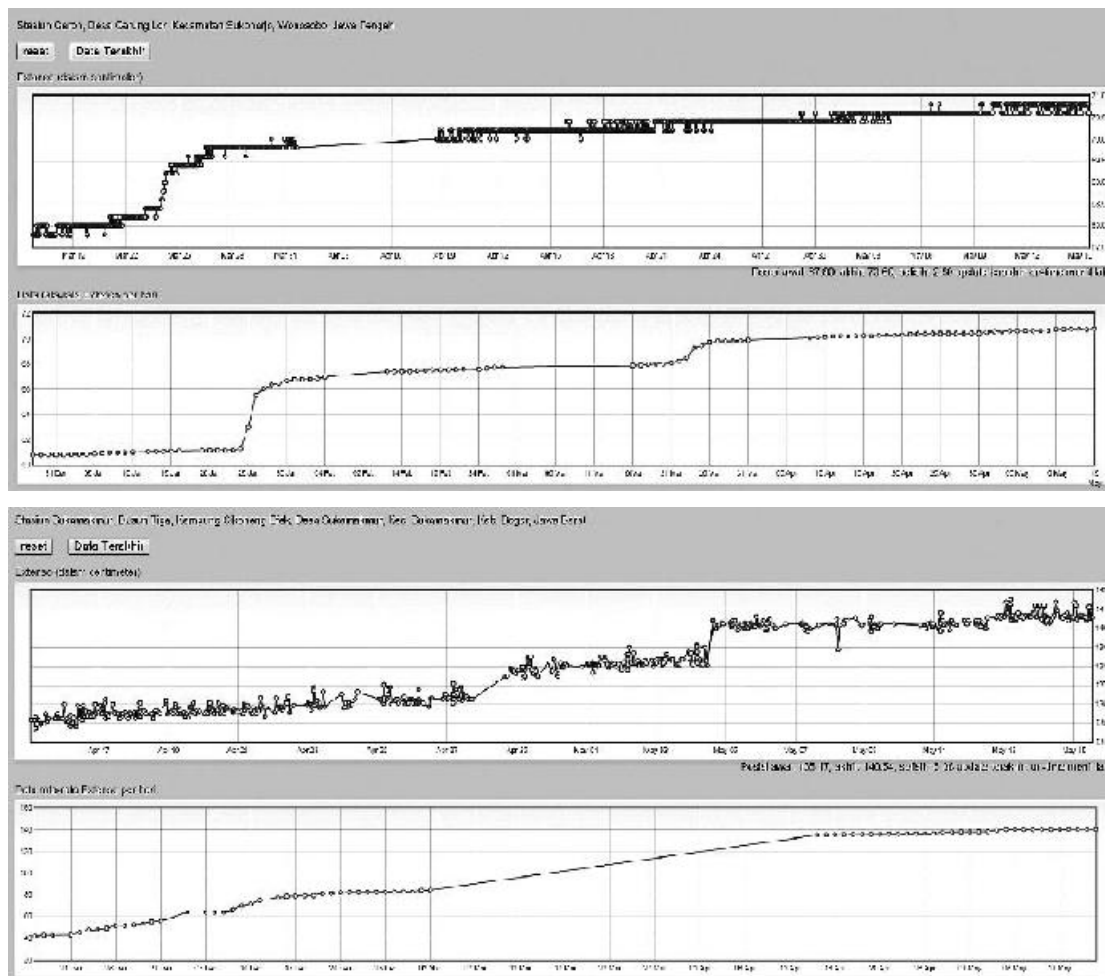
Dari semua stasiun terpasang ada setidaknya 5 stasiun yang menunjukkan pergerakan seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 3. Pergerakan yang terjadi masih berpola linear. Di stasiun Pamulihan tampak pergerakan berhenti sejak bulan April 2015. Sementara 4 stasiun yang lain masih bergerak hingga saat ini. Tidak dilaporkan terjadinya longsor yang bersifat masif di area terpasangnya stasiun.

Tabel 3. Nilai-nilai Pergeseran Tanah yang Teramati di Beberapa Stasiun Terpasang

Stasiun	Total Pergeseran	Periode Waktu
Garon	10 cm	Desember 2014 - saat ini
Pulus	1.7 cm	Desember 2014 - saat ini
Padalarang	2.5 cm	Desember 2014 - saat ini
Pamulihan	0.6 cm	Januari - April 2015
Sukamakmur	1 m	Januari 2015 - saat ini

Di stasiun Garon pernah terjadi longsor kecil di ujung zona rentan pada tanggal 25 Januari 2015 yang kemungkinan karena pengaruh morfologi tebing lokal di sekitar lokasi longsor. Kejadian ini didahului oleh pergerakan sejauh 1 cm sejak 12 jam sebelumnya kemudian diikuti oleh pergerakan lagi sebesar 3 cm dalam sehari. Setelah itu masih teramati pergerakan linear dengan laju yang rendah (<0.5 cm/bulan) sampai dengan saat ini.

Pergerakan terbesar terjadi di stasiun Sukamakmur yaitu sebesar 1 m dalam waktu \pm 4 bulan (Gambar 8). Sekitar bulan Desember 2014 telah terjadi longsor di sekitar lokasi. Dengan memperhatikan sifat tanahnya yang labil di sekitar area ini, diperkirakan pergerakan ini justru cenderung menunjukkan proses menuju kestabilan. Namun tetap perlu diwaspadai kemungkinan terjadinya longsoran yang masif mengingat secara historis kejadian tersebut pernah terjadi beberapa kali.



Gambar 8. Grafik Jarak Pergeseran yang Terdeteksi oleh Ekstensometer untuk Stasiun Garon. Gambar atas: Data per Jam, Gambar bawah: Data perHari.

3.3. Evaluasi

Sistem pemantauan gerakan tanah terpasang saat ini adalah generasi pertama yang masih membutuhkan perbaikan pada beberapa aspek. Penentuan posisi titik tetap dan titik bergerak yang akan dipantau adalah hal yang sangat krusial. Untuk mendapatkan sensitivitas yang tinggi perlu diperoleh titik tetap yang benar-benar tetap dan titik bergerak yang benar-benar mewakili area yang bergerak. Setelah beberapa waktu tertentu penentuan titik-titik ini harus dievaluasi berdasarkan data yang diperoleh dan perkembangan kondisi lapangan. Berdasarkan evaluasi tersebut terkadang kemudian diperlukan pemindahan titik baik itu titik yang bergerak maupun tetapnya.

Kondisi lapangan yang berbeda-beda menjadikan pemasangan pada masing-masing lokasi memiliki kompleksitas yang berbeda. Misalkan pada lahan perhutani, banyak akar dan pepohonan yang menaungi solarpanel dan tarikan ekstensometer relatif sulit. Sementara pada lahan pertanian dengan teras siring menjadikan pemasangan kawat seling terkadang harus melayang diudara agar lebih aman dan tidak bergelombang.

Selain itu, teknik pemasangan kawat ekstensometer masih banyak yang perlu disempurnakan, karena di beberapa stasiun penggunaan pipa paralon yang relatif kecil menjadikan paralon pelindung kawat seling bergelombang. Hal ini menjadikan pipa justru menjadi beban bagi kawat seling penarik ekstensometer. Pada kasus demikian perlu dilakukan penggantian menggunakan pipa yang lebih besar agar data lebih stabil.

Biaya pengiriman SMS masing-masing operator berbeda, bahkan dalam satu operator terkadang berbeda tarif untuk setiap kota atau kabupaten. Hal ini terjadi pada operator seluler Telkomsel. Pada operator Telkomsel biaya SMS berada pada rentang antara Rp.160/sms hingga Rp.195/sms untuk sesama dan Rp.165/sms hingga Rp.205/sms untuk tarif antar operator. Sedangkan Exelcomindo menerapkan tarif flat baik untuk sesama maupun antar operator yaitu Rp.165/sms. Untuk itu dalam perhitungan ini maka tarif sms pada operator Telkomsel dibuat rata-rata sebesar Rp.170/sms.

Dengan mengetahui kebijakan tarif sms masing-masing operator, maka dapat dibuat perkiraan kebutuhan biaya operasional untuk menjaga kesinambungan transmisi data stasiun monitoring tanah longsor seperti di bawah ini.

Tabel 4. Biaya Operasional Stasiun untuk Pulsa

Operator	Tarif	SMS	Jumlah sms	Hari	Biaya	Keterangan
XL Skema 1	165	1	24	30	118800	1 sms/periode pengiriman
XL Skema 2	165	2	24	30	237600	2 sms/periode pengiriman
Telkomsel Skema 1	170	1	24	30	122400	1 sms/periode pengiriman
Telkomsel Skema 2	170	2	24	30	244800	2 sms/periode pengiriman

Dari Tabel 4 terlihat untuk penerima stasiun gerakan tanah menggunakan 4 buah modem GSM, hal ini karena perbedaan operator dan *data logger* yang digunakan. Untuk saat ini pengisian pulsa dilakukan sebagai berikut;

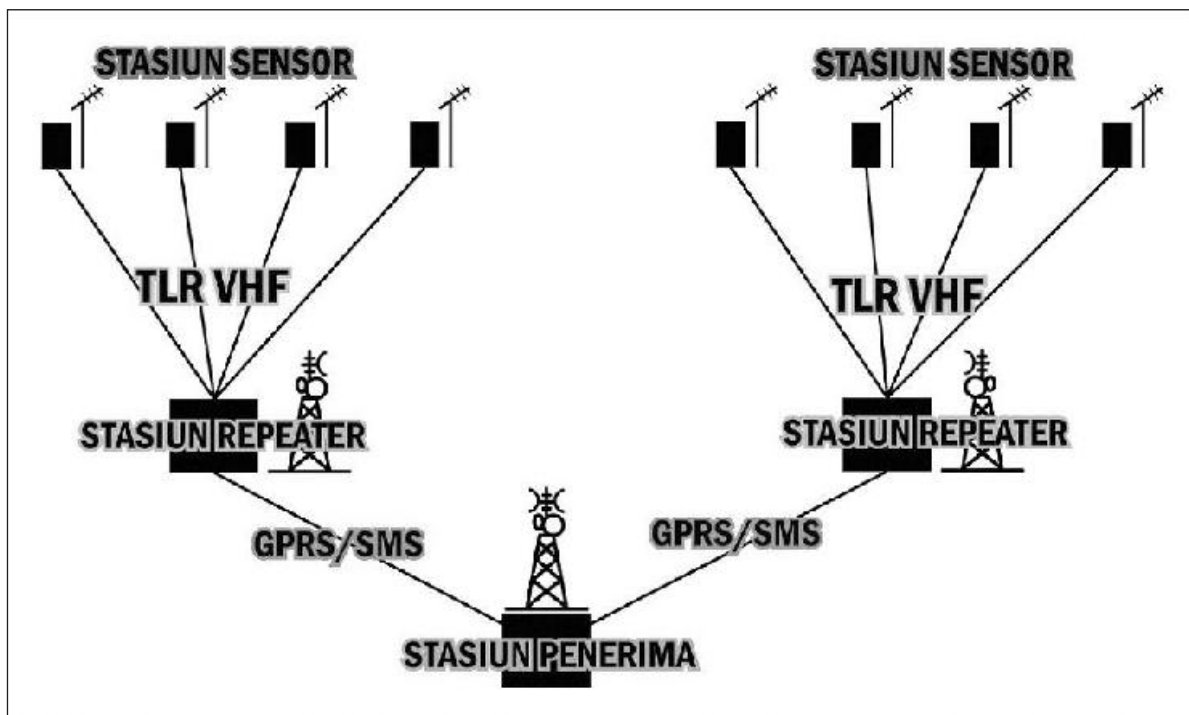
1. Pulsa Rp.100.000/bulan untuk stasiun lapangan
2. Pulsa Rp.25.000/bulan untuk modem penerima di kantor BPPTKG

Meskipun menggunakan SMS untuk transmisi data stasiun gerakan tanah cukup handal, namun dari sisi biaya operasional kurang efisien. Untuk jaringan monitoring saat ini diperlukan biaya sekitar Rp. 2 juta per bulan. Beberapa model transmisi saat dalam pengkajian. Masih menggunakan operator seluler, transmisi data menggunakan GPRS dinilai lebih efisien, namun kendalanya banyak lokasi yang tidak tercakup jaringan GPRS. Penggunaan telemetri laju rendah (TLR) yang selama ini dipakai di pemantauan gunungapi yang menggunakan frekuensi radio VHF bisa saja diterapkan. Namun permasalahannya ada pada keterbatasan daya jangkauan yang hanya sampai sekitar 30 km. Sementara server penerima berjarak ratusan kilometer dari stasiun.

Tabel 5. Daftar Nomor Telepon dan Provider yang Digunakan untuk Transmisi dan Penerimaan Data

No.	STASIUN	NOMOR	PROVIDER	Data Logger
1	Bruno	0823-1464-9535	Telkomsel	3G Track
2	Gelang	0812-8795-1438	Telkomsel	Nathan
3	Luhur	1812-8795-1568	Telkomsel	Nathan
4	Puspahyang	0813-2127-6140	Telkomsel	Nathan
5	Sukamakmur	0813-2127-6150	Telkomsel	Nathan
6	Tieng	0812-8795-1561	Telkomsel	Nathan
7	Cipanas	0878-3933-5672	XL	Nathan
8	Garung	0877-3709-0547	XL	3G Track
9	Majenang	0877-3709-0523	XL	3G Track
10	Padalarang	0878-3901-3960	XL	3G Track
11	Pamulihan	0877-3981-4515	XL	Nathan
12	Pulus	0877-3709-0541	XL	3G Track
13	Grabagnew	0877-3975-0790	XL	3G Track
14	Karanganyar	0812-1515-7041	Telkomsel	3G Track
15	Kantor Telkomsel	0813-9271-7275	Telkomsel	Modem 3G Track V 6.0
16	Kantor XI	0877-3709-0583	XL	Modem 3G Track V 7.0
17	Kantor XI	0877-3981-4510	XL	Modem Nathan
18	Kantor Telkomsel	0822-4380-5079	Telkomsel	Modem Nathan

Solusi alternatif bisa dengan mengkombinasikan dua model transmisi tersebut yaitu dengan sistem kluster dimana untuk beberapa stasiun yang berdekatan diadakan satu stasiun *repeater*. Dari stasiun-stasiun sensor ke *repeater* menggunakan TLR sedangkan dari stasiun *repeater* dapat menggunakan GPRS atau SMS (Gambar 9). Tentu dengan skema seperti ini akan menghemat biaya operasional sangat signifikan karena ada faktor pembagi jumlah stasiun yang ada bisa tercakup oleh sebuah *repeater*. Sebagai gambaran jika ada 14 stasiun setiap 5 stasiun bisa dicakup oleh satu *repeater* maka biaya operasional yang misalnya sesuai perhitungan awal Rp 2 juta menjadi hanya 400 ribu per bulan.



Gambar 9. Skema Sistem Akuisisi Data dari Stasiun Sensor Pemantau Gerakan Tanah ke Server Penerima Melalui Stasiun Pengumpul/Stasiun Repeater.

4. KESIMPULAN

Telah disampaikan sebuah konsep sistem peringatan dini yang mencakup aspek ruang dan waktu. Dalam aspek ruang berupa peta kawasan rentan gerakan tanah. Sedangkan dalam aspek waktu selain melalui alarm darurat bahaya, penulis juga mengusulkan adanya peringatan dini bertahap melalui status aktivitas/bahaya.

Dalam sebuah sistem peringatan dini, pemantauan sangat vital karena keberhasilan peringatan dini dalam aspek waktu sangat bergantung dengan kualitas hasil pemantauan. Untuk itu perlu dilakukan kajian yang mendalam untuk menemukan metode pemantauan gerakan tanah yang paling efektif dan efisien. Hal ini tentu akan bervariasi antara lokasi satu dengan lainnya karena perbedaan karakteristik material maupun mekanik. Termasuk dalam hal ini adalah menguji penerapan metode FFM untuk prediksi waktu longsor.

Untuk kedepan stasiun pemantauan tanah longsor perlu dilengkapi dengan penerapan metode yang lain seperti deformasi geodetik, piezometer, inclinometer, seismik, dan lain sebagainya. Dengan demikian dapat dilakukan kroscek untuk menghindari hasil yang ambigu. Selain itu untuk mengetahui metode apa yang paling sensitive untuk peringatan dini yang lebih baik.

Berdasarkan perhitungan penerapan sistem kluster dengan menggabungkan dua model transmisi dapat meningkatkan efisiensi operasional secara drastis meskipun pada awalnya harus mengeluarkan biaya lebih banyak untuk pembangunan stasiun *repeater*.

Saat ini terdapat 14 stasiun pemantau gerakan tanah di Jawa Tengah dan Jawa Barat yang dipasang oleh Badan Geologi. Jumlah ini tentu masih sangat jauh dari memadai mengingat daerah rawan longsor yang sangat banyak di seluruh penjuru tanah air. Untuk itu perlu percepatan pemasangan sistem pemantauan dengan memberdayakan lembaga penanggulangan bencana di setiap daerah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Budi-Santoso, A., P. Lesage, S. Dwiyono, S. Sumarti, Subandriyo, Surono, P. Jousset, J.-P. Metaxian, 2013, Analysis of the seismic activity associated with the 2010 eruption of Merapi Volcano, Java. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 261: 153–170.
2. Cornelius RR, B. Voight, 1995, Graphical and PC-software analysis of volcano eruption precursors according to the Materials Failure Forecast Method (FFM). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 64: 295–320.
3. De la Cruz-Reyna S., G.A. Reyes-Dávila, 2001, A model to describe precursory material-failure phenomena: applications to short-term forecasting at Colima volcano, *Mexico Bulletin of Volcanology*, 63: 297–308.
4. Fukuzono T, H. Terashima H, 1985, Experimental study of slope failure in cohesive soils caused by rainfall. In: *Int Symp on Erosion, Debris Flow and Disaster Prevention*. Tsukuba, Japan
5. Manconi A., D. Giordan, 2015, Landslide early warning based on failure forecast models: the example of Mt. de La Saxe rockslide, northern Italy. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci. Discuss.*, 3: 1511–1525.
6. Mufundirwa, A., Y. Fujii, and J. Kodama, 2010, A new practical method for predicting of geomechanical failure-time. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, Vol. 47 (7): 1079-1090.
7. Saeto M, H. Uezawa, 1961, Failure of soil due to creep. In: *Proceedings of 5th international conference on soil mechanics and foundation engineering*. Paris.
8. Voight B, 1988. A method for prediction of volcanic eruptions. *Nature* 332: 125–130.
9. Voight, B., 1989. A relation to describe rate-dependent material failure. *Science* 2
10. Voight, B., R.R. Cornelius, 1991, Prospects for eruption prediction in near real-time. *Nature* 350: 695–698.

PEMETAAN POTENSI DAERAH RAWAN LONGSOR DI PROVINSI NUSA TENGGARA BARAT BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFI

Oleh:

Bramudya Rifki Mukti¹, Armi Susandi², Mamad Tamamadin³, Dida Abdillah Fajrin⁴

¹Program Studi Meteorologi, Institut Teknologi Bandung,
Ged. Labtek XI lt. 1, Jalan Ganesa 10 Bandung 40132, Indonesia
E-mail: bramudya@meteo.itb.ac.id

²Program Studi Meteorologi, Institut Teknologi Bandung,
Ged. Labtek XI lt. 1, Jalan Ganesa 10 Bandung 40132, Indonesia
E-mail: armi@meteo.itb.ac.id

³Program Studi Meteorologi, Institut Teknologi Bandung,
Ged. Labtek XI lt. 1, Jalan Ganesa 10 Bandung 40132, Indonesia
E-mail: mamadtama@meteo.itb.ac.id

⁴Program Studi Meteorologi, Institut Teknologi Bandung,
Ged. Labtek XI lt. 1, Jalan Ganesa 10 Bandung 40132, Indonesia
E-mail: didafajrin@@meteo.itb.ac.id

Abstrak

Makalah ini memaparkan hasil kajian kerentanan longsor di Kabupaten Lombok Tengah Provinsi Nusa Tenggara Barat, sebagai hasil pemodelan longsor dengan memasukkan parameter-parameter pemicu, seperti curah hujan, kemiringan tanah, jenis tanah dan tutupan lahan. Peta kerentanan longsor yang dipaparkan merupakan proyeksi kerentanan longsor di masa mendatang. Untuk proyeksi longsor, curah hujan sebagai parameter yang variabel akan diproyeksikan dengan menggunakan pendekatan stokastik, yaitu metode Fast Fourier Transform dan Least Square Nonlinear. Data yang digunakan untuk kemiringan tanah yaitu Digital Elevation Model Shuttle Radar Topography Mission resolusi 90m. Sedangkan data tutupan lahan yang digunakan adalah data dari Food and Agriculture Organization (FAO). Kerentanan longsor tersebut menggunakan analisis geospasial untuk melihat variasi kerentanan di setiap wilayah. Hasil kerentanan ini telah dibandingkan dengan data historis kejadian longsor dan menunjukkan korelasi sebesar 76%.

Kata kunci: Analisis geospasial, curah hujan, longsor, stokastik.

1. PENDAHULUAN

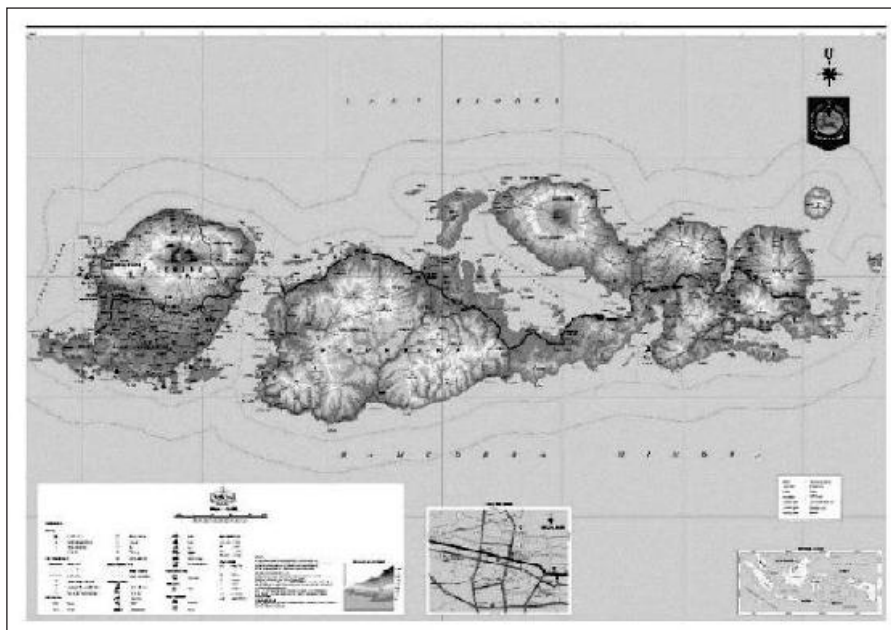
1.1. Latar Belakang

Kabupaten Lombok Tengah merupakan sebuah kawasan yang berada di Pulau Lombok Provinsi Nusa Tenggara Barat. Berdasarkan data BPS tahun 2013, lebih dari separuh luas wilayah Kabupaten Lombok Tengah dimanfaatkan untuk daerah pertanian, khususnya lahan persawahan. Lahan persawahan merupakan daerah yang paling rentan terhadap kejadian longsor. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan daerah potensi longsor untuk enam bulan (Januari - Juni) berdasarkan intensitas curah hujan yang berubah-ubah tiap bulan. Indeks kerentanan yang dihasilkan tiap bulan akan memudahkan pemerintah daerah dalam menyusun opsi adaptasi kebencanaan, khususnya longsor. Kejadian longsor merupakan kejadian yang sangat singkat dengan tingkat kerusakan yang dihasilkan sangat tinggi. Menurut Anjas (2012), suatu daerah dinyatakan memiliki potensi longsor apabila memenuhi tiga syarat, yaitu: 1) lereng cukup curam, 2) memiliki bidang luncur berupa laposan di bawah permukaan tanah yang semi *permeable* dan lunak dan 3) terdapat cukup air untuk membuat tanah di atas bidang luncur menjadi jenuh. Longsor sering kali terjadi akibat adanya pergerakan tanah pada kondisi daerah lereng yang curam, serta tingkat kelembaban (*moisture*) tinggi, dan tumbuhan jarang (lahan terbuka). Faktor lain untuk timbulnya longsor adalah rembesan dan aktivitas geologi

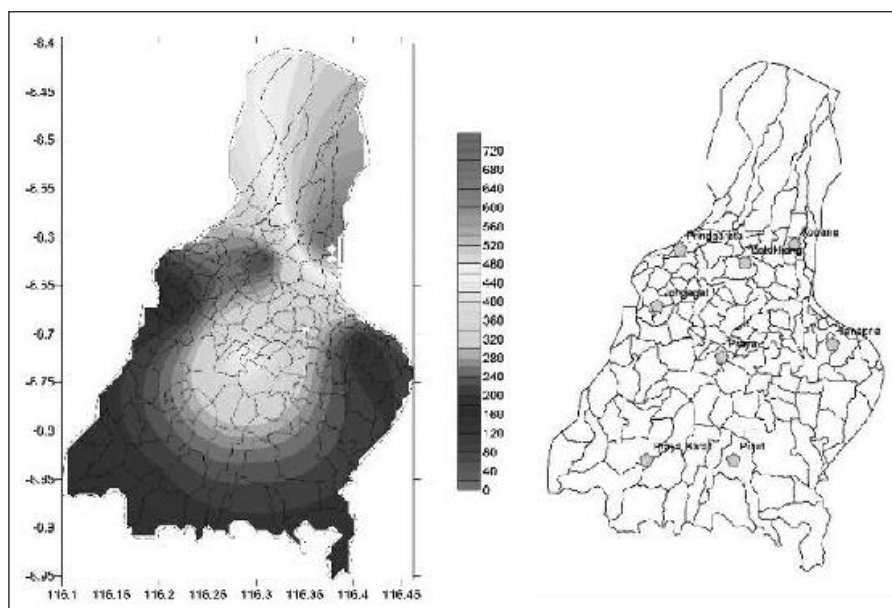
seperti patahan, rekahan dan liniasi. Kondisi lingkungan setempat merupakan suatu komponen yang saling terkait. Bentuk dan kemiringan lereng, kekuatan material, kedudukan muka air tanah dan kondisi drainase setempat sangat berkaitan pula dengan kondisi kestabilan lereng (Fandeli dalam Zakaria, 2000).

Analisis longsor didasarkan pada lima faktor yang menyebabkan terjadinya kelongsoran. Kelima faktor tersebut menurut Subagio (2008) adalah:

- Geologi: meliputi sifat fisik batuan, sifat keteknikan batuan, batu/tanah pelapukan, susunan dan kedudukan batuan, dan struktur geologi.
- Morfologi: aspek yang diperhatikan adalah kemiringan lereng dan permukaan lahan.
- Curah hujan: meliputi intensitas dan lama hujan.
- Penggunaan lahan: meliputi pengolahan lahan dan vegetasi.
- Kegempaan: meliputi intensitas gempa.



Gambar 1. Peta Wilayah Kajian.



Gambar 2. (a) Lokasi Stasiun Curah Hujan di Kabupaten Lombok Tengah.
(b) Contoh Prediksi Intensitas Curah Hujan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan menggunakan tiga data masukan utama, data proyeksi curah hujan, data *digital elevation model* (DEM) dan data tutupan lahan (MODIS).

1. Pengolahan Data Proyeksi Curah Hujan.

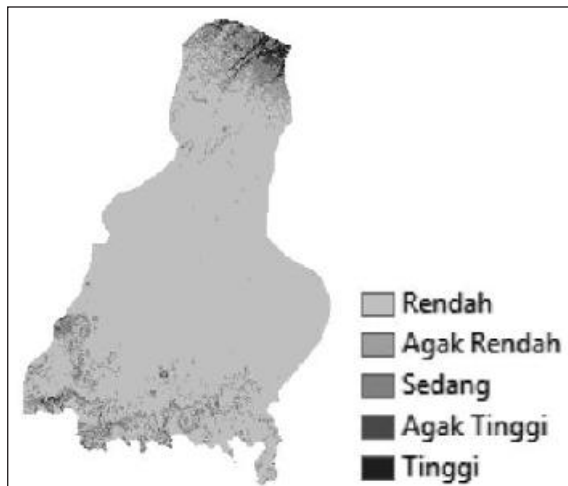
Data proyeksi curah hujan diperoleh dari hasil *smart climate model* (SCM) yang telah *dirunning* selama satu tahun. SCM merupakan sebuah model iklim yang dikembangkan oleh laboratorium aplikasi meteorologi ITB yang dapat memprediksi intensitas curah hujan selama lima tahun ke depan dengan resolusi spasial hingga tingkat desa (Susandi, 2014). Proyeksi curah hujan menggunakan 8 stasiun curah hujan yang tersebar di seluruh Kabupaten Lombok Tengah. Satu-satunya variabel yang berubah dalam penentuan indeks kerentanan bencana longsor yaitu curah hujan.

2. Pengolahan Data DEM.

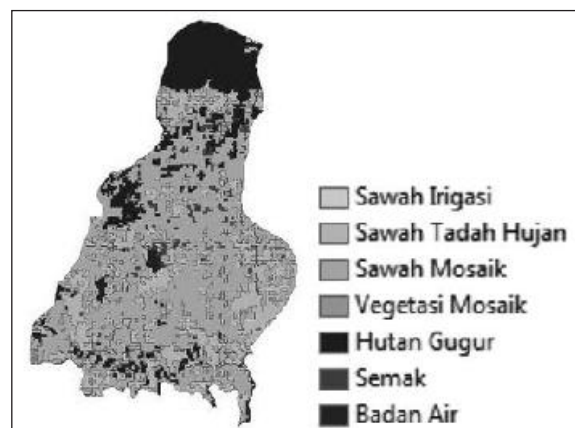
Data DEM merupakan data yang menunjukkan lokasi ketinggian suatu tempat terhadap permukaan air laut. Data DEM diperoleh dari satelit *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) dengan resolusi spasial ± 90 meter. Data tersebut dapat *download* secara gratis dan cukup baik dalam merepresentasikan ketinggian wilayah kajian. Pengolahan data DEM menghasilkan peta kemiringan lereng di Kabupaten Lombok Tengah. Peta kemiringan lereng dapat dilihat pada Gambar 3.

3. Pengolahan Data *Landuse*.

Data *landuse* diperoleh dari *Food Agriculture Agency* (FAO). Data *landuse* tersebut merupakan data yang dihasilkan pada tahun 2009.



Gambar 3. Data Kemiringan Lereng.



Gambar 4. Data Tata Guna Lahan dari FAO.

Indeks kerentanan bencana longsor dihitung dengan cara:

$$I = \frac{(\text{Skor Hujan} + \text{Skor Lereng} + \text{Tata Guna Lahan})}{3}$$

Dengan I merupakan indeks kerentanan bencana longsor. Dari hasil perhitungan tersebut akan diperoleh nilai indeks maksimum bernilai 5 dan nilai indeks minimum bernilai 1. Indeks daerah yang bernilai 5 mengindikasikan daerah tersebut rawan longsor, sedangkan untuk daerah yang bernilai indeks 1 menandakan daerah tersebut kecil kemungkinan mengalami bencana longsor.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Indeks kerentanan bencana longsor dari bulan Januari hingga Juni tahun 2015 dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan indeks tersebut, pada bulan Januari 2015 potensi terjadi kejadian longsor di Kabupaten Lombok Tengah cukup kecil. Hal itu ditunjukkan oleh peta kerentanan yang sebagian besar berwarna merah.

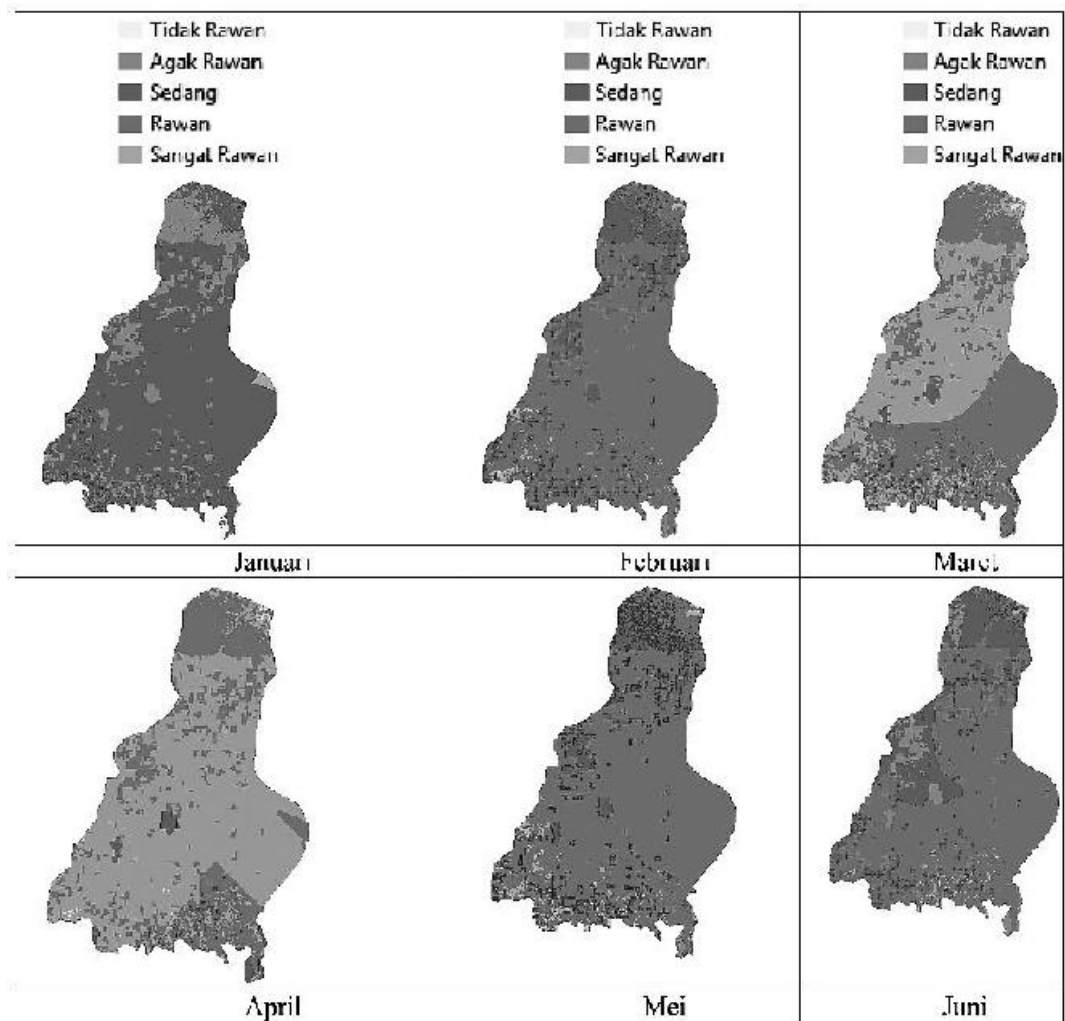
Potensi kejadian longsor di Kabupaten Lombok tengah mulai meningkat saat musim peralihan. Hal itu ditunjukkan oleh dominasi warna hijau yang terjadi pada bulan Februari-Maret-April-Mei. Pada bulan Juni

potensi kejadian longsor mulai menurun. Bulan Juni merupakan awal musim kemarau, sehingga intensitas curah hujan mulai menurun di bulan tersebut.

Tabel 1. Nilai Pembobotan Tiap Parameter

No.	Parameter	Besaran	Kategori Nilai	Skor	Keterangan
1.	Hujan bulanan mm/ bulan	<50	Rendah	1	Data prediksi curah hujan selama 1 tahun diperoleh melalui SCM
		50-99	Agak rendah	2	
		100-199	Sedang	3	
		200-300	Agak tinggi	4	
		>300	Tinggi	5	
2.	Lereng lahan (%)	<15	Rendah	1	GIS analisis dari DEM SRTM
		15-24	Agak rendah	2	
		25-44	Sedang	3	
		45-65	Agak tinggi	4	
		>65	Tinggi	5	
3.	Penggunaan lahan	Hutan lahan kering sekunder	Rendah	1	Data Jenis dan luas tutupan lahan dari FAO
		Hutan tanaman	Agak rendah	2	
		Pemukiman	Sedang	3	
		Pertanian lahan kering campur	Agak tinggi	4	
		Semak belukar/rumput Sawah	Tinggi	5	

Tabel 2. Peta Kerentanan Bencana Longsor



4. KESIMPULAN

Potensi longsor terjadi ketika awal musim peralihan yang terjadi di Indonesia. Musim peralihan terjadi pada bulan Maret-April-Mei. Potensi longsor mulai berkurang ketika musim kering tiba. Potensi longsor cenderung lebih kecil di Kabupaten Lombok Bagian utara.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anwar, A. 2012. Pemetaan Daerah Rawan Longsor di Lahan Pertanian Kecamatan Sinjai Barat Kabupaten Sinjai. Skripsi hasil penelitian program studi Keteknikan Pertanian. Universitas Hasanudin.
2. Fandeli, C. dalam Zakaria, Z. 2000. Analisis Lereng. UNPAD. Bandung.
3. Subagio, Habib. 2008. Model Spasial Penilaian Rawan Longsor Studi Kasus di Trenggalek. Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional. Jakarta.
4. Tamamadin, M., Susandi A., Mukti B. R., Las, Irsal. 2014. Uji Perbandingan Model Iklim Dasarian Dan Bulanan Pendekatan Fourier Nonlinear Untuk Menentukan Masa Tanam. Prosiding seminar nasional.
5. Zakaria, Z. 2000. Peran Identifikasi Longsoran dalam Studi Pendahuluan Permodelan Sistem STARLET Untuk Mitigasi Bencana Longsor. Direktorat Teknologi Pengelolaan Sumberdaya Lahan dan Kawasan. Bidang Teknologi Pengembangan Sumberdaya Alam.

ZONASI TINGKAT KERAWANAN BENCANA GERAKAN TANAH DI DAERAH GEOTHERMAL

Oleh:

I Putu Krishna Wijaya^{a,1,*}, Dwikorita Karnawati^{b,1}

^aInstitut Teknologi Sepuluh November, Sukolilo, Surabaya, 60111

^bUniversitas Gadjah Mada, Yogyakarta

*krishna@geofisika.its.ac.id

Abstrak

Bencana longsor yang terjadi di daerah Perkebunan Teh Dewata telah menewaskan 70 orang dan 50 rumah tertimbun material longsor. Lokasi penelitian berada tidak jauh dari lokasi bencana tersebut dengan *susceptibility* dan *vulnerability hazard* yang relatif sama. Untuk mencegah terjadinya kerugian akibat bencana yang serupa, maka pemetaan zonasi tingkat kerawanan gerakan tanah sangat penting untuk dilakukan. Tujuan dari studi ini adalah untuk mengetahui sebaran zonasi tingkat kerawanan dan mekanisme gerakan tanah di daerah geotermal Patuha. Tahapan penelitian didahului dengan pengumpulan data sekunder, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data primer berupa serangkaian pemetaan dan pengambilan sampel tanah dan batuan. Pemetaan akan menghasilkan peta-peta yang berguna sebagai parameter dalam menentukan zonasi tingkat kerawanan gerakan tanah yang meliputi peta kemiringan lereng, peta geologi teknik, peta zona struktur geologi, peta sebaran alterasi hidrotermal dan peta tata guna lahan. Sampel tanah kemudian diuji melalui analisa laboratorium berupa analisa sifat keteknikan tanah dan analisa XRD. Hasil analisa sifat keteknikan tanah serta kandungan mineral lempung berdasarkan analisa XRD digunakan untuk mengetahui mekanisme gerakan tanah. Peta-peta tersebut kemudian dioverlaykan dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS yang sebelumnya ditentukan bobot masing-masing peta menggunakan metode AHP. Hasil studi menunjukkan bahwa zona tingkat kerawanan gerakan tanah di daerah Patuha terbagi menjadi empat zona yaitu zona kerawanan bencana tingkat rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Mekanisme gerakan tanah terutama dikontrol oleh faktor alterasi hidrotermal, sedangkan faktor pemicunya adalah curah hujan yang tinggi pada bulan Februari.

Kata kunci: Gerakan tanah, zonasi tingkat kerawanan, AHP (*analytical hierarchy process*), alterasi hidrotermal.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bencana longsor yang terjadi di daerah Perkebunan Teh Dewata telah menewaskan 70 orang dan 50 rumah tertimbun material longsor. Lokasi penelitian berada tidak jauh dari lokasi bencana tersebut dengan *susceptibility* dan *vulnerability hazard* yang relatif sama. Untuk mencegah terjadinya kerugian akibat bencana yang serupa, maka pemetaan zonasi tingkat kerawanan gerakan tanah sangat penting untuk dilakukan.

Tujuan dari studi ini adalah untuk (1). Mengetahui faktor pengontrol dan faktor pemicu terjadinya bencana gerakan tanah pada daerah geotermal Patuha dan (2). Untuk mengetahui sebaran zona tingkat kerawanan di daerah geotermal Patuha. Dengan mengetahui sebaran zona tingkat kerawanan tersebut diharapkan penempatan perumahan serta infrastruktur dapat diinstalasi pada zona yang tepat atau aman, sehingga dapat meminimalisir terjadinya korban jiwa dan harta ketika bencana tersebut terjadi.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam analisis tsunami multi skenario adalah modifikasi metode Berryman (2006). Metode Berryman menggunakan 3 variable dalam perhitungan bahaya tsunami, antara lain yaitu elevasi, kekasaran permukaan, dan ketinggian gelombang.

Tahapan penelitian meliputi pralapangan, lapangan dan pasca lapangan. Sebelum dilakukan pengamatan lapangan, maka didahului dengan pengambilan data sekunder yang didapatkan melalui pustaka, jurnal, dan prosiding.

Pengambilan data primer didapatkan melalui serangkaian pemetaan, meliputi pemetaan geomorfologi, geologi, geologi teknik, alterasi hidrotermal, struktur geologi dan tata guna lahan serta pengambilan sampel batuan dan tanah.

Sampel tanah dan batuan kemudian diuji laboratorium berupa analisa geologi teknik, analisa XRD, dan analisa petrografi. Analisa geologi teknik dilakukan untuk mengetahui sifat keteknikan tanah. Analisa XRD dan analisa petrografi digunakan untuk mengetahui komposisi litologi penyusun dan jenis alterasi yang terdapat di daerah penelitian.

Hasil analisa laboratorium dan pemetaan lapangan kemudian diintegrasikan sehingga dihasilkan peta kelerengan, peta geologi, peta struktur geologi, peta geologi teknik, peta zona alterasi hidrotermal, dan peta tata guna lahan. Masing-masing parameter pada peta-peta tersebut kemudian diberikan nilai bobot menggunakan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Selanjutnya dilakukan *scoring* pada setiap sub parameter, kemudian mengalikannya dengan nilai bobot pada tiap parameter tersebut sehingga dengan bantuan *software ArcGIS, spatial analyst (weighted overlay)* dapat dihasilkan peta kerawanan gerakan tanah.

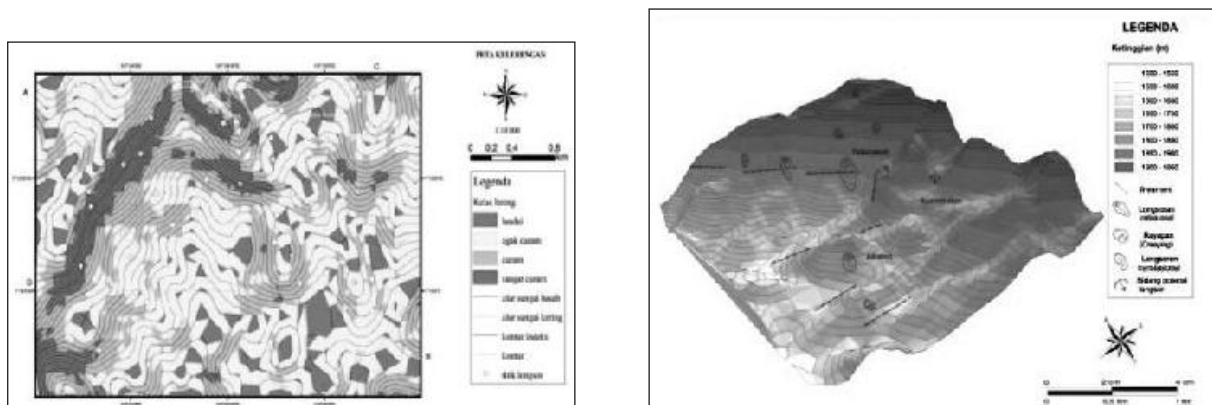
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Morfologi Daerah Penelitian

Pengklasifikasian satuan geomorfologi pada daerah pemetaan didasarkan atas aspek morfometri yang memperhitungkan sudut lereng. Perhitungan kemiringan lereng (morfometri) dilakukan secara langsung di lapangan.

Kemiringan lereng juga bervariasi berkisar dari $\leq 10^\circ$ - $> 40^\circ$ sehingga dapat dibagi menjadi menjadi empat satuan morfologi yaitu satuan lereng landai ($\leq 10^\circ$), lereng agak curam ($> 10^\circ$ - $> 20^\circ$), curam ($> 20^\circ$ - $< 40^\circ$), dan lereng sangat curam ($> 40^\circ$), (Gambar 1).

Satuan lereng landai memiliki 2 titik longsoran, satuan lereng agak curam 9 titik longsoran, satuan lereng curam 18 titik longsoran dan satuan sangat curam 9 titik longsoran.



Gambar 1. (a). Peta Kelereng dan (b). Kondisi Morfologi Dalam 3D.

Kondisi Geologi Daerah Penelitian

Litologi daerah penelitian tersusun atas formasi Qv (pJ), yang terdiri atas lava dan lahar Gunungapi Patuha.

a. Satuan Lava Andesit Hornblenda

Satuan ini memanjang dengan arah timur-laut barat daya, di sepanjang daerah timur Sukasari-

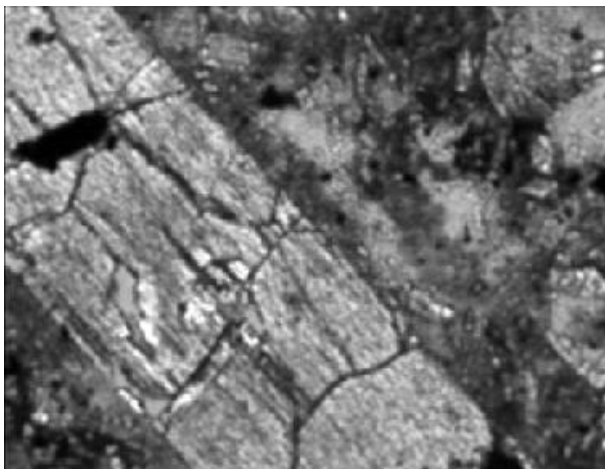
Patuhawati-hingga Curug Cayunan. Lava andesit hornblenda ini juga tersingkap pada beberapa titik di daerah Bedengtilu.

Secara megaskopis lava andesit horn-blenda berwarna abu-abu kehitaman, memiliki tekstur porfiroafanitik, dengan fenokris berukuran (1mm - 3mm) dan massa dasarnya berukuran halus-sangat halus <0,05 - 0,5 mm bentuk kristalnya subhedra. Fenokrisnya berupa plagioklas, hornblenda dan piroksen, sedangkan massa dasarnya berupa mineral mafik dan pecahan plagioklas (Gambar 2).

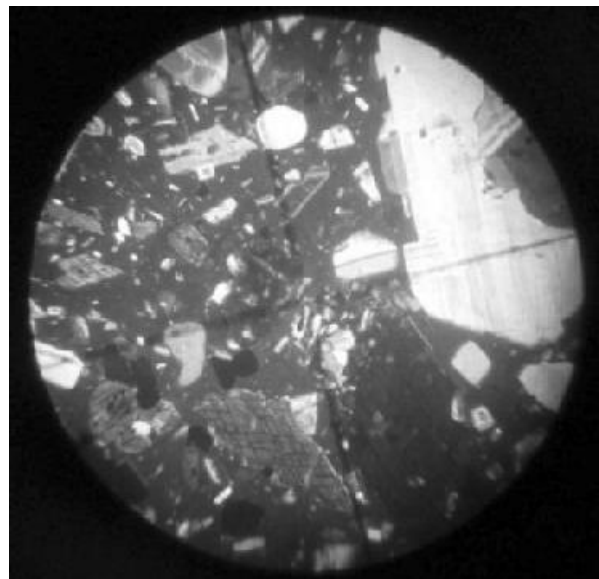
b. Satuan Lava Andesit Piroksen

Satuan lava andesit piroksen tersingkap di sepanjang Sungai Ci Sintok dengan arah tenggara-barat laut. Secara megaskopis andesit piroksen berwarna hitam, tekstur porfiroafanitik, massa dasar berupa mineral-mineral mafik dan fenokris berupa piroksen (melimpah) dan plagioklas dengan ukuran sedang-kasar (sedikit melimpah).

Secara petrografi berwarna abu-abu kecoklat-coklatan, porfiritik, hipidiomorfik granular, hipokristalin, ukuran kristal <0,03 mm-1,5 mm, komposisinya terdiri dari plagioklas yang melimpah.



Gambar 2. Fenokris Hornblenda Pada Lava Andesit Hornblenda.



Gambar 3. Fenokris Piroksen Pada Lava Andesit Piroksen.

c. Breksi Andesit

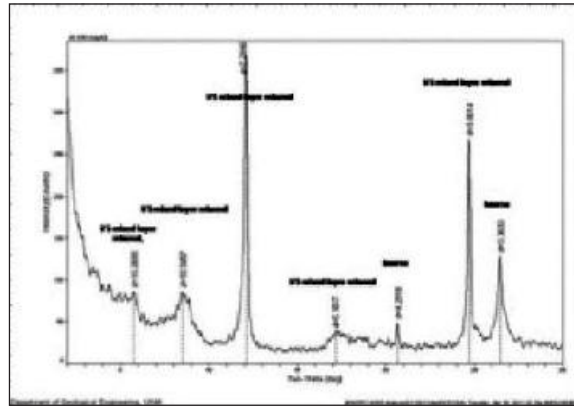
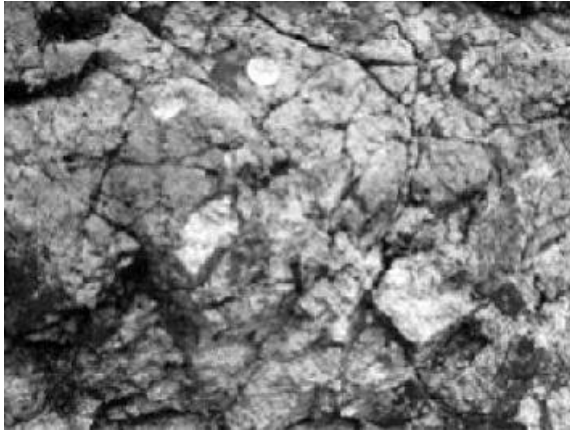
Breksi andesit memiliki pelamparan yang sangat luas hampir melingkupi keseluruhan daerah penelitian yang sebagian besar telah melapuk menjadi tanah dengan ketebalan yang bervariasi antara 5-25 m. Breksi andesit tersebar dalam satuan aliran piroklastik Bedengtilu, satuan aliran piroklastik Patuhawati, satuan aliran piroklastik Alkateri.

Zona alterasi daerah penelitian

Berdasarkan kumpulan mineralnya (*mineral assemblage*), daerah penelitian terbagi menjadi dua zona alterasi, yaitu argilik dan sub propilitik.

a. Zona Alterasi Argilik

Penciri alterasi argilik berupa terbentuknya mineral lempung dalam batuan akibat proses hidrolisis yang cukup intensif, berupa kaolin (haloisit, kaolinit, dickit) dan ilit, smektit, *interlayer illitesmectite*, serta asosiasi kumpulan mineral transisi yang terbentuk pada pH rendah-sedang (5-6) dan suhu rendah (<200-250°C). Jumlah titik longsor pada zona alterasi argilik adalah 19 titik longsor.



Gambar 4. (a). Singkapan Alterasi Tipe Argilik Dan (B). Hasil Analisa XRD Memperlihatkan Kumpulan Mineral yang Mencirikan Alterasi Tipe Argilik.

b. Zona Alterasi Sub Propilitik

Zona alterasi sub propilitik terdiri atas kelompok mineral klorit hingga zeolit. Alterasi sub propilitik umumnya berlangsung pada temperatur yang rendah dan pada pH yang asam. Kumpulan mineral yang sering dijumpai pada zona alterasi ini adalah; klorit, klorit/smektit, silika, kalsedon, kuarsa, *actinolite/albite*, karbonat (Ca, Mg,Mn,Fe).



Gambar 5. (a). Singkapan Alterasi Sub Propilitik dan (b). Kenampakan Fumarole di Lapangan.

Kondisi Struktur Geologi Daerah Penelitian

Zona struktur geologi pada daerah penelitian dibagi menjadi dua zona yaitu zona 0 - 300m, yang merupakan zona yang paling berpengaruh terhadap terjadinya gerakan tanah, dan zona >300m yang merupakan zona kurang berpengaruh. Titik gerakan terbanyak terdapat pada zona 0 - 300m, yaitu sebanyak 27 titik.

Kondisi Geologi Teknik Daerah Penelitian

Berdasarkan ukuran butir tanah dan genesanya, kondisi geologi teknik di daerah penelitian dibagi menjadi lima satuan, yaitu: 1. Satuan pasir-lempungan residual vulkanik, 2. Satuan pasir-lempungan koluviyal, 3. Satuan lempung-pasiran residual vulkanik, 4. Satuan lempung-pasiran koluviyal, 5. Satuan bongkah pasiran.

Tata Guna Lahan

Daerah penelitian memiliki beberapa bentuk penggunaan lahan, yaitu perkebunan, hutan lindung, semak belukar, ladang, dan pemukiman. Masing-masing penggunaan lahan memiliki dampak tersendiri terhadap kondisi kestabilan lereng.

Pembuatan Peta Kerawanan Gerakan Tanah

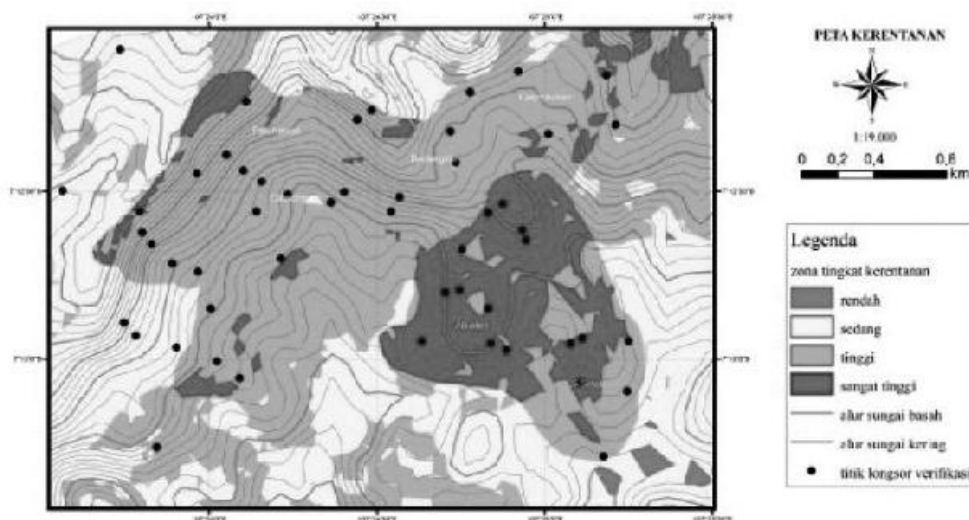
Parameter pada masing-masing faktor pengontrol yang mempengaruhi penilaian zona kerawanan berdasarkan tinggi rendahnya tingkat pengaruhnya terhadap gerakan tanah adalah alterasi hidrotermal

44,24%, struktur geologi, geologi teknik, kelerengan 16,49% dan tata guna lahan 6,29% (Tabel 1). Kemudian dilakukan pembobotan pada masing-masing kelas pada tiap parameter. Penentuan nilai dilakukan secara subyektif didukung oleh masukan dari data sekunder dan sebaran titik gerakan massa yang ditampilkan pada setiap peta parameter. Nilai yang diberikan menunjukkan seberapa besar pengaruh parameter tersebut terhadap pergerakan tanah. Nilai skor yang digunakan mulai dari 1 (satu) sampai 3 (tiga), sesuai dengan ketentuan penilaian/skoring pada peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.22/PRT/M/2007. Semakin tinggi nilai skor akan semakin tinggi pula pengaruh parameter tersebut terhadap kerawanan gerakan tanah.

Tabel 1. Matriks Ternormalisasi

Matriks Ternormalisasi	Jumlah						Nilai Prioritas
alterasi hidrotermal	0.46	0.47	0.47	0.47	0.33	2.21	44.24%
struktur geologi	0.15	0.16	0.16	0.16	0.20	0.82	16.49%
geologi teknik	0.15	0.16	0.16	0.16	0.20	0.82	16.49%
kelerengan	0.15	0.16	0.16	0.16	0.20	0.82	16.49%
tata guna lahan	0.09	0.05	0.05	0.05	0.07	0.31	6.29%
Jumlah	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	100.0%

lambda max 5.0438 n = 5
 consistency index (CI) 1.10%
 consistency ratio (CR) 0.98%



Gambar 6. Peta Kerawanan Daerah Penelitian.

Faktor Pengontrol Gerakan Tanah dan Penentuan Nilai Kelas-Kelas Pada Setiap Faktor

Faktor-faktor pengontrol gerakan tanah merupakan fenomena yang mengkondisikan suatu lereng menjadi berbakat atau berpotensi untuk bergerak meskipun pada saat itu lereng tersebut masih stabil (Karnawati, 2005). Faktor-faktor pengontrol tersebut adalah:

A. Alterasi Hidrotermal

Proses pelapukan pada daerah geotermal tidak seperti daerah lain pada umumnya. Pelapukan pada daerah geotermal lebih didominasi oleh pengaruh pelarutan mineral oleh larutan hidrotermal yang mengubah mineral awal menjadi mineral baru yang lebih stabil pada kondisi geotermal, sehingga dihasilkan mineral lempung (Corbett, 1998). Berdasarkan kumpulan mineralnya (*mineral assemblage*), daerah penelitian terbagi menjadi dua zona alterasi, yaitu argilik dan sub propilitik. Gerakan tanah terbanyak terjadi pada zona alterasi argilik dan zona alterasi sub propilitik. Zona alterasi argilik memiliki jumlah titik longsor yang lebih tinggi dibandingkan zona alterasi sub propilitik. Hal ini mempengaruhi skor masing-masing kelas di dalam parameter alterasi hidrotermal. Sehingga zona alterasi argilik memiliki skor 3, sub propilitik 2, dan non alterasi 1.

Jenis alterasi argilik lebih berpengaruh terhadap terjadinya gerakan tanah dibandingkan jenis alterasi sub propilitik, karena karakteristik mineral penciri alterasi argilik (smektit, *interlayer illite-smectite*, haloisit, dan kaolinit) memiliki kemampuan yang lebih dalam mengurangi kuat geser tanah pada lereng dan *swelling potential index*nya lebih tinggi dibandingkan mineral penciri alterasi sub propilitik (*mixed layer C/S*, *mixed layer I/S*, kristobalit, dan kuarsa).

B. Struktur Geologi

Gerakan tanah cenderung terjadi pada zona struktur geologi 0-300 m. Hal ini terlihat dari jumlah titik longsor. terbanyak terdapat pada satuan ini, yaitu sebanyak 27 titik longsor, sedangkan zona >300 m hanya memiliki 11 titik longsor. Pembuatan zona-zona tersebut menjelaskan bahwa semakin ke bagian tengah zona struktur, maka akan semakin banyak retakan yang terjadi. Semakin banyak retakan maka akan menghasilkan zona lemah yang lebih rentan terhadap terjadinya gerakan tanah. Sehingga nilai skoring pada zona 0-300 m (3) sedangkan >300 m (1).

C. Geologi Teknik

Pemilihan penggunaan parameter geologi teknik dibandingkan parameter geologi, karena sebagian besar litologi di daerah penelitian berada dalam kondisi melapuk, sehingga material yang bergerak didominasi oleh material tanah. Jenis satuan geologi teknik yang paling berpotensi terhadap terjadinya gerakan tanah adalah satuan lempung pasiran residual vulkanik dan satuan pasir lempungan residual vulkanik. sehingga mendapatkan skor 3. Satuan pasir lempungan koluviar mendapatkan skor 2, sedangkan satuan lempung pasiran koluviar dan satuan bongkah pasiran mendapatkan skor 2.

D. Kelerengan

Gerakan tanah cenderung terjadi pada kelas lereng $>10^{\circ}$ - $<20^{\circ}$ dan $>20^{\circ}$ - $<40^{\circ}$. Hal ini mempengaruhi skor masing-masing kelas di dalam parameter kelerengan. Kelas lereng landai mendapatkan skor 1. Kelas lereng agak curam mendapatkan skor 2. Kelas lereng curam mendapatkan skor 3 sedangkan satuan lereng sangat curam mendapatkan skor 2.

E. Tata Guna Lahan

Berdasarkan jumlah persebaran titik longsor dapat diketahui bahwa kecenderungan terjadinya gerakan tanah pada satu jenis tata guna lahan, yaitu perkebunan. Sub parameter perkebunan memiliki jumlah titik longsor tertinggi dibandingkan sub parameter yang lain. Hal ini mempengaruhi skor masing-masing kelas di dalam parameter tata guna lahan. Sehingga sub parameter perkebunan mendapatkan skor 3, hutan lindung 2, pemukiman dan semak belukar masing-masing 1.

Nilai skor pada masing-masing sub parameter kemudian dikalikan dengan nilai bobot parameter, dalam analisa spasial (*weighted overlay*) dengan software ArcGIS. Sehingga didapatkan empat zona tingkat kerawanan, yaitu zona kerawanan tingkat rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi (Gambar 7).

Faktor-Faktor Pemicu Terjadinya Gerakan Tanah di Daerah Penelitian

Faktor pemicu gerakan tanah dalam Karnawati (2005) didefinisikan sebagai proses alamiah dan non-alamiah ataupun kombinasi keduanya yang secara aktif mempercepat proses hilangnya kestabilan pada suatu lereng. Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Februari 2010, yaitu sebesar 944,5 mm/bulan merupakan faktor pemicu utama gerakan massa tanah di daerah penelitian. Air hujan yang jatuh ke dalam tanah akan mengalami proses infiltrasi. Proses infiltrasi akan menyebabkan kandungan air tanah menjadi meningkat. Kenaikan muka air tanah dalam lereng secara otomatis akan meningkatkan tekanan air pori dalam tanah, meningkatkan berat isi tanah (peningkatan beban massa tanah), pengurangan atau penghilangan tegangan *suction* (tegangan hisap) di zona tidak jenuh air, sehingga mengakibatkan pengurangan kuat geser tanah pada lereng yang pada akhirnya dapat mengakibatkan terjadinya gerakan massa tanah.

4. KESIMPULAN

1. Faktor pengontrol gerakan tanah di daerah penelitian adalah alterasi hidrotermal, struktur geologi, geologi teknik, kelerengan dan tata guna lahan.
2. Faktor pemicu gerakan tanah di daerah penelitian adalah curah hujan yang tinggi terjadi pada bulan Februari 2010, yaitu sebesar 944,5 mm/bulan.
3. Zona tingkat kerawanan gerakan tanah di daerah penelitian terbagi menjadi empat zona; zona tingkat kerawanan rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Penempatan tempat tinggal dan infrastruktur sebaiknya mengacu pada zonasi ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Prof. Dwikorita Karnawati, Dr. Doni Prakasa, dan Made Uthari yang telah banyak membantu memberikan masukan, saran dan semangat dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abbott, L.P., 2004, Natural Disasters, San Diego University, United States of America.
2. Alhamid, I., 1989, The Resources Potential of The G. Patuha Geothermal Area, West Java, Proceedings Indonesian Petroleum Association, 89-14.01.
3. Ayalew, L., Yamagishi, H., Marui, H., and Kanno, T., 2005, Landslides In Sado Island Of Japan: Part II. GIS-Based Susceptibility Mapping With Comparisons Of Results From Two Methods and Verification: Elsevier, Engineering Geology 81: 432-445.
4. Bell, F.G., 1999, Geological Hazard, Taylor & Frincise Library, New York.
5. Bell, F.G., 2007, Engineering Geology, Elsevier, Great Britain.
6. Bronto, S., 2006, Stratigrafi Gunungapi Daerah Bandung Selatan, Jawa Barat, Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 1 No. 2 Juni 2006: 89-101.
7. Cas, R.A.F., dan Wright, J.V., 1987, Volcanic Succession Modern and Ancient, Allen Unwin, London.
8. Corbett dan Leach, 1998, SW Pacific Rim Au/Cu Systems; Structure, Alteration and Mineralization.
9. Crozier, M.J., dan Glade, T., 2004, Landslide Hazard and Risk: Issues, Concepts and Approach, John Wiley and Sons, West Sussex.
10. Gillot, J.E., 1968, Clay in Engineering Geology, Elsevier Publishing Company, Amsterdam.
11. Hakim, M.R., dan Laya, K.P., 2006, Bandung Basins Tectonics, Stratigraphy and Geothermal Prospects Based on Water Geochemistry Analysis. Proceedings, Jakarta 2006 International Geosciences Conference And Exhibition Jakarta, SOT-09.
12. Hardiyatmo, H.C., 2002, Mekanika Tanah I, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
13. Highland, L.M., dan Bobrowsky, P., 2008, The Landslide Handbook-A Guide to Understanding Landslides, USGS, Virginia
14. Jones, D.K., dan Lee, E.M., 2004, Landslide Risk Assesment, Thomas Telford, London.
15. Karnawati, D., 2005, Bencana Alam Gerakan Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya, Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
16. Koesmono, M., Kusnama, Suwarna, N., 1972, Peta Geologi Lembar Sindangbarang & Bandarwaru, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
17. McPhee, J., Doyle, M., dan Allen, R.J., 1993, Volcanic Textures, Centre of Deposit & Exploration Studies, University of Tazmania, Tazmania.
18. Moore, D., N., dan Reynolds, R., C., 1997, X-Ray Diffraction and Identification and Analysis of Clay Minerals, Oxford University Press, Oxford.
19. Morisson, K. 1996. Magmatic-Realated Hydrothermal System: The Basic Model. Short Course Manual. Australia.
20. Nicholson, K., 1993, Geothermal Fluids, Chemistry and Exploration Techniques, Springer Verlag, Inc, Berlin.
21. Pulunggono, A., dan Martodjojo, S., 1994, Perubahan tektonik Paleogen-Neogen merupakan peristiwa tektonik terpenting di Jawa, Proceeding Geologi dan Geotektonik Pulau Jawa, Nafiri, Yogyakarta.
22. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, 2009, Wilayah Potensi Gerakan Tanah di Provinsi Jawa Barat bulan September 2009. Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
23. Risyad, R. B., 2010, Pemetaan Zona tingkat Kerentanan Gerakan Tanah di Desa Girimukti Kecamatan Campaka dan Desa Cibokor, Kecamatan Cibeber, Kabupaten Cianjur, Propinsi Jawa Barat, Skripsi Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. (Tidak dipublikasikan).
24. Schmincke, H-U, 2004, Volcanism, Springer-Verlag, Berlin Heidenberg, Germany
25. Turner, Keith A., dan Schuster, Robert L., 1996, Landslide Hazard and Mitigation, National Academy of Sciences, USA.
26. Tim KKN PPM UGM 2010 Unit 107 (Ciwidey), 2010, Modul Penanggulangan Bencana Longsor di RW 07, Desa Sugihmukti, Kecamatan Pasir Jambu, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat.
27. van Bemmelen, R.W., 1949, The Geology of Indonesia vol 1A: The Haque, General Geology Martinus Nijhof.
28. Velde, B., 1995, Origin and Mineralogy of Clays, Springer, Berlin Heidelberg.
29. Yalcin, A., 2007, the Effect of Clay on Landslide, Aksaray University, Turkey.

METODE PEMETAAN PARTISIPATIF UNTUK PENYUSUNAN PROGRAM PENGURANGAN RISIKO BENCANA LONGSOR. STUDI KASUS DESA CIBANTENG, KABUPATEN CIANJUR, JAWA BARAT

Oleh:

Eko Kusratmoko^{a,1,*}, Adi Wibowo^{a,2}, Sofyan Cholid^{b,1}, Tjong Giok Pin^{a,3}

^aDepartemen Geografi, FMIPA Universitas Indonesia, Kampus Baru, Depok 16424

^bDepartemen Kesejahteraan Sosial, FISIP, Universitas Indonesia, Kampus Baru, Depok 16424

*Email: kusrat.eko@gmail.com

Abstrak

Tulisan ini memaparkan hasil penelitian aplikasi metode pemetaan partisipatif dalam rangka penyusunan program pengurangan risiko bencana longsor di Desa Cibanteng, Kecamatan Sukaresmi, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat. Faktor fisik wilayah, curah hujan tinggi, topografi, geologi dan penggunaan lahan, dan dibarengi dengan kondisi faktor demografi, sosial dan ekonomi menjadikan wilayah Desa Cibanteng sangat rentan terhadap bencana longsor. Selama tahun 2013-2014 telah terjadi 2 kali longsor yang menimbulkan kerugian ekonomi, akibat kerusakan rumah dan lahan pertanian. Pemetaan partisipatif adalah salah satu bagian dari kegiatan pengurangan risiko bencana berbasis masyarakat (PRBBM), karena keterlibatan masyarakat lokal adalah prasyarat untuk mengurangi risiko bencana yang berkelanjutan. Dalam kegiatan ini, metode pemetaan partisipatif dilakukan dalam dua cara yaitu pemetaan partisipatif 2 dimensi (PP2D) dengan fokus pemetaan daerah bencana dan pemetaan partisipatif 3 dimensi (PP3D) dengan fokus wilayah desa. Pemetaan partisipatif melibatkan staf/relawan BPBD Kabupaten Cianjur dan warga masyarakat Desa Cibanteng. Hasil PP2D yang didukung dengan teknologi sistem informasi geografi dapat memetakan dan menyepakati luas wilayah longsor yang terjadi pada tahun 2013, wilayah rawan longsor dan wilayah bekas longsor. Berbasis pada hasil PP3D, kemampuan masyarakat dalam memahami lingkungan desanya secara spasial teruji dan terasah dengan baik, sehingga memudahkan dalam penyusunan program PRBBM dan implementasinya. Lebih lanjut metode PP3D dapat diterapkan untuk daerah bencana yang lain, karena metode ini menjadi sarana ruang dialog yang efektif antar segala lapisan masyarakat yang terlibat.

Kata kunci: Pemetaan partisipatif, PRBBM, longsor, Desa Cibanteng.

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan yang rawan bencana alam, baik itu bencana alam yang berhubungan dengan aspek geologi, seperti gempa bumi, tsunami, maupun aspek iklim seperti banjir, kekeringan, ataupun kombinasi antara keduanya seperti longsor, amblesan tanah. Oleh karena itu semestinya masyarakat Indonesia sejak dini lebih mengenal dan paham tentang lingkungan alam Indonesia, khususnya yang berhubungan dengan bencana alam yang terjadi atau dapat terjadi.

Kabupaten Cianjur merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Barat yang sangat rentan terhadap bencana alam, seperti gempa, longsor, tsunami, maupun banjir. Pada tahun 2012 saja dari bulan Januari sampai September, telah terjadi 18 kejadian tanah longsor dan 4 kejadian banjir bandang, dengan kerugian materi lebih dari Rp. 3 miliar (BPBD Kab. Cianjur, 2012).

Keberhasilan pengurangan risiko bencana yang berkelanjutan dan berdaya guna harus menempatkan warga masyarakat yang tinggal di daerah rawan bencana (masyarakat lokal) sebagai subjek yang berpartisipasi (Gaillard & Maceda, 2009; Perka BNPB No. 1 Tahun 2012). Keterlibatan masyarakat lokal adalah prasyarat untuk mengurangi risiko bencana yang berkelanjutan (Gaillard & Maceda, 2009). Masyarakat lokal adalah mereka, baik yang menjadi korban utama, maupun mereka yang pertama kali merespons jika bencana terjadi. Mereka adalah masyarakat yang kelangsungan hidupnya dan kesejahteraannya dipertaruhkan. Pengurangan

risiko bencana berbasis masyarakat (PRBBM) mendorong partisipasi masyarakat yang terancam dalam evaluasi risiko (mencakup bahaya, kerentanan dan kapasitas) maupun cara untuk menguranginya. PRBBM seharusnya mampu memberdayakan masyarakat dengan pengembangan diri sesuai dengan budayanya untuk mengatasi krisis yang ditimbulkan akibat bencana alam (Gaillard & Maceda, 2009; Cadag & Gaillard, 2012)

Pemetaan partisipatif adalah salah satu bagian dari kegiatan PRBBM. Pendekatan pemetaan partisipatif (*Participatory Mapping Approach*) adalah suatu metode pemetaan yang menempatkan masyarakat sebagai pelaku pemetaan wilayahnya, sekaligus juga akan menjadi penentu perencanaan pengembangan wilayah mereka sendiri (Hidayat, et al. 2005). Produk pemetaan yang dihasilkan tidak hanya sekedar mempunyai makna kartografis belaka tetapi mencerminkan pengetahuan dan sosial dan agenda dari masyarakat setempat (Corbett & Keller, 2005; Di Gessa, 2008). Pemetaan partisipasi yang berkembang saat ini antara lain adalah pemetaan partisipatif berbasis sistem informasi geografi (*Participatory Geographic Information System* atau P-GIS) dan pemetaan partisipatif tiga dimensi (*Participatory three dimensional mapping*) atau PP3D. P-GIS secara luas telah diaplikasikan dalam 20 tahun terakhir di banyak negara di dunia, terutama dalam perencanaan wilayah, penyelesaian konflik pertanahan, permasalahan lingkungan dan pengurangan risiko bencana, baik untuk masyarakat di desa maupun di perkotaan, terutama (lihat Rambaldi & Callosa-Tarr, 2005; McCall, 2009; Gaillard et al. 2013). Namun dibandingkan dengan yang lain, penerapan PP3D untuk kegiatan PRBBM relatif masih terbatas (lihat Gaillard & Maceda, 2009; Maceda, et al. 2009; Gaillard et al. 2013. Bobb-Prescott, 2014; Kienberger, 2014).

Pemetaan partisipatif yang dibantu dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) akan menghasilkan peta yang akurat dengan sistem koordinat geografis yang sesuai dengan peta dasar rupabumi yang berlaku di Indonesia. Menggunakan alat *Global Positioning System* (GPS), setiap informasi penting yang diperoleh di lapangan ditandai dan jalur perjalanan disimpan secara otomatis. Selanjutnya data-data dengan koordinat geografis tersebut dapat diolah dan dianalisis dengan *software* SIG yang tersedia. Hasil akhir dari P-GIS ini adalah peta wilayah rawan bencana, peta wilayah bencana dan penting lingkungan penting lainnya. Peta yang dihasilkan dapat menjadi alat penting untuk menyusun konsep dan strategi dalam kegiatan PRBBM. Dalam aktivitas ini seluruh pemangku kepentingan, seperti akademisi, pemerintah lokal (dalam hal Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD), organisasi kemasyarakatan dan masyarakat lokal sendiri dapat berdialog dan merumuskan bersama sebagai suatu bentuk integrasi dari *bottom-up dan top-down* (Gaillard & Maceda, 2009; Cadag & Gaillard, 2012; Gaillard et al. 2013).

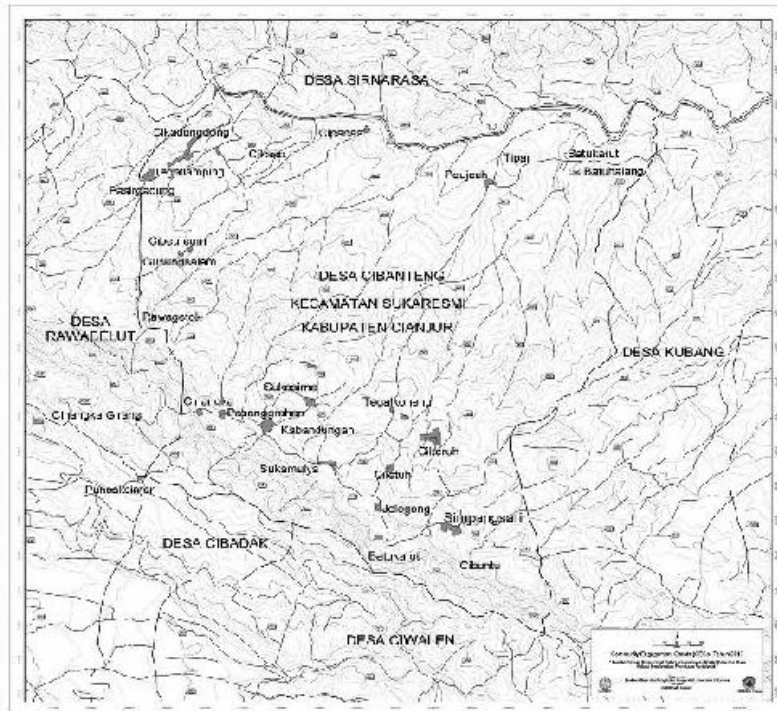
Desa Cibanteng, Kecamatan Sukaresmi, Kabupaten Cianjur dipilih sebagai studi kasus dalam kegiatan ini, karena merupakan salah satu wilayah yang masuk kategori sangat rentan terhadap bencana alam. Faktor fisik wilayah (curah hujan tinggi, topografi, geologi dan penggunaan lahan) serta dibarengi dengan kondisi faktor demografi, sosial dan ekonomi menjadikan wilayah ini sangat rentan terhadap bencana alam, terutama longsor dan banjir (Arifin, 2010). Selama periode 2004-2012 desa ini tercatat sebagai desa yang sering mengalami kejadian Bencana longsor/gerakan tanah (BPBD Kab. Cianjur, 2012). Kejadian longsor terakhir yang terjadi di Desa Cibanteng terjadi pada tanggal 15 Mei 2013 dan 29 Januari 2015. Longsor yang terjadi di Desa Cibanteng pada tanggal 15 Mei 2013 telah menimbulkan kerusakan 57 rumah dan 17 hektar lahan pertanian (Kusratmoko, et al. 2013)

Tulisan ini memaparkan penerapan pemetaan partisipatif berbasis SIG (P-SIG) dan pemetaan partisipasi 3 dimensi dalam kerangka PRBBM di Desa Cibanteng, Kecamatan Sukaresmi, Kabupaten Cianjur Provinsi Jawa Barat.

2. METODE

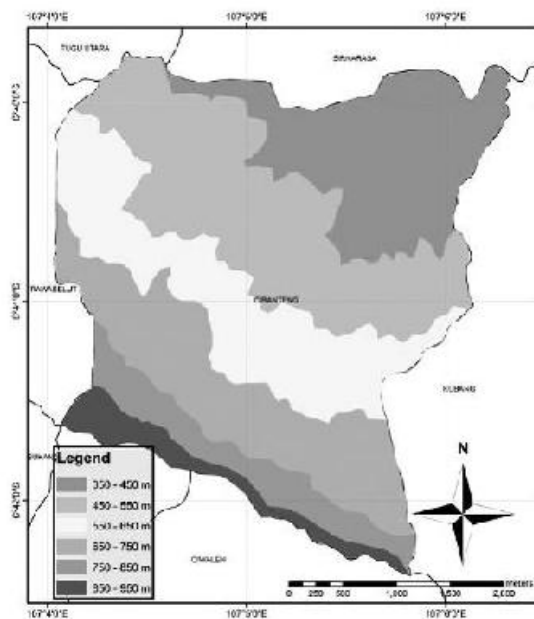
2.1. Daerah Studi

Secara geografis Desa Cibanteng berada di bagian paling utara dari Kab. Cianjur dengan luas wilayah 1331 hektar. Desa ini terletak di wilayah perbukitan yang cukup terjal dengan ketinggian tempat antara 325 m dpl sampai dengan 926 m dpl. Sebagian besar wilayah (43% dari luas Desa) berada pada ketinggian tempat > 500 m dpl dan wilayah dengan kemiringan lahan antara 15-25% mendominasi dengan proporsi sekitar 60% dari luas Desa (lihat Gambar 1, 2 dan 3). Secara geologi, batuan dasar pembentuk daerah perbukitan Desa Cibanteng adalah Formasi Catayan, anggota breksi terdiri dari breksi polimik bersifat basal, andesit dan batugamping koral (Mttb), breksi dan lahar dari Gunung Gede; batupasir tufaan, serpih tufaan, breksi tufaan dan aglomerate tufaan (Qyg) (Sudjatmiko, 1972). Sawah dan pertanian lahan kering, berupa tegalan dan kebun campuran mendominasi penggunaan lahan di Desa Cibanteng. Luas wilayah jenis penggunaan lahan tersebut tercatat 1125 hektar (84% dari luas Desa), sementara hutan hanya tersisa 178 hektar atau hanya 13% dari luas desa.

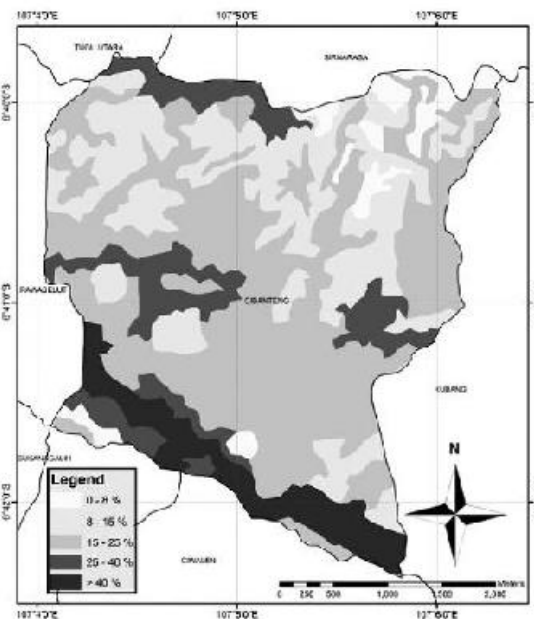


Gambar 1. Daerah Studi, Desa Cibanteng, Kecamatan Sukaresmi, Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat. (Sumber: Peta Rupabumi skala 1:25.000, Badan Informasi Geospasial).

Total jumlah penduduk Desa Cibanteng pada tahun 2014 tercatat 5097 jiwa, terdiri dari 2718 laki-laki dan 2397 perempuan, sehingga kepadatan penduduk Desa Cibanteng adalah 4 jiwa per hektar. dengan jumlah kepala keluarga 1516 KK. Lebih dari 30% kepala keluarga termasuk dalam rumah tangga miskin (Laporan Desa Tahun 2014). Sebagian besar penduduknya bekerja di sektor pertanian.



Gambar 2



Gambar 3

Gambar 2 dan 3: Peta Wilayah Ketinggian dan Peta Wilayah Lereng Desa Cibanteng, Kecamatan Sukaresmi, Kab. Cianjur, Jawa Barat (Sumber: Diolah dari Data Digital Rupabumi Skala 1:25.000, Badan Informasi Geospasial).

2.2. Tahapan Kegiatan

Tahapan kegiatan penelitian dilakukan dalam 2 kegiatan besar yaitu, kegiatan PP2D dengan fokus daerah bencana longsor dan kegiatan aplikasi PP3D untuk kegiatan PRBBM. Kegiatan PP2D dilakukan dengan tahapan sebagai berikut (lihat Kirsberger & Steinbruch, 2005; Kirsberger, 2014; Gaillard & Maceda, 2009)

1. Kordinasi: Tim peneliti berkordinasi dengan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Cianjur, sebagai instansi pemerintah lokal yang menetapkan kebijakan penanggulangan bencana di daerah, serta sebagai kordinator pelaksanaan kegiatan penanggulangan bencana. Hasil dari pertemuan dengan pihak BPBD menetapkan Desa Cibanteng sebagai tempat pelaksanaan kegiatan pemetaan partisipatif. Selanjutnya peneliti, Staf BPBD melakukan kordinasi dengan Kepala Desa Cibanteng. Hasil dari kordinasi, Kepala Desa Cibanteng menetapkan 9 warga masyarakat yang terlibat dalam kegiatan, terdiri dari ketua Dusun/RW, ketua RT, Karang Taruna dan aparat Desa. Pihak BPBD diwakili oleh 3 orang staf dan 3 orang relawan, dan selanjutnya dari Universitas Indonesia diwakili oleh 4 orang.
2. Persiapan dan Pembekalan: Peta dasar yang digunakan adalah peta digital rupa bumi skala 1:25.000 yang diperbesar sampai dengan ukuran kertas A0. Peralatan lain yang dipersiapkan antara lain adalah *Global Positioning System* (GPS), kompas dan meteran ukur panjang 50 meter, kamera, dan alat tulis menulis. Pembekalan peserta diberikan selama 2 hari mencakup materi tentang longsor, mencakup proses terjadinya longsor, mengenal daerah rawan longsor, dan upaya mitigasi yang dapat dilakukan. Kemudian materi berikutnya mencakup tentang dasar-dasar pemetaan, penggunaan GPS dan membaca peta rupa bumi.
3. Pelaksanaan Pemetaan: Seluruh peserta dibagi menjadi 3 kelompok, dimana tiap kelompok terdiri dari tim peneliti UI, staf/relawan BPBD Kabupaten Cianjur, dan 3 wakil dari masyarakat. Pada hari pertama sasaran PP2D adalah daerah longsor di Dusun Sukasirna yang terjadi pada tanggal 15 Mei 2013 dan daerah rawan longsor di sekelilingnya. Kelompok 1 menyusuri sisi kiri, kelompok 2 menyusuri sisi kanan dan kelompok 3 menyusuri perbukitan tepat di atas daerah longsor. Dalam pelaksanaan pemetaan, batas fisik dan atribut yang harus ditandai dan ditelusuri adalah
 - Batas longsor
 - Bangunan rumah baik yang masih utuh maupun yang rusak yang ada di daerah longsor, termasuk pemiliknya dan bangunan fasilitas umum, seperti mesjid, pos ronda,
 - Penggunaan lahan wilayah longsor dan wilayah rawan longsor
 - Rekahan tanah/batuan di wilayah perbukitan di atas daerah longsor, mencakup panjang dan lebarPada hari ke dua, kegiatan PP2D difokuskan pada daerah bekas longsor yang pernah terjadi di Desa Cibanteng pada tahun 2010.
4. Diskusi Hasil Seluruh data hasil pemetaan di hari pertama, diinput dalam *data base* Sistem Informasi Geografis yang telah dipersiapkan dan hasilnya dibahas dan didiskusikan bersama-sama dan kekurangan dari hasil pemetaan hari pertama disempurnakan pada hari kedua.

Kegiatan Pemetaan partisipatif 3 dimensi (PP3D) dilakukan melalui tahapan sebagai berikut:

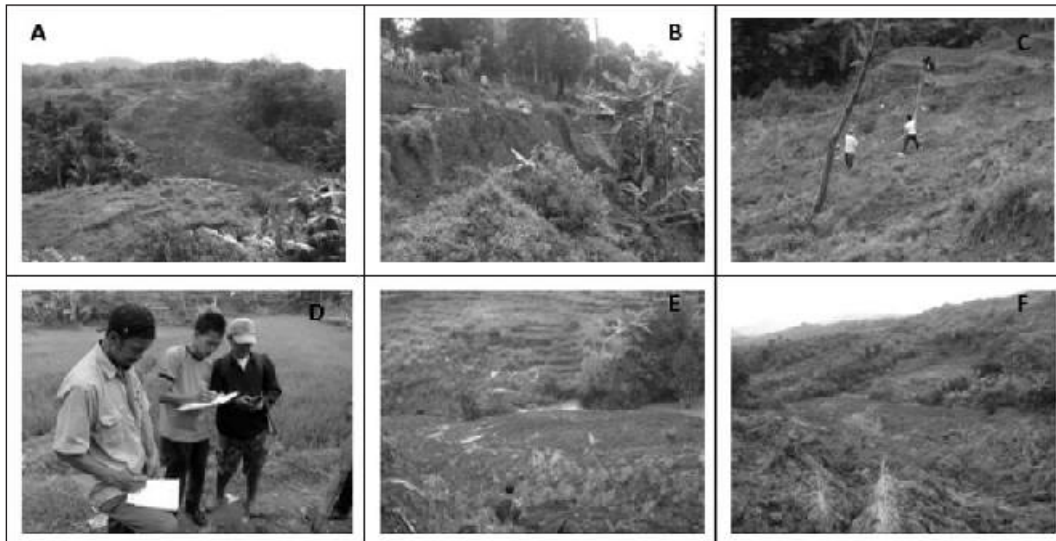
1. Persiapan: Peta 3 dimensi Desa Cibanteng disiapkan oleh tim UI dengan kerangka Peta RBI skala 1:25.000 yang diperbesar sampai dengan ukuran A0 (ukuran skala horisontal 1:6500, perbesaran skala vertikal 1,5 kali). Peta dibuat menggunakan kertas karton dengan tebal 3 mm dengan dasar papan triplek dengan tebal 1 cm. Informasi yang disajikan adalah mencakup jaringan jalan, sungai, nama kampung, nama sungai, penggunaan lahan dan daerah bencana dan rawan bencana. Informasi penggunaan lahan diperoleh dari citra *Quick Bird* keluaran tahun 2012, sementara informasi wilayah bencana dan rawan bencana diperoleh dari hasil kegiatan PP2D.
2. Pelaksanaan diskusi kelompok: Kepala desa menetapkan 20 peserta yang terlibat, terdiri dari 10 laki-laki dan 10 perempuan. Peserta terdiri dari unsur aparat desa, ketua dusun, karang taruna, kelompok kerja keluarga (PKK, Posyandu), kelompok masjid/pengajian dan pengelola lingkungan. Sebagian besar peserta (12 orang) hanya lulus SD, dan sebagian lagi lulus setingkat SMP dan hanya 3 orang yang lulus setingkat SMA.
Pelaksanaan diskusi kelompok dilakukan selama 3 hari dan seluruh peserta dibagi menjadi 2 kelompok yang mewakili masing-masing organisasinya. Materi diskusi mencakup 2 materi utama yaitu mengenali lingkungan Desa Cibanteng lebih dekat dan penyusunan program pengurangan risiko bencana. Materi ke 1 berusaha mengungkapkan tentang kemampuan pengetahuan keruangan (*spatial knowledge*) dari para peserta, khususnya pengetahuan tentang nama-nama geografis (nama dusun, kampung, nama sungai), pengetahuan tentang karakteristik daerah longsor dan rawan longsor, pengetahuan tentang lingkungan dimana mereka tinggal. Sementara materi ke 2, berusaha mengelaborasi kemampuan

peserta diskusi dalam menyusun program pengurangan risiko bencana, khususnya bencana longsor. Dalam kegiatan ini, tim risiko penanggulangan bencana Desa Cibanteng dibentuk dan program awal pengurangan risiko bencana dapat disusun.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pemetaan Partisipatif Daerah Longsor dan Rawan Longsor

Kerjasama yang erat antara staf/relawan BPBD kabupaten Cianjur dengan warga masyarakat peserta pemetaan dengan supervisi tim UI memungkinkan kegiatan pemetaan partisipatif berjalan dengan baik. Dokumentasi hasil pelaksanaan kegiatan diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Memperlihatkan Kenampakan Longsor di Dusun Sukasirna, Desa Cibanteng di Sisi Depan (A), Pengukuran Tinggi Amblesan Tanah Penyebab Longsor, Tinggi Amblesan Tanah Sekitar 6 Meter (B), Pengukuran di Bagian Sisi Kiri, Tanah Ambles Sekitar 3 Meter (C), Pencatatan Rumah-Rumah yang Rusak (D), Longsoran Tanah Menyumbat Aliran Anak Ci Beet (E), dan Lahan Pertanian, Terutama Sawah, yang Rusak Akibat Longsor (F).

Hasil pemetaan pada hari ke 1, fokus pada daerah longsor dan daerah rawan longsor. Hasil pemetaan mendapatkan luas daerah longsor dan juga daerah rawan longsor. Daerah longsor yang terjadi di Dusun Sukasirna, Desa Cibanteng, luasnya mencapai 16.63 ha, lebih sempit dibandingkan dengan klaim masyarakat sebelumnya sekitar 38 ha, sementara daerah rawan longsor, yang berada di wilayah perbukitan di atas daerah longsor, luasnya tercatat 5,17 ha. Pada Gambar 5 diperlihatkan kenampakan beberapa contoh rekahan-rekahan yang posisinya ada di wilayah perbukitan bagian atas dari daerah longsor eksisting. Daerah rawan longsor tentu saja sangat berbahaya, terutama saat musim hujan. Pengawasan pada daerah tersebut tentu saja amat penting untuk menghindari jatuhnya korban. Hasil pemetaan juga mencatat kondisi penggunaan lahan dan jumlah rumah yang rusak/hancur karena longsor dan rumah-rumah yang berada di daerah rawan longsor.

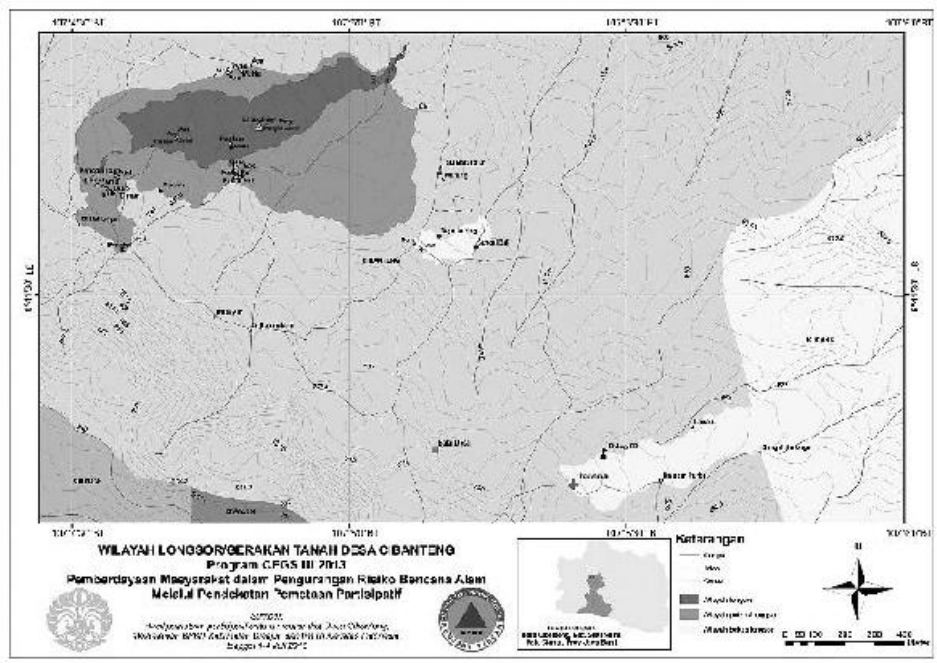
Hasil Pemetaan hari ke 2 dilakukan di daerah bekas longsor yang terjadi tahun 2010. Hasil dari pemetaan keseluruhan diperoleh hasil sebagai berikut:

Luas daerah longsor = 16,63 ha
Luas daerah rawan longsor = 28,69 ha
Luas daerah bekas longsor = 16,88 ha.



Gambar 5: Berbagai Bentuk Rekahan Tanah/Batuan yang Posisinya Berada di Bagian Atas Wilayah Longsor Saat Ini. Curah Hujan yang Tinggi Dapat Menyebabkan Lapisan Tanah Ini Melorot.

Hasil dari pemetaan partisipatif ini selanjutnya diintegrasikan ke dalam sistem koordinat geografi nasional. Sebagai peta dasar digunakan peta rupa bumi skala 1:25.000 yang diterbitkan oleh Badan Informasi Geospasial. Seluruh data dasar yang telah disusun ke dalam SIG ini diharapkan dapat digunakan oleh pihak BPBD sebagai alat monitoring dalam kegiatan PRBBM. Contoh tampilan peta tematik hasil dari pemetaan partisipatif ini dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil Akhir Pemetaan Wilayah Longsor dan Rawan Longsor Melalui Pendekatan Pemetaan Partisipatif.

3.2. Hasil Pemetaan Partisipatif Tiga Dimensi (PP3D)

Diskusi kelompok secara interaktif diawali dengan mengukur pengetahuan masyarakat lokal tentang lingkungan tempat tinggalnya secara khusus dan Desa Cibanteng secara umum. Masing-masing peserta diberi waktu untuk mengamati model peta 3 dimensi Desa Cibanteng dan memberikan pendapatnya yang berkaitan dengan lingkungan fisik desanya. Hasil dari diskusi dengan dipandu oleh fasilitator tim UI dapat diuraikan sebagai berikut (lihat juga Gambar 7) :

- Nama-nama geografis yang ditulis berdasarkan peta RBI skala 1:25.000, seperti nama kampung, nama sungai dapat dikoreksi kesalahan penulisan dan ditambahkan untuk yang belum mempunyai nama oleh para peserta.

- Batas administrasi Desa Cibanteng dapat dikoreksi langsung oleh peserta.
- Peserta dengan baik dapat mengetahui lingkungan fisik di lingkungan terdekatnya, khususnya yang berkaitan dengan rawan tidaknya tempat tinggal mereka dari bencana longsor. Menggunakan paku penanda (*push pin*), peserta dapat menandai daerah rawan bencana dan daerah yang aman dari bencana.
- Peserta secara keseluruhan sudah mengetahui tentang dampak dari penebangan pohon dan bertani pada daerah-daerah dengan lereng yang curam.



Gambar 7. Suasana Kegiatan Diskusi Kelompok Aplikasi Pemetaan Partisipatif Tiga Dimensi Untuk Penyusunan Program Pengurangan Risiko Bencana Desa Cibanteng, Kec. Sukaresmi, Kabupaten Cianjur.

Dalam diskusi kelompok hari kedua, peserta diajak serta dalam menyusun program pengurangan risiko bencana di Desa Cibanteng dan mempresentasikan hasilnya. Hasil sementara program yang telah disusun oleh warga Desa Cibanteng dapat dikelompokkan menjadi 2 program utama, yaitu program pengelolaan lingkungan, program peningkatan kapasitas kesiapsiagaan serta tanggap bencana dan program sosialisasi tentang kebencanaan, khususnya longsor.

Dalam program pengelolaan lingkungan, masyarakat dapat memandang pentingnya kegiatan penanam pohon pada daerah-daerah berlereng curam dan daerah bekas longsor. Pohon yang ditanam adalah pohon buah-buahan, dalam hal ini Manggis, yang mempunyai nilai tambah ekonomi dan berumur panjang. Kegiatan lain yang mereka usulkan adalah pembuatan peraturan desa tentang larangan menebang pohon di daerah rawan bencana longsor.

Program peningkatan kapasitas kesiapsiagaan serta tanggap bencana. Untuk program ini, peserta belum dapat menyusun kegiatan apa yang dapat dilakukan. Perlu koordinasi dengan pihak BPBD untuk menyusun kegiatan yang dapat dilaksanakan.

Program sosialisasi tentang kebencanaan, khususnya longsor, peserta melihat begitu pentingnya peran ibu dan anak-anak. Untuk itu kegiatan yang diusulkan adalah mengaktifkan peran PKK dan Posyandu dalam sosialisasi masalah kebencanaan untuk kaum ibu, dan mengaktifkan peran pendidikan agama, khususnya kegiatan pengajian di Masjid, untuk anak-anak dan remaja. Seluruh program dan kegiatan yang telah disusun akan dimatangkan kembali dalam kegiatan lanjutan forum diskusi kelompok yang rencananya akan diadakan bulan Juni minggu ke dua di Desa Cibanteng.

3.3. PP2D dan PP3D untuk Penyusunan Program PRBBM, Tantangan dan Peluang

Mengacu pada indikator yang disajikan oleh McCall dan Pinang (McCall & Pinang, 2005), maka keberhasilan kegiatan PP2D dan PP3D yang telah dilakukan di desa Cibanteng dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Legitimasi dan Partisipasi Masyarakat.

Pada kegiatan PP2D peserta yang ditetapkan oleh Kepala Desa sebagian besar adalah kepala dusun dan rukun tetangga yang wilayah terkena dampak kejadian longsor. Dengan demikian keterlibatan mereka begitu sangat tinggi dan sangat antusias. Begitu pula dengan peserta dari staf dan relawan BPBD,

yang secara tidak langsung berkepentingan karena fungsinya sebagai kordinator pelaksanaan kegiatan penanggulangan bencana Mereka tidak pernah absen dan antusias mengikuti program kegiatan dari pagi sampai sore. Seluruhnya terlibat dalam proses pengumpulan data dengan GPS, pencatatan dan pengukuran di lapangan.

Pada kegiatan PP3D, legitimasi dan partisipasi masyarakat, barangkali masih perlu diuji lebih lanjut dalam forum diskusi yang lebih besar. Hal ini didasari, bahwa penetapan peserta PP3D ditetapkan oleh Kades, masih memungkinkan karena faktor politik, karena pemilihan Kades melalui pemilihan langsung belum lama dilaksanakan di Desa Cibanteng (1 tahun). Apakah peserta yang mengikuti kegiatan PP3D benar-benar telah mewakili seluruh masyarakat, memang perlu diuji lebih lanjut dalam kegiatan berikutnya.

b. Pemberdayaan.

Hasil kegiatan, baik PP2D maupun PP3D, memperlihatkan peran yang menonjol dari staf/relawan BPBD, aparat desa dan kepala dusun dalam penyampaian pendapat dan pengambilan keputusan, baik di lapangan maupun dalam diskusi kelompok. Hal ini dimungkinkan karena Faktor pendidikan dan pengalaman yang lebih baik. Selanjutnya mereka dapat menjadi aktor penting dalam proses PRBBM selanjutnya.

c. Proses Transfer Pengetahuan Pemetaan dan Bencana.

Metode yang diterapkan dalam kegiatan PP2D ternyata dapat mudah diserap oleh staf/relawan BPBD, sehingga diharapkan mereka dapat menerapkan untuk daerah bencana yang lain. Namun transfer dari hasil lapangan ke dalam *database* SIS masih lemah. Peningkatan kapasitas untuk pengolahan data kedalam sistem SIG perlu ditingkatkan, sehingga hasilnya menjadi lebih optimal.

Dalam kegiatan PP3D, pengetahuan keruangan (*spatial*) masyarakat lokal tentang lingkungan wilayah desanya diperlihatkan dengan kemampuan mereka mengoreksi kesalahan nama tempat, batas administrasi desa, menunjukkan lokasi-lokasi rawan longsor, dan mendeliniasi wilayah rawan longsor dan kemampuan mereka menyusuri lokasi-lokasi yang mereka anggap berbahaya jika terjadi hujan besar. Pengetahuan keruangan kelompok laki-laki lebih luas (mencakup desa keseluruhan) dibandingkan kaum perempuan yang lebih mengenal dengan baik lingkungan tempat tinggalnya.

d. Efektifitas Hasil Kegiatan.

Hasil kegiatan ini berupa peta wilayah longsor dan wilayah rawan longsor baik yang dituangkan dalam peta 2 dimensi maupun 3 dimensi sangat efektif jika digunakan oleh masyarakat desa Cibanteng dan BPBD Kabupaten Cianjur sebagai bagian dari proses mitigasi bencana. Begitu pula dengan program PRBBM yang disusun dapat menjadi jalan bagi Desa Cibanteng menuju desa tangguh bencana utama.

4. KESIMPULAN

Hasil PP2D yang didukung dengan teknologi sistem informasi geografi dapat memetakan dan menyepakati luas wilayah longsor yang terjadi pada tahun 2013, wilayah rawan longsor dan wilayah bekas longsor. Berbasis pada hasil PP3D, kemampuan masyarakat dalam memahami lingkungan desanya secara spasial teruji dan terasah dengan baik, sehingga memudahkan dalam penyusunan program PRBBM dan implementasinya. Lebih lanjut hasil ini dapat menjadi jalan bagi Desa Cibanteng menuju desa tangguh bencana utama. Lebih lanjut metode PP3D dapat diterapkan untuk daerah bencana yang lain, karena metode ini menjadi sarana ruang dialog yang efektif antar segala lapisan masyarakat yang terlibat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Indonesia melalui DRPM yang telah memfasilitasi kegiatan ini melalui Hibah Program CEG's UI (*Community Engagement Grants*) Universitas Indonesia untuk tahun 2013 dan tahun 2014 batch 2. Terima kasih pula, kami ucapkan kepada BPBD Kab. Cianjur dan Kades Cibanteng atas dukungan dan bantuan fasilitasnya sehingga kegiatan ini dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arifin, Z (2010): Pola Spasial Kerentanan Bencana Alam (Studi Kasus Kabupaten Cianjur). Tesis Magister Geografi, Universitas Indonesia. Depok.
2. Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Cianjur (2012) Laporan Tahunan, Cianjur.

3. Cadag, J. R. D. & J-C. Gaillard (2012) Integrating knowledge and actions in disaster risk reduction: the contribution of participatory mapping. *Area* 44(1), 100-109.
4. Bobb-Prescott, N. 2014. Case study on the use of participatory three dimensional modelling to facilitate effective contribution of civil society in the Caribbean islands in planning for action on climate change. CANARI Technical Report 401, Laventille.
5. Di Geissa, Stefano (2008) Participatory mapping as a tool for empowerment. International Land Coalition. Italy, 45 pp
6. Corbett, J. M. And Keller, C. P., (2005), Empowerment' and' Participatory Geographic Information' and 'Multimedia' Systems: Observations from Two Communities in Indonesia. *Information Technologies and International Development*, 2(2): 25:44.
7. Di Geissa, Stefano (2008) Participatory mapping as a tool for empowerment. International Land Coalition. Italy, 45 pp.
8. Gaillard, J-C & E. A. Maceda (2009) Participatory three dimensional mapping for disaster risk reduction. In *Participatory Learning and Action* 60 (Edt. H. Ashley, N. Kenton, and A. Milligan). IIED.
9. Gaillard, J-C, C. Monteil, A. Perrilat-Collomb, S. Chaudhary, M. Chaudary, O. Chaudary, F. Giazzi, and J. R. D. Cadag (2013) Participatory 3-dimension mapping: a tool for encouraging multi-caste collaboration to climate change adaptation and disaster risk reduction. *Applied Geography* 45, 158-166.
10. Hidayat, R. Wisnu Adhi & Dianto Bachriadi (ed.) (2005): Mengenalkan Pemetaan Partisipatif. Seri Panduan Pemetaan Partisipatif. Jaringan Kerja Pemetaan Partisipatif (JKPP). Bandung.
11. Kierberger, S. & Steinbruch, F (2005) PGIS and disaster risk management: Assessing vulnerability with PGIS methods-Experiences from Buzi, Mozambique. Mapping for change, Int. Conf. On Participatory spatial information management and communication. PGIS. Nairobi, Kenya.
12. Kienberger, S. (2014) Participatory mapping of flood hazard risk in Munamicua, District of Búzi, Mozambique, *Journal of Maps*, 10:2, 269-275, DOI: 10.1080/ 17445647.2014.891265.
13. Kusratmoko, Eko, Tjong Giok Pin & Sofyan Cholid (2013) Pemberdayaan Masyarakat Dalam Pengurangan Risiko Bencana Alam Melalui Pendekatan Pemetaan Partisipatif. Laporan Akhir Hibah CEG's UI.
14. Maceda, E. A., J. C. Gaillard, E. Stasiak, V. Le Masson, & I. le Berrethe (2009) Experimental Use Of Participatory 3-Dimensional Models In Island Community-Based Disaster Risk Management. *International journal of Research into Island Cultures*, Vol. 3 Number 1.
15. McCall, M. K & P. A. Minang (2005) Assessing participatory GIS for community-based natural resources management: claiming community forests in Cameroon. *The Geographical Journal*, Vol. 171, No. 4, pp. 340-356.
16. McCall, M.K. (2008) Participatory mapping and participatory GIS (PGIS) for disaster risk reduction, community risk and hazard assesment., diunggah dari http://ppgis.iapad.org/pdf/pgis_urban_refs_nov2012.pdf
17. Rambaldi, Giacomo; and Jasmin Callosa-Tarr (2002) *Participatory 3-Dimensional Modelling: Guiding Principles and Applications*. Los Banos: ASEAN Regional Centre for Biodiversity Conservation (ARCBC).
18. Sujatmiko (1972) *Peta Geologi Lembar Cianjur, Jawa*, skala 1:100.000. Direktorat Geologi, Bandung.

PERINGATAN DINI GERAKAN TANAH DI INDONESIA

Oleh:

Kristianto, Yukni Arifianti, Lestari Agustiningtyas

Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi,
Jl. Diponegoro 57 Bandung, 40122

Abstrak

Peringatan dini adalah serangkaian kegiatan pemberian peringatan sesegera mungkin kepada masyarakat tentang kemungkinan terjadinya bencana pada suatu tempat oleh lembaga yang berwenang. Gerakan tanah di Indonesia pada umumnya dipicu oleh curah hujan yang tinggi menyebabkan besarnya jumlah korban jiwa yang ditimbulkan oleh gerakan tanah tiap tahunnya. Tercatat sekitar lebih dari 1200 kejadian gerakan tanah/longsor di Indonesia dalam kurun waktu 2009-2014, dengan jumlah korban mencapai 1770 jiwa (PVMBG, 2014). Atas dasar hal tersebut, sangat diperlukan informasi potensi terjadi gerakan tanah di suatu wilayah terutama pada saat musim penghujan. Salah satu bentuk strategi mitigasi gerakan tanah/longsor yang diselenggarakan oleh Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG), Badan Geologi, adalah kegiatan Peringatan Dini di beberapa daerah yang dianggap prioritas atau daerah yang berpotensi terjadi bencana gerakan tanah. Kegiatan peringatan dini yang telah dilaksanakan oleh Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) adalah meliputi: a. survey lapangan; b. pembuatan Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah; c. pembuatan Peta Prakiraan Wilayah Potensi Terjadi Gerakan Tanah bulanan; d. sosialisasi bencana gerakan tanah; e. Pemantauan kawasan rentan gerakan tanah; dan f. pemasangan peralatan untuk peringatan dini. Kegiatan peringatan dini ini diusahakan menghasilkan informasi yang dapat menjangkau masyarakat (accessible), segera (immediate), tegas tidak membingungkan (coherent), dan resmi (official). Hal tersebut agar Pemerintah Daerah dapat memberikan respon sedini mungkin terhadap potensi terjadinya gerakan tanah di daerah tersebut dan bisa memberdayakan masyarakat di daerah rentan bencana gerakan tanah.

Kata kunci: Gerakan tanah, peringatan dini.

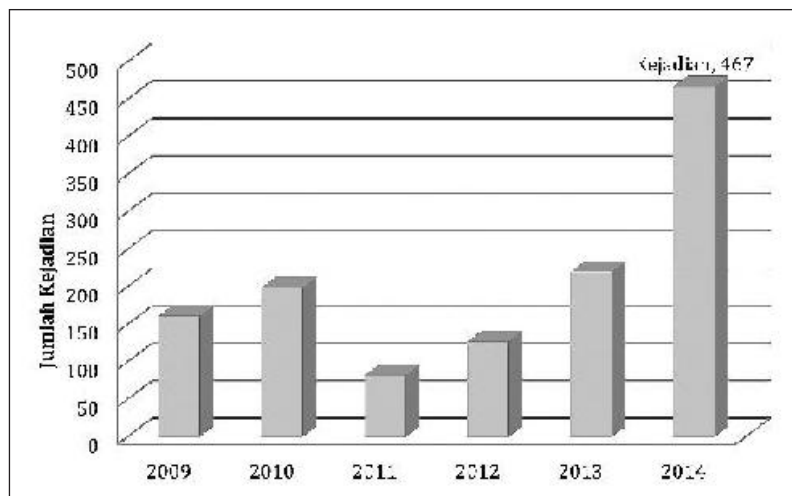
1. PENDAHULUAN

Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng kerak bumi, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Pasifik, sehingga terbentuk jalur tektonik yang menyebabkan Indonesia rawan terhadap bencana geologi seperti gempa bumi, tsunami, letusan gunung api, dan gerakan tanah. Bencana gerakan tanah (tanah longsor) merupakan peristiwa alam, tapi manusia berperan besar dalam kejadian itu (Abdurahman, dkk., 2011). Menurut Crozier dan Glade (2004), gerakan massa tanah/batuan merupakan proses pergerakan material penyusun lereng meluncur atau jatuh ke arah kaki lereng karena kontrol gravitasi bumi. Gerakan tanah seringkali mengakibatkan banyak kerusakan, baik berupa kerusakan lingkungan maupun kerusakan prasarana dan sarana fisik hasil pembangunan, serta menimbulkan kerugian yang tidak sedikit berupa harta benda maupun korban jiwa manusia. Kondisi alam Indonesia dengan beberapa faktor penyebab yang sangat dominan menjadikan beberapa wilayah Indonesia rawan terhadap bencana alam gerakan tanah. Indonesia merupakan negara dengan frekuensi kejadian gerakan tanah yang tinggi. Dalam setiap tahun terjadi gerakan tanah, baik yang menimbulkan korban jiwa maupun tidak.

Tabel 1. Rekapitulasi Kejadian dan Korban Gerakan Tanah di Indonesia 2009 - 2014

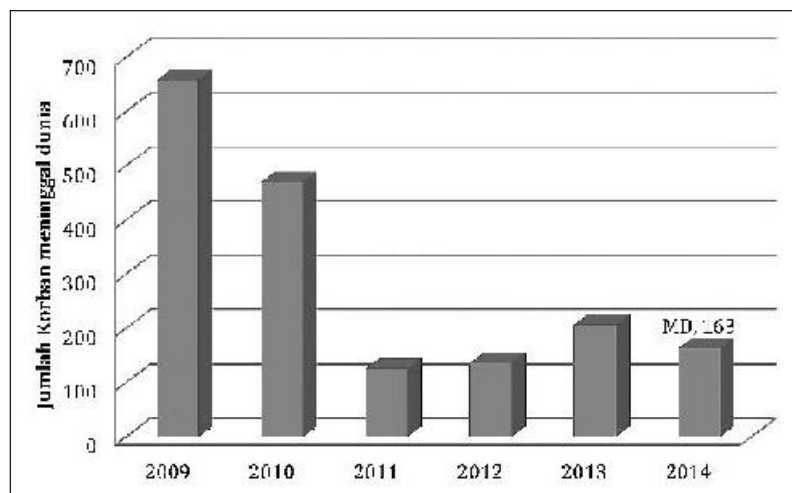
Tahun	Kejadian	MD	LL	RR	RH	RT	LPR (Ha)	JLN (m)
2009	161	659	237	2379	513	1177	7	3061
2010	199	470	139	2831	491	1682	171	1501
2011	82	126	39	5939	311	265	5,5	4151
2012	127	136	122	2958	308	808	1414,7	6750
2013	220	207	117	5934	720	1438	249,7	6326
2014	467	163	340	5490	1339	2002	274,5	4706,5

Gambar 1 memberikan gambaran bahwa kejadian gerakan tanah di Indonesia secara umum mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Dari tahun 2009 hingga 2014, kejadian gerakan tanah di Indonesia terus meningkat. Namun peningkatan kejadian gerakan tanah di Indonesia tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan korban jiwa.



Gambar 1. Diagram Jumlah Kejadian Gerakan Tanah di Indonesia Pada Tahun 2011 - 2015.

Gambar 2 menunjukkan bahwa jumlah korban meninggal akibat bencana gerakan tanah secara umum mengalami penurunan. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: jenis gerakan tanah dan jumlah penduduk yang tinggal dan beraktivitas di sekitar lokasi kejadian gerakan tanah.



Gambar 2. Diagram Jumlah Korban Meninggal Dunia Akibat Gerakan Tanah di Indonesia Pada Tahun 2011 - 2015.

2. METODOLOGI

2.1. Kegiatan Peringatan Dini

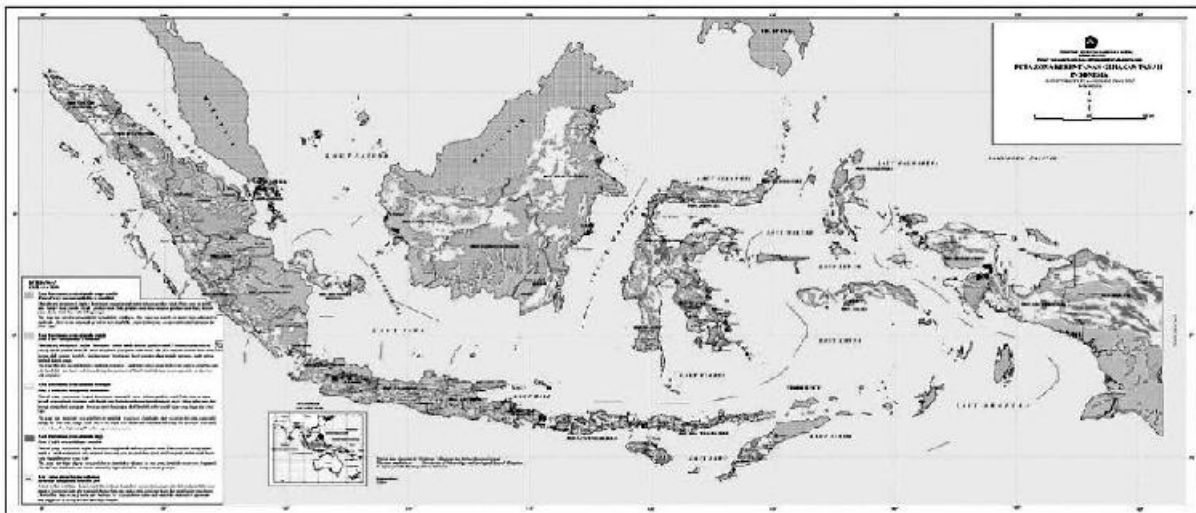
Mitigasi bencana adalah semua tindakan yang ditujukan guna mengurangi dampak dari satu bencana yang dapat dilakukan sebelum bencana itu terjadi, termasuk kesiapan dan tindakan-tindakan pengurangan risiko jangka panjang (Abdurahman, dkk., 2011). Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi melakukan beberapa upaya mitigasi bencana, dalam hal ini adalah upaya mitigasi bencana gerakan tanah untuk meminimalisir jumlah korban yang ditimbulkan oleh kejadian gerakan tanah. Strategi mitigasi bencana gerakan tanah yang dilakukan oleh PVMBG, Badan Geologi berupa:

a. Survey Lapangan

Kegiatan ini berupa kegiatan lapangan peringatan dini. Meskipun bencana gerakan tanah tidak dapat diketahui secara pasti kapan akan terjadi, namun melalui kegiatan ini potensi gerakan tanah bisa diprediksi sehingga dapat digunakan sebagai informasi awal dalam pembuatan rencana mitigasi (Supriyono, 202014). Kegiatan peringatan dini bencana gerakan tanah adalah untuk memberikan informasi daerah yang berpotensi untuk terjadi bencana gerakan tanah kepada Pemerintah Daerah dan masyarakat yang bertujuan untuk mengurangi dampak yang terjadi akibat bencana gerakan tanah supaya korban jiwa dan harta berkurang, memberikan rekomendasi teknis serta saran penanggulangan di daerah-daerah yang terancam gerakan tanah.

b. Pembuatan Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah

Salah satu kegiatan mitigasi pada tahap prabencana adalah melakukan analisis kerentanan gerakan tanah di suatu daerah yang dituangkan dalam bentuk peta zona kerentanan gerakan tanah (PERMEN No 15 Tahun 2011). Pemetaan daerah rentan gerakan tanah dapat dijadikan landasan menentukan kebijakan pemerintah. Kegiatan ini juga berguna untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap ancaman bencana dan berguna untuk menyusun rencana tindakan mitigasi bencana gerakan tanah di suatu daerah (Supriyono, 202014). Pemetaan zona kerentanan gerakan tanah merupakan pemetaan yang bertujuan membuat gambaran mengenai tingkat kerawanan suatu kawasan apabila terlanda bahaya. Tingkat kerawanan bencana geologi dapat dikelompokkan berdasarkan pada posisi atau kedudukannya terhadap sumber bahayanya, jenis ancaman potensi bahayanya, dan situasi geografisnya (Abdurahman, dkk., 2011).



Gambar 3. Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah di Indonesia.

c. Peta Prakiraan Wilayah Potensi Terjadi Gerakan Tanah bulanan

Tujuan dari kegiatan pembuatan peta prakiraan wilayah potensi terjadi gerakan tanah bulanan adalah memberikan informasi daerah yang berpotensi terjadi gerakan tanah di musim hujan sebagai bahan pertimbangan Pemerintah Daerah dalam menyiapkan dan meningkatkan kewaspadaan terhadap bencana gerakan tanah. Peta Prakiraan Potensi Wilayah Gerakan Tanah dibuat setiap bulan. Peta ini dihasilkan dari hasil tumpang tindih (*overlay*) dari Peta Prakiraan Curah Hujan (BMKG) setiap bulan dengan Peta Zona

Kerentanan Gerakan Tanah (PVMBG). Sampai saat ini, skala peta ini mencakup wilayah provinsi dan akan diditilkan pada skala kabupaten. Setiap awal bulan, peta ini akan dikirim ke masing-masing provinsi dan diunggah di *website* PVMBG, Badan Geologi, yaitu www.vsi.esdm.go.id.



Gambar 4. Peta Prakiraan Wilayah Potensi Terjadi Gerakan Tanah Pada Bulan Desember 2014, Provinsi Jawa Tengah dan D.I. Yogyakarta.

d. Pemantauan Kawasan Rentan Gerakan Tanah

Pemantauan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk memantau sumber bahaya yang sudah teridentifikasi. Perkembangan aktivitas suatu bahaya dapat teridentifikasi, sehingga dapat memberikan peringatan dini kepada masyarakat (Abdurahman, dkk., 2011). Pemantauan ini dilakukan pada suatu area yang memiliki tipe gerakan tanah tertentu, khususnya rayapan. Kegiatan ini dilakukan sebanyak 2 kali pengukuran dalam setahun pada lokasi yang sama, dengan selang waktu pengukuran sekitar 3 bulan. Kegiatan ini dilakukan dengan menggunakan GPS geodetic, sehingga pergeseran dalam skala mm (milimeter) - cm (sentimeter) akan terdeteksi.



Gambar 5. Kegiatan Pemantauan Gerakan Tanah Pada Jalur Jalan Nasional Moh. Isa di Desa Purwaharja, Kecamatan Purwaharja, Kota Banjar, Provinsi Jawa Barat Menuju Provinsi Jawa Tengah.

e. Sosialisasi Bencana Gerakan Tanah

Sosialisasi merupakan bentuk pendidikan untuk menciptakan pemahaman dan kesadaran masyarakat terhadap masalah potensi ancaman bahaya geologi, risiko bahaya geologi dan upaya penyelamatan diri dalam menghadapi kemungkinan terjadinya bencana geologi, serta peraturan mengenai kebencanaan geologi, dalam hal ini adalah bencana gerakan tanah (Abdurahman, dkk., 2011). Kegiatan sosialisasi ini bisa berupa sosialisasi langsung dengan masyarakat, LSM, dan aparat Pemerintah Daerah, dan berupa sosialisasi tidak langsung melalui penyebaran *leaflet*, *booklet*, buku, dan poster tentang mitigasi bencana gerakan tanah.



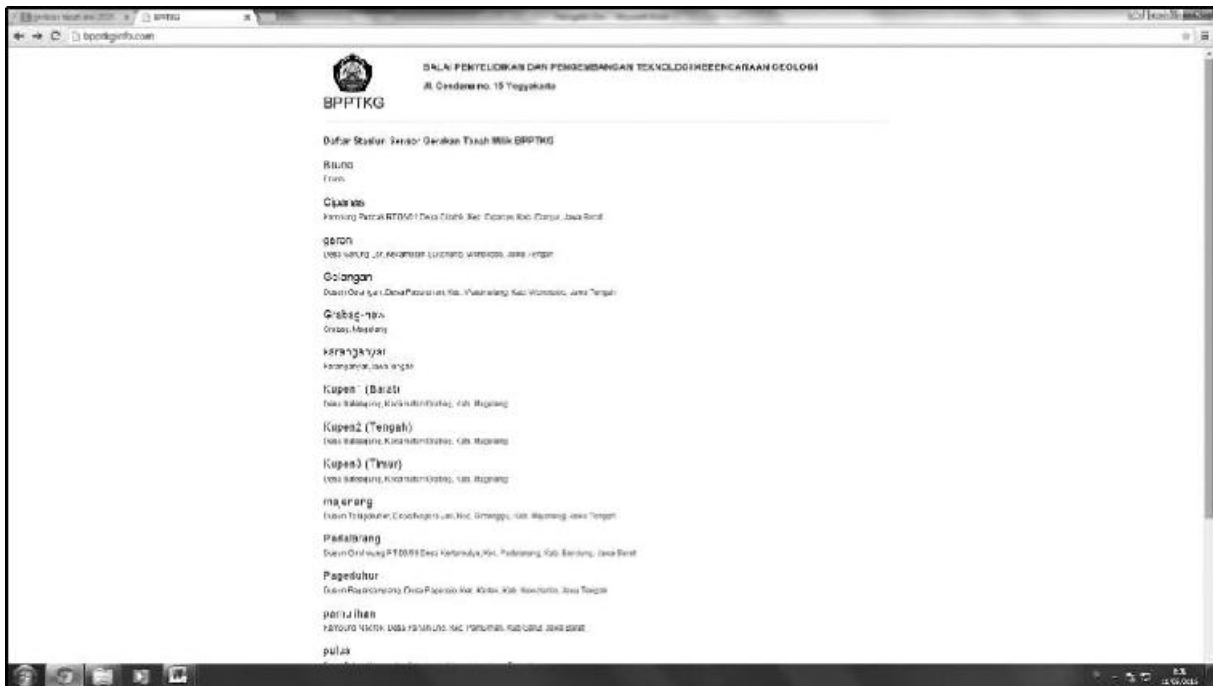
Gambar 6. Sosialisasi Tentang Gerakan Tanah Kepada Masyarakat di Desa Pusparahayu, Kecamatan Puspahiang, Kabupaten Tasikmalaya, dan Desa Pananjung, Kecamatan Pamulihan, Kabupaten Garut.

f. Pemasangan Peralatan untuk Peringatan Dini

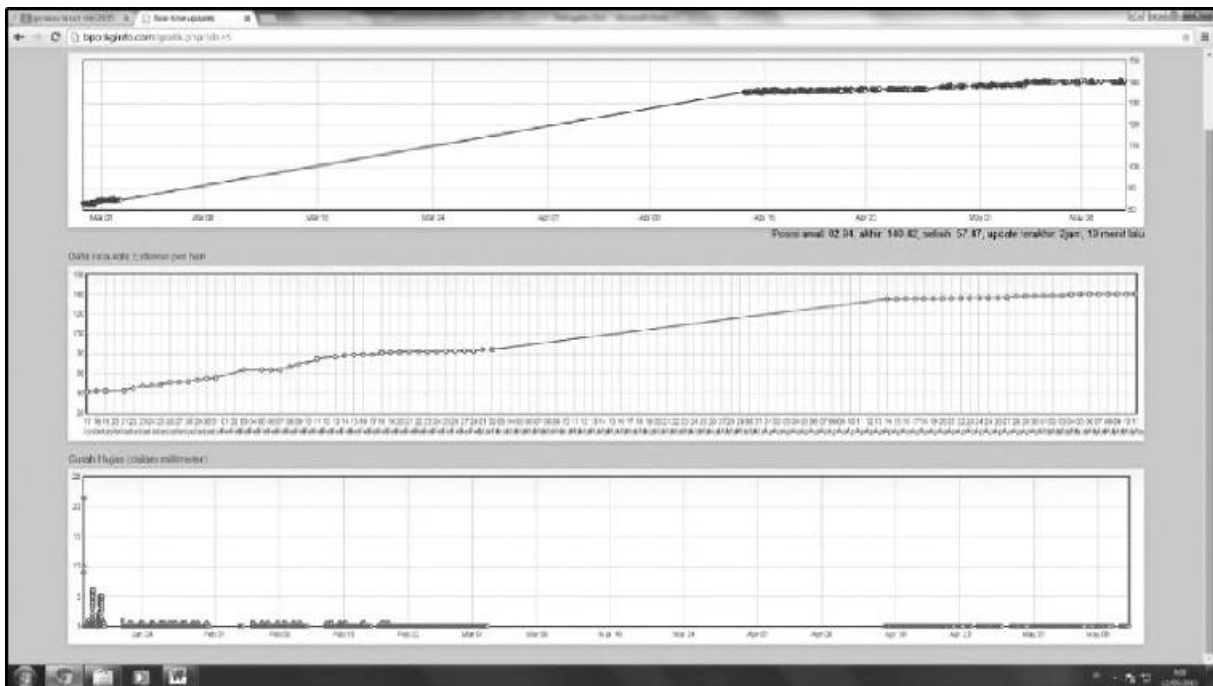
Kegiatan ini dilakukan pada suatu daerah dengan menggunakan alat sistem peringatan dini yang disesuaikan dengan jenis atau tipe gerakan tanah pada daerah tersebut. Dengan menggunakan alat sistem peringatan dini diharapkan gejala-gejala alamiah yang muncul berkaitan dengan bahaya bencana alam seperti tanah longsor bias dideteksi sedini mungkin. Dengan demikian kemungkinan jatuhnya korban jiwa akibat bencana longsor bisa dihindarkan (Iswanto, dkk., 2010). Sistem pemantauan ini berupa *real time monitoring*, yaitu data pergerakan tanah pada suatu waktu yang terekam dan telah terkalibrasi dikirimkan ke server pada saat itu juga. Data yang terekam dapat dilihat pada alamat *website* www.bpptkginfo.com. Saat ini telah terpasang 18 alat pemantauan yang terpasang di Provinsi Jawa Barat dan Jawa Tengah.



Gambar 7. Alat Sistem Peringatan Dini Menggunakan Ekstensometer di Kabupaten Wonosobo, Provinsi Jawa Tengah.



Gambar 8. Tampilan Alamat Website Untuk Melihat Data Pergerakan Tanah dan Data Curah Hujan Pada Suatu Daerah.



Gambar 9. Tampilan Data Ekstensometer dan Curah Hujan yang Dapat Dilihat Pada Website.

3. PEMBAHASAN

Dalam melaksanakan tugas fungsinya untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh bencana gerakan tanah, kegiatan peringatan dini yang telah dilaksanakan oleh PVMBG berupa : *survey* lapangan, pembuatan Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah, pembuatan Peta Prakiraan Wilayah Potensi Terjadi Gerakan Tanah bulanan, sosialisasi bencana gerakan tanah, pemantauan kawasan rentan gerakan tanah, dan pemasangan peralatan untuk peringatan dini, harus menghasilkan informasi yang bersifat:

- Dapat menjangkau masyarakat (*accessible*): terutama masyarakat yang bermukim di daerah rawan bencana gerakan tanah,
- Segera (*immediate*): informasi yang disampaikan dapat segera diterima oleh masyarakat, sehingga masyarakat yang bermukim di sekitar daerah rawan bencana gerakan tanah dapat segera mengungsi ke tempat yang aman.
- Tegak dan tidak membingungkan (*coherent*): bahasa yang disampaikan kepada masyarakat harus tegas, lugas dan tidak bermakna ganda, sehingga informasi tersebut mudah dipahami oleh masyarakat hingga tingkat pedesaan.
- Resmi (*official*): informasi yang disampaikan kepada masyarakat bersifat resmi agar dapat dipertanggungjawabkan secara kelembagaan.

Jika informasi peringatan dini disampaikan sesuai ketentuan tersebut di atas, maka Pemerintah Daerah diharapkan dapat memberikan respon sedini mungkin terhadap potensi terjadinya gerakan tanah di daerah tersebut dan bisa memberdayakan masyarakat di daerah rentan bencana gerakan tanah.

4. KESIMPULAN

Dari uraian di atas dapat disimpulkan:

1. Kegiatan peringatan dini yang telah dilaksanakan oleh PVMBG adalah meliputi: a. Survey lapangan; b. Pembuatan Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah; c. Pembuatan Peta Prakiraan Wilayah Potensi Terjadi Gerakan Tanah bulanan; d. Sosialisasi bencana gerakan tanah; e. Pemantauan kawasan rentan gerakan tanah; dan f. Pemasangan peralatan untuk peringatan dini.
2. BPBD serta seluruh pihak terkait dapat melihat informasi curah hujan dan ekstensometer melalui alamat www.bptkginfo.com.
3. Strategi mitigasi bencana gerakan tanah yang dilakukan oleh PVMBG, Badan Geologi menuntut adanya kerjasama antara BPBD, masyarakat, BNPB, institusi terkait dan Badan Geologi agar tujuan dari kegiatan mitigasi dapat tercapai.
4. Sistem peringatan dini yang efektif dikembangkan di Indonesia, yaitu sistem peringatan dini berbasis masyarakat. Dalam sistem ini harus melibatkan masyarakat terutama masyarakat yang bermukim di sekitar lokasi yang rentan terjadi gerakan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abdurahman, O., Priatna, 2011, Hidup di Atas Tiga Lempeng: Gunungapi dan Bencana Geologi, Badan Geologi, Bandung.
2. Crozier, M.J. & Glade T. 2004. Landslide Hazard and Risk: Issues, Concepts and Approach. In: Glade T., Anderson, M., and Crozier, M.J. (eds). Landslides Hazard and Risk. John Wiley and Sons, pp.1-35.
3. Iswanto¹, Nia Maharani Raharja, 2010, Sistem Monitoring dan Peringatan Dini Tanah Longsor. Simposium Nasional RAPI IX 2010 ISSN: 1412-9612. Yogyakarta.
4. PERMEN No. 15, 2011. Pedoman Mitigasi Bencana Gunungapi, Gerakan Tanah, Gempabumi, dan Tsunami. Jakarta. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
5. Supriyono, P., 2014, Seri Pendidikan Pengurangan Risiko Bencana Tanah Longsor, Penerbit Andi, Yogyakarta.

RENCANA KONTIJENSI UNTUK TANAH LONGSOR DI DESA KALIKUNING, PACITAN, JAWA TIMUR

Oleh:

**Tatas Tatas^{a,1,*}, I Putu Artama Wiguna^{a,2}, Machsus Machsus^{a,3},
Tri Dani Widyastuti^{a,4}, Mohammad Arif Rohman^{a,5}**

Pusat Studi Kebumihan, Bencana, Perubahan Iklim (PSKBPI),
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

*tatas@ce.its.ac.id

Abstrak

Rencana kontijensi merupakan bagian dari konsep manajemen risiko bencana sebagai upaya mitigasi yang berupa dokumen sebagai pelengkap rencana penanggulangan kedaruratan bencana. Rencana kontijensi merupakan upaya sistematis yang bertujuan untuk kesiapsiagaan bencana, misalnya bencana tanah longsor. Pada tanggal 2 Januari 2011, longsor terjadi di Desa Kalikuning yang berjarak sekitar 16 kilometer ke arah timur laut Pacitan Kota. Tidak ada korban pada waktu itu kecuali beberapa rumah mengalami kerusakan. Namun, menurut penyelidikan sebelumnya, longsor berpotensi akan terjadi. Jika tanah longsor terjadi, kemungkinan daerah yang terkena adalah di Rukun Tetangga (RT) 1, 2, 3 dalam Rukun Warga (RW) IX yang terletak di dalam "mangkuk" longsor yang potensial terjadi. Untuk menyiapkan segala sesuatu apabila hal tersebut benar terjadi maka perlu dilakukan penyusunan rencana kontijensi. Metode yang digunakan adalah dengan Focus Group Discussion (FGD). Kegiatan tersebut dilakukan dengan melibatkan beberapa stakeholder, yaitu perwakilan Komunitas di Kalikuning, Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM), dan dinas pemerintah setempat yang terkait dengan kesehatan, informasi, transportasi, konstruksi, sosial, termasuk lembaga militer. Berdasarkan hasil FGD, dokumen rencana kontingensi didirikan melibatkan beberapa langkah, yaitu penilaian bahaya, penentuan insiden bahaya, penentuan skenario, penentuan kebijakan dan perencanaan alokasi sektoral. Perencanaan alokasi sektoral dibagi dalam manajemen dan koordinasi, evakuasi, logistik, kesehatan, transportasi, komunikasi, dan infrastruktur. Kelima sektor tersebut bergerak atas instruksi Bupati Pacitan atau yang ditunjuk, dengan koordinasi utama ada pada sektor manajemen dan koordinasi. Selain itu, ada beberapa kesenjangan antara kebutuhan dan ketersediaan sumber daya seperti kurangnya katong mayat, alat evakuasi, dll. Sedangkan kebutuhan yang telah melebihi kebutuhan adalah terkait dengan jumlah tenaga medis.

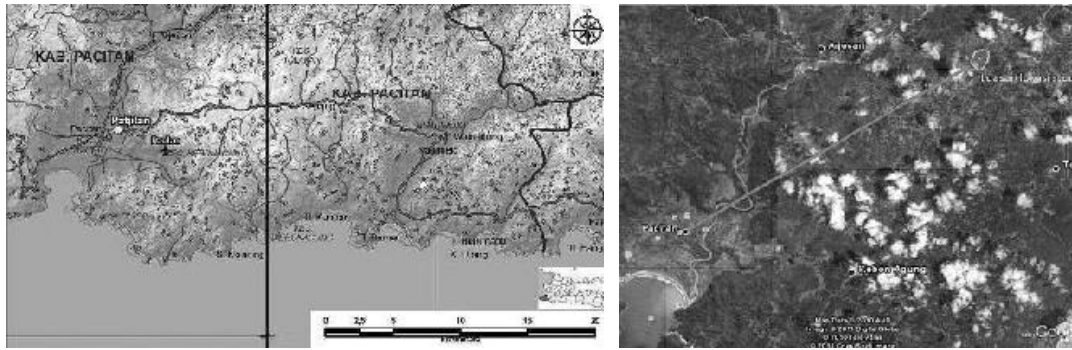
Kata kunci: Rencana kontinjensi, longsor, Pacitan.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Desa Kalikuning, Kabupaten Pacitan mengalami longsor pada tanggal 2 Januari 2011. Longsor terjadi di Dusun Sono. Desa Kalikuning yang berada di Kecamatan Tulakan ini berlokasi di timur laut Pacitan Kota (lihat Gambar 1). Posisi astronomis Dusun Sono ada pada kisaran koordinat UTM 524522 meter timur; 9101831 meter selatan. Perjalanan ke Dusun Sono dapat ditempuh melalui perjalanan darat dengan durasi antara satu sampai dengan dua jam perjalanan dari pusat pemerintahan, Kabupaten Pacitan. Sedangkan jarak horisontal antara kedua lokasi tersebut sekitar 16 Km.

Gambar 2 menunjukkan Peta Situasi Dusun Sono, lokasi utama tanah longsor. Warga memberikan informasi bahwa retakan telah terjadi pada pertengahan Tahun 2010 yang berupa retakan tanah yang memanjang. Tanggal 30 Desember 2010 terjadi hujan deras. Masyarakat sepertinya telah memahami potensi yang mungkin terjadi akibat peristiwa alam tersebut sehingga masyarakat memutuskan mengungsi pada hari itu. Selang dua hari, Tanggal 2 Januari 2011, terjadi longsor pada bukit di sisi selatan Telaga Sono.

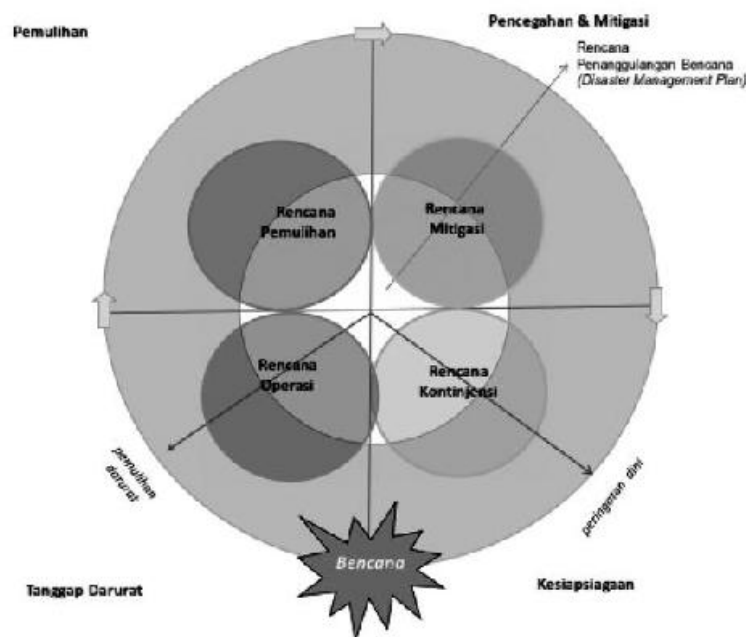


Gambar 1. Posisi Lokasi Studi dan Perkiraan Luasan Longsor.

Longsor yang merupakan gerakan massa tanah, sering terjadi pada lereng alami maupun lereng buatan. Fenomena tersebut merupakan usaha dari lapisan permukaan tanah untuk mencari keseimbangan baru. Hal tersebut akibat adanya gangguan yang menyebabkan terjadinya pengurangan kuat geser serta peningkatan tegangan geser tanah. Selain kondisi topografi yang miring, pemicu lainnya adalah air hujan dan gempa bumi. Pengurangan kuat geser tanah di alam karena kondisi geologi yaitu jenis dan tekstur (komposisi) tanah pembentuk lereng. Kondisi geologi tersebut berupa sensitivitas sifat-sifat tanah lempung karena adanya lapisan tanah *shale*, *loose*, pasir lepas, dan bahan organik.

Di konsep penanggulangan bencana, salah satu bentuknya adalah manajemen risiko bencana. Pada tahap tersebut, diupayakan bila terjadi peristiwa bencana, kerusakan dan kerugian dengan skala dampak yang cukup besar dapat dihindari, atau diminimalisir. Semua potensi risiko kejadian bencana di suatu wilayah, diidentifikasi dan kemudian diukur tingkatannya dengan metode analisis risiko. Berdasarkan tingkat risiko dari masing-masing kejadian, dapat dilakukan upaya untuk mengurangi ancaman dan dampak yang akan ditimbulkan, yang sering disebut sebagai upaya mitigasi.

Salah satu bentuk upaya mitigasi tersebut berupa rencana kesiapsiagaan untuk mengantisipasi datangnya bencana yang disebut dengan Rencana Kontinjensi (Renkon). Rencana kontinjensi diperlukan sebagai acuan apabila sebuah kejadian bencana betul-betul terjadi. Rencana ini menjelaskan tentang siapa saja yang harus terlibat dan tugas atau peranan setiap komponen manakala terjadi peristiwa bencana. Dalam siklus perencanaan dan penanggulangan bencana, rencana kontinjensi ini masuk dalam fase kesiapsiagaan menghadapi datangnya saat bencana. Secara lengkap Konsep Perencanaan dan Penanggulangan Bencana yang direkomendasikan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) ini ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Jenis Perencanaan Dalam Penanggulangan Bencana.

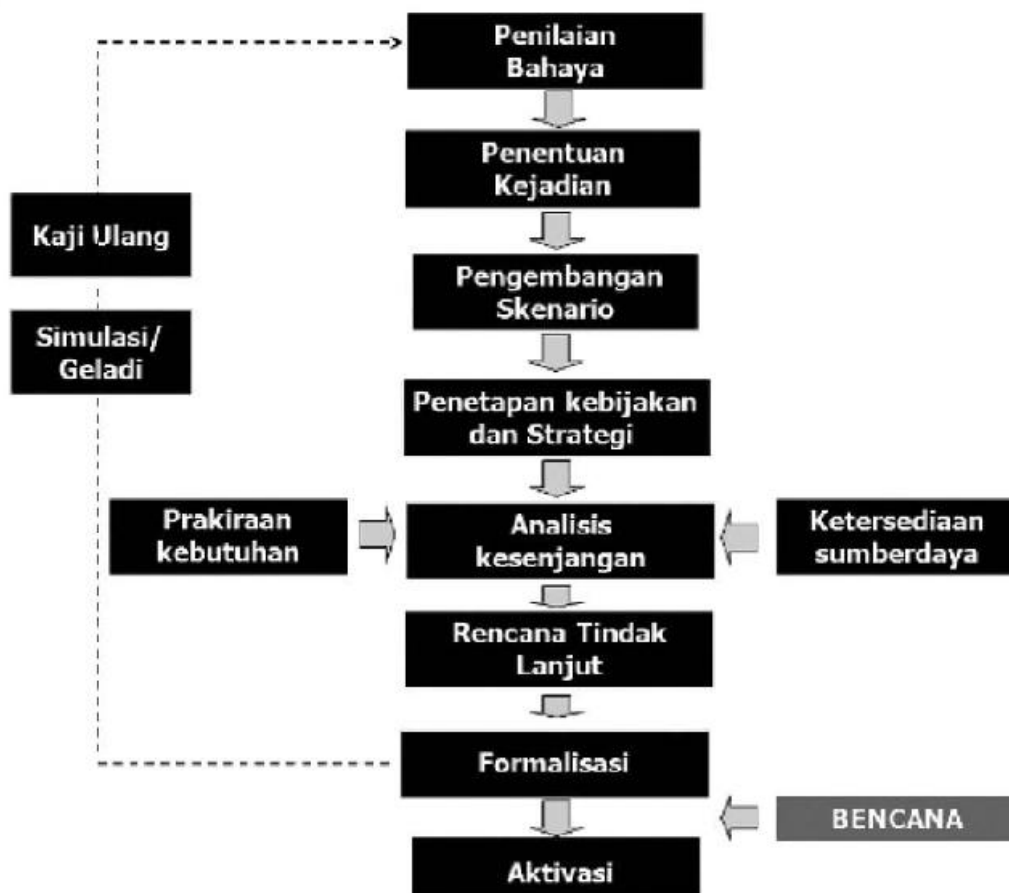
Dengan adanya longsor di Desa Kalikuning pada 12 Januari 2011, yang memberi bekas akan adanya longsor susulan berupa garis-garis amblesan tanah, maka perlu disusun Rencana Kontinjensi untuk menanggulangi potensi bencana tersebut.

1.2. Tujuan

Terkait dengan kondisi tersebut, kajian ini dimaksudkan untuk menyusun Rencana Kontinjensi untuk menghadapi bencana tanah longsor di Desa Kalikuning, Kecamatan Tulakan, Kabupaten Pacitan. Diharapkan melalui rencana yang sudah dibuat ini seluruh *stakeholder* yang terkait dapat mengetahui dan ikut terlibat secara aktif dalam menyiapkan kesiapsiagaan menghadapi bencana yang mungkin terjadi. Rencana kontinjensi tersebut disusun sebelum kedaruratan/kejadian bencana, dengan sifat rencana yang terukur. Cakupan kegiatan dalam dokumen rencana kontinjensi adalah spesifik yang dititikberatkan pada kegiatan untuk menghadapi keadaan darurat. Dalam dokumen rencana kontinjensi, hanya memuat satu jenis ancaman bencana (*single hazard*) dengan pelaku yang terlibat sebatas pada ancaman tersebut.

2. METODOLOGI

Metode yang digunakan untuk menyusun Rencana Kontinjensi (Renkon) dapat dilihat pada Gambar 3. Tahapan penyusunan meliputi penilaian bahaya, penentuan kejadian, pengembangan skenario, penetapan kebijakan strategi. Selanjutnya melakukan analisis kesenjangan dengan membandingkan perkiraan kebutuhan apabila bencana yang dimaksud terjadi dengan ketersediaan sumber daya yang dimiliki dan pada tahap akhir disusun rencana tindak lanjut. Tahapan-tahapan tersebut terdapat pada dokumen RK. Setelah dokumen berhasil disusun, maka tahapan selanjutnya adalah melakukan proses formalisasi yaitu suatu proses penetapan keabsahan Dokumen RK.



Gambar 3. Penyusunan Rencana Kontinjensi.

Analisis risiko dilakukan terhadap satu jenis ancaman yang sudah diidentifikasi sebelumnya, yaitu ancaman tanah longsor. Analisis risiko dilakukan dengan menggunakan formula sebagai berikut:

Risiko = Probabilitas x Dampak

Variabel Probabilitas (*probability* = P) menyatakan kemungkinan atau frekuensi kejadian dari sebuah ancaman bencana. Sedangkan variabel Dampak (*Impact* = I) menyatakan besarnya dampak atau akibat apabila sebuah bencana terjadi. Analisis risiko secara kualitatif dipakai sebagai pendekatan untuk menentukan tingkat risiko ancaman yang sudah diidentifikasi. Pada analisis risiko ini digunakan lima klasifikasi yang menunjukkan tingkatan/level dari variabel probabilitas dan dampak.

Variabel probabilitas dikategorikan menjadi lima klasifikasi, yaitu pasti, kemungkinan besar, kemungkinan terjadi, kemungkinan kecil dan kemungkinan sangat kecil sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Klasifikasi Tingkatan dan Kriteria untuk Variabel Probabilitas

Bobot	Level Probabilitas	Penjelasan Kriteria Probabilitas
5	Pasti	Hampir dipastikan 80 - 99%
4	Kemungkinan Besar	60 - 80% terjadi
3	Kemungkinan Terjadi	40 - 60% terjadi
2	Kemungkinan Kecil	20 - 40% terjadi
1	Kemungkinan sangat kecil	0 - 20% terjadi

Sedangkan untuk melakukan analisa risiko digunakan Matriks Probabilitas-Dampak sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 4. Tabel tersebut dipakai sebagai sarana untuk menentukan tingkat risiko yang terjadi dari kombinasi setiap nilai probabilitas dan dampak dari setiap jenis ancaman. Penentuan nilai dari masing-masing cell matriks dilakukan secara subyektif, dimana dalam hal ini bobot lebih besar diberikan untuk varibel dampak (*impact*) dibandingkan dengan probabilitas.

Tabel 2. Klasifikasi Tingkatan dan Kriteria Untuk Variabel Dampak

Bobot	Level Dampak	Penjelasan Kriteria Dampak
5	Pasti	Hampir dipastikan 80 - 99%
4	Kemungkinan Besar	60 - 80% terjadi
3	Kemungkinan Terjadi	40 - 60% terjadi
2	Kemungkinan Kecil	20 - 40% terjadi
1	Kemungkinan sangat kecil	0 - 20% terjadi

Dari Gambar 4 dapat dijelaskan bahwa bila probabilitas kejadian adalah kemungkinan sangat kecil dan dampak kejadian adalah sangat ringan, maka tingkat risiko adalah rendah. Bila probabilitas kejadian adalah pasti dan dampak kejadian adalah sangat parah, maka tingkat risiko adalah tinggi. Bila probabilitas kejadian adalah kemungkinan besar dan dampak kejadian adalah ringan, maka tingkat risiko adalah sedang.



Gambar 4. Analisa Risiko Dengan Metode Matriks Probabilitas-Dampak.

Aspek yang terkena dampak bencana dapat dikategorikan menjadi 5, yaitu aspek penduduk, sarana dan prasarana, ekonomi, pemerintahan dan lingkungan. Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam pengukuran dampak tersebut adalah:

- a. Dampak pada penduduk dapat berupa kematian, cedera, hilang, pengungsian, dll. Sebelum melakukan perhitungan dampak tersebut perlu diperkirakan jumlah dan komposisi penduduk yang terancam berdasarkan *worst scenario*.
- b. Dampak pada aspek sarana dan prasarana dapat berupa kerusakan jalan, jembatan, instalasi air, listrik maupun rumah penduduk.
- c. Dampak pada aspek ekonomi dapat berupa kerusakan pasar, gagal panen, terganggunya perekonomian, perdagangan, dan transportasi.
- d. Dampak pada aspek pemerintah dapat berupa kerusakan dokumen/arsip, peralatan kantor, dan bangunan pemerintahan, serta jalannya proses pemerintahan.
- e. Dampak pada aspek lingkungan dapat berupa rusaknya kelestarian alam, obyek wisata, dan pencemaran lingkungan.

Sebelum melakukan pengukuran dampak perlu diperkirakan sebaran atau luasan daerah terdampak sehingga perkiraan jumlah penduduk dan daerah terancam dapat diperkirakan dengan lebih tepat.

Selanjutnya pada Tahap Analisis Kesenjangan, salah satu metode yang dapat digunakan adalah dengan melakukan *Focus Group Discussion* (FGD). Metode ini dipilih karena Dokumen Renkon harus disusun secara bersama-sama oleh para *stakeholder* yang multi sektor yang memiliki peran dalam penanggulangan bencana. FGD yang dilakukan dengan mengundang para pemangku jabatan yang dapat dilibatkan bila bencana tersebut terjadi. Para pemangku kepentingan tersebut dapat dari instansi pemerintah, Lembaga Swadaya Masyarakat, Perkumpulan Sosial, dan tokoh masyarakat setempat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Penilaian Bahaya

Bencana tanah longsor sudah pernah terjadi dan tidak menutup kemungkinan akan terjadi lagi pada lokasi yang sama. Kejadian ini dapat dijadikan acuan dalam penentuan ancaman bencana serupa di masa mendatang. Dengan demikian dapat diidentifikasi bahwa ancaman yang berisiko tinggi dan yang paling mungkin terjadi adalah tanah longsor pada lokasi eksisting.

Longsor tersebut diiringi dengan suara yang bergemuruh. Akibat longsor, Sungai Sono saat itu tertutup material longsor, dan terbentuklah tampungan kecil selama beberapa hari. Di beberapa tempat lain, juga mengalami retakan dan amblesan (Gambar 5a dan 5b). Retakan dan amblesan ada di permukiman warga, jalan akses dan sekolah. Luasan longsor yang telah terjadi pada Tanggal 2 Januari 2011 adalah 12.000 meter persegi (asumsi adalah jarak horisontal pada gambar).



Gambar 5. Gambaran Umum Longsor di Desa Tulakan dan Potensi Longsor Lanjutan.

Secara khusus untuk faktor dampak, penilaian dilakukan terhadap beberapa faktor dampak yang meliputi dampak terhadap manusia, dampak terhadap infrastruktur/sarana prasarana, dampak terhadap lingkungan, dampak terhadap ekonomi, dampak terhadap pemerintah.

Selanjutnya dilakukan penilaian detail khusus untuk jenis ancaman bahaya tersebut. Sebelum dilakukan penilaian detail terlebih dahulu dilakukan pendalaman terhadap kedua jenis ancaman tersebut. Pedalaman ini dimaksudkan agar terdapat kesamaan persepsi terhadap pengertian dan cakupan serta upaya mitigasi yang telah dilakukan terhadap keduanya. Berdasarkan hasil penilaian detail diperoleh bahwa jenis ancaman tanah longsor dinilai memiliki risiko lebih tinggi dibanding jenis ancaman lainnya, misalkan

kebakaran hutan, tsunami, dan lain-lain. Satu dokumen renkon memuat satu jenis bencana. Sedangkan jenis bencana yang lain juga memiliki dokumen renkon tersendiri. Oleh karena itu, tanah longsor dipilih sebagai jenis ancaman yang paling tinggi atau diprioritaskan. Tahapan selanjutnya adalah dilakukan pengembangan skenario kejadian berdasarkan ancaman terpilih.

3.2. Penentuan Kejadian

Mengingat hanya ada satu jenis ancaman yang sangat berisiko tinggi, maka dalam penentuan risiko dapat langsung ditetapkan tanah longsor sebagai prioritas utama kejadian yang harus ditanggulangi. Penentuan risiko ini dapat diperkuat dengan adanya kesepakatan bersama dengan *stakeholder* maupun dengan instansi terkait atau lintas sektoral secara bersama-sama. Tahapan selanjutnya adalah dilakukan pengembangan skenario kejadian berdasarkan ancaman terpilih.

Tabel 3. Penentuan Skala Probabilitas dan Dampak

No.	Jenis ancaman	Probabilitas (frekuensi)	Dampak Akibat Kejadian				
			Manusia	Lingkungan	Infrastruktur	Ekonomi	Pemerintahan
1.	Tanah Longsor	5	5	5	5	4	3
2.	Ancaman lain (mis. Ada)	3	1	3	4	3	2

Keterangan :

Probabilitas Kejadian

Skala Probabilitas terjadi dalam 1 tahun kedepan :

- 5 Pasti (hampir dipastikan 80 - 99%).
- 4 Kemungkinan besar (60 - 80%)
- 3 Kemungkinan terjadi (40 - 60%)
- 2 Kemungkinan Kecil (20 - 40%)
- 1 Kemungkinan sangat kecil (kurang 20%)

Dampak Kejadian

Dampak Kerugian yang ditimbulkan (khusus di wilayah terancam):

- 5 Sangat Parah (80% - 99% wilayah hancur dan lumpuh total)
- 4 Parah (60 - 80% wilayah hancur)
- 3 Sedang (40 - 60 % wilayah terkena berusak)
- 2 Ringan (20 - 40% wilayah yang rusak)
- 1 Sangat Ringan (kurang dari 20% wilayah rusak)

Berdasarkan hasil penilaian bahaya, diketahui bahwa jenis risiko yang paling tinggi adalah kejadian tanah longsor. Beberapa kejadian yang perlu dipertimbangkan sebagai dasar penyusunan skenario adalah:

1. Waktu kejadian. Waktu kejadian tanah longsor ini akan menentukan bentuk respon yang diberikan. Waktu kejadian malam hari berpotensi menimbulkan jumlah korban yang lebih banyak di permukiman, karena para penghuninya sedang tertidur lelap. Sedangkan pagi, siang atau sore kemungkinan jumlah korbannya lebih sedikit, karena para peghuninya sedang pergi keluar rumah untuk berbagai keperluan. Seperti yang telah terjadi, waktu kejadian biasanya terjadi di malam hari yang diawali dengan curah hujan tinggi selama beberapa hari sebelumnya.
2. Lokasi kejadian: Kemungkinan terjadi tanah longsor tetap pada lokasi eksisting (Gambar 6).
3. Intensitas: Kejadian tanah longsor ini bisa lebih dari satu kali, sangat dipengaruhi oleh kondisi intensitas hujan dan kondisi kemiringan lereng di lokasi kejadian.
4. Lama Kejadian: Pada tanah longsor waktunya bisa sangat singkat yaitu hanya hitungan menit atau kurang dari satu jam.
5. Area yang terdampak: Longsoran tanah dapat menimbulkan risiko rusak atau hancurnya bangunan atau benda-benda lain yang berada di atas permukaan tanah yang mengalami longsor. Jadi area terdampaknya bisa meliputi: penduduk, permukiman, persawahan, infrastruktur, dll. Kondisi permukiman yang mungkin terkena dampak dari longsoran tanah dapat dilihat pada sketsa seperti pada Gambar 5 dan 6.
6. Hal-hal lain yang berpengaruh: Hal-hal ini yang sangat berpengaruh terhadap timbulnya kejadian tanah

longsor ini diantaranya: intensitas hujan yang lebat dalam kurun waktu yang cukup lama, kondisi kemiringan lereng, gundulnya pohon atau hutan pada lereng, dan lain-lain.

Pengembangan Skenario

Untuk dapat membuat rencana pengembangan skenario kejadian, maka perlu diidentifikasi masyarakat (data demografi penduduk) dan daerah yang terancam berdasarkan peta wilayah, sehingga besaran atau luasan dampak yang diakibatkannya dapat diprediksi dengan tepat.

Berdasarkan hasil diskusi dengan para pakar dan *stakeholder* selama FGD berlangsung, disepakati bahwa pengembangan skenario kejadiannya adalah "Tanah longsor terjadi pada malam hari sekitar pukul 24.00 di lokasi eksisting dengan intensitas satu kali kejadian yang lamanya 5 (lima) menit, sedangkan area yang terdampak adalah kawasan permukiman penduduk di satu Dusun Sono". Lokasi dan area dampak dapat dilihat pada Gambar 6.

Berdasarkan Gambar 6, potensi longsor lanjutan diperkirakan seluas 250.000 meter persegi. Longsor pada Tanggal 2 Januari 2011 tersebut tidak menimbulkan korban jiwa. Namun potensi longsor selanjutnya berada di jalan akses, sekolah serta permukiman warga Dusun Sono. Kemungkinan longsor tersebut akan terjadi di RT 1/IX, RT 2/IX serta RT 3/IX yang terletak di dalam "mangkuk" potensi longsor (Gambar 5.b). Jumlah kepala keluarga (KK) dan penduduk masing-masing RT tersebut berturut-turut adalah sebagai berikut 29 KK, 183 jiwa; 10 KK, 45 jiwa dan 8 KK, 38 jiwa (Sumber: papan informasi posko bantuan).



Gambar 6. Prakiraan Luasan Longsor yang Kemungkinan Akan Terjadi (Garis Sambung) dan Longsor yang Telah Terjadi (Garis Putus).

3.3. Penetapan Kebijakan Strategi

Setelah mengetahui pengembangan skenario terjadinya bencana, langkah selanjutnya adalah menetapkan kebijakan dan strategi penanganan bencana yang meliputi kebijakan dan strategi. Kebijakan penanganan tanggap darurat, jika bencana tersebut terjadi, dimaksudkan untuk memberikan arahan atau pedoman bagi *stakeholders* maupun sektor-sektor terkait untuk dapat melaksanakan kegiatan tanggap darurat tersebut. Diperlukan kesepakatan bersama untuk membuat rencana tanggap darurat ini dan hasilnya dijadikan suatu kebijakan yang sifatnya mengikat. Kebijakan tersebut dapat meliputi penetapan waktu tanggap darurat, layanan pengobatan, dan penyiapan alat dan material.

Sedangkan strategi penanganan tanggap darurat bertujuan untuk melaksanakan kebijakan tersebut dengan efektif dan efisien. Untuk itu diperlukan pembuatan tugas dan tanggung jawab masing-masing sektor sesuai dengan sumberdaya dan kompetensi yang dimilikinya.

Kebijakan dalam mengantisipasi ancaman tanah longsor adalah sebagai berikut:

- a. Mengkoordinasikan kegiatan penanganan tanah longsor secara integratif yang berbasis masyarakat.
- b. Rehabilitasi dan revitalisasi sarana prasarana terkait dengan kebutuhan pelayanan minimal.
- c. Penanganan masalah sosial di tempat evakuasi secara cepat, tepat dan terpadu.
- d. Pemenuhan pelayanan sosial dasar secara terpadu dan optimal bagi semua korban.
- e. Penyediaan informasi penanggulangan bencana yang akurat.
- f. Mengkoordinasikan dan memobilisasi kelompok strategis Penanggulangan Bencana dalam operasional tanggap darurat.
- g. Penanganan/pemulihan darurat pada saat tanggap darurat.
- h. Penanganan gawat darurat medik terhadap korban.
- i. Penanganan kesehatan untuk mengurangi risiko munculnya penyakit.
- j. Pengelolaan bantuan secara optimal.
- k. Dalam hal kejadian bencana yang mengakibatkan tidak berjalannya fungsi pelayanan kesehatan setempat, kendali operasional diambil alih secara berjenjang ke tingkat yang lebih tinggi.
- l. Perlu dilakukan monitoring dan evaluasi.
- m. Pengadaan tempat pengungsian yang memadai.

Strategi dalam mengantisipasi ancaman tanah longsor adalah sebagai berikut:

- a. Merealisasikan koordinasi kegiatan penanganan bilamana terjadi tanah longsor yang berbasis masyarakat.
- b. Menyediakan/memfasilitasi sarpras terkait dengan kebutuhan pelayanan minimal.
- c. Memerintahkan seluruh dinas instansi lembaga masyarakat untuk mengerahkan semua sumber daya dengan mempergunakan prasarana dan sarana yang dimiliki masing-masing sektor.
- d. Menyediakan sarana mobilitas penggungsi antara lain; angkutan barang, angkutan penggungsi, ambulance, medis dan para medis dan obat-obatan dalam upaya memberikan perlindungan dan pelayanan kesehatan kepada para penggungsi.
- e. Melakukan pengawasan dan pengendalian, monitoring serta evaluasi terhadap sektor-sektor operasional di lapangan.
- f. Menempatkan kelompok-kelompok strategis sesuai bidang masing-masing ke lokasi bencana dan segera melakukan tindakan sesuai tugasnya yang sudah tersusun pada SOP.
- g. Menempatkan sarana untuk mendukung kegiatan pada poin di atas.
- h. Melaksanakan pemulihan pada daerah yang terjadi kerusakan berdasarkan prioritas.
- i. Setiap korban akibat bencana perlu mendapatkan pelayanan sesegera mungkin secara maksimal dan manusiawi.
- j. Prioritas awal selama masa tanggap darurat adalah penanganan gawat darurat medik terhadap korban luka dan identifikasi korban mati di sarana kesehatan.
- k. Prioritas berikutnya adalah kegiatan kesehatan untuk mengurangi risiko munculnya bencana lanjutan, di wilayah yang terkena bencana dan di lokasi pengungsian.
- l. Manajemen bantuan dari penerimaan sampai pendistribusian sehingga bantuan tersebut aman bagi korban.
- m. Bantuan teknis medis maupun peralatan sesuai dengan kebutuhan dan sarana yang ada di daerah, bila tidak mencukupi akan diberikan bantuan oleh instansi di atasnya.
- n. Monitoring evaluasi setiap saat baik rutin maupun insidental dengan tujuan perbaikan pelayanan secepatnya.

3.4. Analisis Kesenjangan

Dalam melakukan analisis kesenjangan dapat dibagi dalam beberapa sektor, diantaranya sektor manajemen dan koordinasi, sektor evakuasi, sektor logistik (pangan dan non pangan), sektor kesehatan, sektor perhubungan dan sarana/prasarana.

Sektor Manajemen dan Koordinasi pada saat kejadian, upaya-upaya yang harus dilakukan, antara lain:

1. Sebelum terjadi longsor BPBD dan BMKG setempat melakukan pemantauan cuaca dan kondisi wilayah potensi longsor tersebut
2. Apabila terjadi longsor, masyarakat melaporkan kepada aparat dusun/desa/kecamatan. Aparat pemerintah tersebut langsung melaporkan kejadian kepada BPBD (atau kantor polisi terdekat, jika melalui polisi harap diteruskan ke kantor BPBD atau Polres setempat), dapat melalui pesan singkat (sms) atau telepon kepada kontak person nomor darurat. BPBD melaporkan kepada Bupati Pacitan dan selanjutnya mengkoordinasikan dengan pihak-pihak terkait. Selaku kepala daerah, Bupati mengkoordinir penanggulangan bencana tersebut. Selama proses tersebut, Bupati Pacitan memberi laporan kepada BPBD Provinsi Jatim dan Gubernur Jatim.
3. Semua instansi yang terkait dengan penanggulangan bencana siap di Posko yang sudah ditentukan yaitu di lokasi yang agak jauh dari lokasi longsor dan yang diperkirakan aman dari longsor.
4. *Incident Commander* (IC) dalam hal ini Bupati Pacitan, atau yang ditunjuk, segera menentukan, menginstruksikan tindakan-tindakan, langkah-langkah yang harus dilaksanakan dalam rangka penanganan darurat.

Stakeholder yang dapat dilibatkan dalam sektor ini adalah Bupati Pacitan, BPBD Pacitan, BMKG Pacitan, Polres, TNI. Juga dapat melibatkan ORARI, RAPI, Dishub, Kominfo untuk menerima dan menyampaikan informasi, serta masyarakat. Selain itu dapat melibatkan Dinsosnakertrans, PMI, SAR Polres, SAR Kodim, Brigade Penolong (Pramuka).

Kebutuhan sektor ini diantaranya adalah alat komunikasi seperti telepon, radio komunikasi, *sound system*, *handy talkie*. Alat dokumentasi seperti kamera dan *handycam*, alat transportasi akses ke lokasi, serta tenda darurat dan kelengkapannya untuk lokasi koordinasi di lokasi setempat. Dari hasil FGD dapat

disimpulkan bahwa kondisi kebutuhan untuk Sektor Manajemen dan Koordinasi dapat dipenuhi semua meskipun ada beberapa item jumlahnya terbatas.

Sektor Evakuasi (Penyelamatan dan Perlindungan, SAR) pada saat kejadian, upaya-upaya yang harus dilakukan, antara lain: Pertolongan dan perlindungan bagi yang masih hidup, mencegah agar tidak berkembangnya jatuh korban, evakuasi mayat/korban, penyelamatan dan perlindungan, SAR bagi masyarakat/korban hidup/mati, inventarisasi masyarakat/korban bencana, penanganan secara maksimal masyarakat/korban bencana. Pada sektor ini ketersediaan seperti kantung mayat dan alat evakuasi lainnya (misalkan cangkul, dll) masih mengalami kekurangan yang cukup banyak.

Sektor Logistik (Pangan dan Non Pangan) pada saat kejadian, upaya-upaya yang harus dilakukan, antara lain langkah-langkah penyelamatan dan pelayanan sosial berupa pemenuhan kebutuhan dasar bagi para korban hidup dan petugas lapangan dalam bentuk pendirian *shelter* (pengungsian), pemberian bantuan seperti sandang, pangan, dan papan, sebagai upaya tanggap darurat tahap pertama selama 15 hari. Sasaran-sasaran pada sektor ini antara lain terlayannya semua kebutuhan dasar pengungsi, mulai dari balita sampai kepada orang tua dan petugas selama masa tanggap darurat, tersedianya tempat penampungan yang layak dan terlaksananya penerimaan, penyortiran dan pendistribusian logistik sesuai dengan sasaran. Instansi yang dapat berperan di sektor ini antara lain Dinsosnakertrans dan BPBD, dan dapat dibantu oleh Tagana. Dari segi kesenjangan kebutuhan dan sumberdaya diperkirakan hal dasar yang belum dapat tercukupi adalah kebutuhan bahan pangan (beras, air bersih, lauk-pauk, dll), sedangkan yang telah mampu dipenuhi adalah kelengkapan dapur umum dan kelengkapan posko.

Untuk **Sektor Kesehatan** pada saat kejadian, upaya-upaya yang harus dilakukan, antara lain terlaksananya pelayanan kesehatan bagi pengungsi, terlaksananya tindakan medis bagi korban luka, terlaksananya rujukan kesehatan yang optimal, dan mengurangi resiko terjadinya penularan penyakit terutama pada lokasi pengungsian. Sedangkan kondisi pengungsi yang memungkinkan adalah bila terjadi longsor maka kemungkinan yang terjadi adalah terdapat penduduk yang menderita luka-luka dan mungkin patah tulang akibat tertimpa reruntuhan bangunan, ada yang tertimbun dan diperkirakan tidak ada fasilitas kesehatan yang terdampak pada bencana amblesan ini.

Instansi yang dapat dilibatkan dalam sektor ini adalah Dinas Kesehatan, Palang Merah Indonesia, dan BPBD. Untuk tenaga medis Kabupaten Pacitan tidak mengalami kekurangan, baik dokter maupun perawat. Selain itu, Kabupaten Pacitan juga memiliki dokter spesialis bedah dan spesialis anestesi, psikolog, ahli gizi, apoteker, dan juga memiliki kelengkapan kesehatan yang memadai juga termasuk *Disaster Victim Identification* (DVI).

Sektor Perhubungan dan Sarana/Prasarana bertugas untuk melancarkan tim evakuasi untuk melakukan pertolongan gawat darurat di lokasi kejadian dan melancarkan proses kedatangan alat berat sebagai peralatan utama evakuasi. Sektor ini merupakan kerjasama instansi bidang Pekerjaan Umum, Dinas Perhubungan, Polres dan BPBD. Ketersediaan alat berat sampai dengan saat FGD dilaksanakan adalah *grader* dan *dump truck*, sedangkan *ekscavator* belum tersedia.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan *survey* dan wawancara yang dilakukan pada saat terjadinya longsor di awal tahun 2011, masyarakat telah memahami tanda-tanda utama longsor, diantaranya hujan yang terjadi terus-menerus dalam beberapa hari. Saat itu terlihat, masyarakat secara sadar telah mengungsi di tempat yang dirasa aman, hal tersebut tampak dari dibongkarnya beberapa rumah warga yang berpotensi akan tertimpa longsor. Inisiatif tersebut menunjukkan bahwa masyarakat Dusun Sono sangat memahami dampak yang ditimbulkan akibat longsor sehingga dengan kesadaran membongkar rumah untuk pindah ke tempat yang aman.

Berdasarkan rencana kontijensi yang telah disusun tersebut, maka berbagai *stakeholder* di Kabupaten Pacitan dapat dikelompokkan dalam lima sektor yang bergerak berdasarkan instruksi Bupati Pacitan atau yang ditunjuk, dengan koordinasi utama ada pada sektor manajemen dan koordinasi. Selain itu, ada beberapa kesenjangan antara kebutuhan dan ketersediaan sumber daya seperti kurangnya katong mayat, alat evakuasi, dan lain-lain. Sedangkan kebutuhan yang telah melebihi kebutuhan adalah terkait dengan jumlah tenaga medis.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada BPBD Provinsi Jawa Timur, BPBD Kabupaten Pacitan, serta *stakeholder* kebencanaan di Kabupaten Pacitan yang telah berpartisipasi dalam FGD Penyusunan Rencana Kontijensi. Terimakasih untuk masyarakat Dusun Sono, Desa Kalikuning, Kecamatan Tulakan, Kabupaten Pacitan, yang telah membantu dalam penyusunan Dokumen RK ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Tatas Tatas, Machsus Machsus, Amien Widodo. 2011. Studi Investigasi Longsor di Desa Kalikuning, Kecamatan Tulakan, Kabupaten Pacitan. Jurnal Aplikasi ISSN.1907-753X. Surabaya
2. Priyono. 2008. Analisis Morfometri dan Morfostruktur lereng Kejadian Longsor di Kecamatan Banjarmangu, Kabupaten Banjarnegara. Forum Geografi, 22 (1). pp. 72-84. ISSN 0852-0682
3. Suryolelono K.B. 2002. Bencana Alam Tanah Longsor Perspektif Ilmu Geologi Teknik. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar.
4. Sugeng Triutomo, B. Wisnu Widjaja, R. Sugiharto, Siswanto B.P., Yohanes Kristanto. 2011. Panduan Perencanaan Kontijensi Menghadapi Bencana, Ed. 2. Badan Nasional Penanggulangan Bencana. Isbn 978-979-18441-3-0. Jakarta.
5. Pusat Studi Kebumian dan Bencana. 2012. Rencana Kontijensi Bencana Tanah Longsor di Tulakan, Kabupaten Pacitan. BPBD Jatim. Surabaya.

MODEL TRAUMA HEALING BAGI PENYINTAS BENCANA TANAH LONGSOR DI KARANGKOBAR KABUPATEN BANJARNEGARA PROVINSI JAWA TENGAH

Oleh:

Tukino^{a,1,*}, Epi Supiadi^{a,2}, Meiti Subardhini^{a,3}, Dorang Luhpuri^{a,4}, Rini Hartini Rinda^{a,5}

^aSTKS Bandung, Jl. Ir. H. Juanda No. 367 Bandung 40135

*tukinoktn@yahoo.com

Abstrak

Bencana alam tanah longsor Bukit Telaga Lele di Dusun Jemblung Desa Sampang Kecamatan Karangkoobar Kabupaten Banjarnegara terjadi pada tanggal 12 Desember 2014. Akibat bencana longsor tersebut telah menimbulkan korban tewas sebanyak 108 orang (95 orang diantaranya berhasil ditemukan jasadnya, sisanya tidak ditemukan), dan menghancurkan 105 rumah, serta menyisakan primary victim yang masih hidup sebanyak 153 orang yang mengungsi di Posko Pengungsian Dusun Ngalian. Disamping itu terdapat 928 orang secondary victim yang turut mengungsi dan tersebar pada 13 titik pengungsian. Para korban yang selamat (penyintas) dari bencana longsor mengalami pengalaman traumatis yang menggoncangkan jiwa dan melemahkan fisik untuk menghadapi tantangan dan kesulitan hidup sehari-hari yang harus dihadapi. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkapkan: 1) Kondisi existing penyintas bencana tanah longsor di Karangkoobar Banjarnegara, 2) Rancangan model trauma healing bagi penyintas, 3) Implementasi model trauma healing bagi penyintas, 4) Hasil implementasi model trauma healing bagi penyintas. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis penelitian tindakan (action research). Sasaran penelitian adalah 17 keluarga yang rumahnya hancur dan rusak berat, dan ada anggota keluarga yang meninggal akibat longsor. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui wawancara mendalam, observasi partisipasi, dan focus group discussion. Metode analisis data yang digunakan adalah triangulasi sumber dan metode, pemeriksaan sejawat melalui diskusi, dan teknik pengukuran kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) Para penyintas mengalami masalah psikososial yaitu; *griefing*, rasa takut yang berlebihan, sering merasakan kebingungan, dan gangguan stress pasca trauma, 2) Rancangan model trauma healing menggunakan model psikodinamika dan *cognitive behavioral therapy*, 3) Implementasi model trauma healing melalui berbagai teknik; *katarsis*, *Emotional Freedom Technique (EFT)*, *Tapas Accupressure Technique (TAT)*, *Imaginal Flooding*, *relaksasi*, dll, 4) Hasil implementasi model trauma healing; para penyintas dapat melakukan pemulihan psikososial dan penyesuaian diri secara lebih baik terhadap kondisi kehidupan di lingkungan pengungsian yang serba terbatas.

Kata kunci: Masalah psikososial penyintas, model *trauma healing*, pemulihan psikososial.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bencana alam tanah longsor Bukit Telaga Lele di Dusun Jemblung Desa Sampang Kecamatan Karangkoobar Kabupaten Banjarnegara terjadi pada hari Jum'at 12 Desember 2014 sekitar pukul 17.30 WIB, setelah sekitar satu jam sebelumnya diguyur hujan. Para korban yang selamat (penyintas) dari bencana longsor di Karangkoobar Banjarnegara mengalami pengalaman traumatis yang menggoncangkan dan melemahkan fisik maupun jiwa untuk menghadapi tantangan dan kesulitan hidup sehari-hari yang harus dihadapi. Pengalaman kehilangan keluarga yang dicintai secara tiba-tiba bahkan bukan satu orang pada sebagian korban, tetapi ada yang hampir seluruh keluarga besar meninggal adalah pengalaman menyakitkan yang tidak mudah untuk disembuhkan. Pengalaman menyelamatkan diri dari terjangan longsor dan berupaya untuk bertahan hidup juga merupakan pengalaman traumatis yang hebat yang selalu membayangi pikiran

para penyintas. Masalah lain kondisi di pengungsian, yang pastinya tidak lebih baik daripada kehidupan sebelumnya akan memperburuk kondisi mental para penyintas.

Kebutuhan secara fisik dapat terpenuhi dengan banyaknya bantuan dari masyarakat, namun secara psikologis mereka mengalami *griefing* karena kehilangan anggota keluarga yang meninggal sebagai korban longsor, dan rumah serta harta bendanya hancur tertimpa longsor. Demikian pula ketidakpastian kemana mereka akan pulang, kapan bisa pulang, dengan siapa mereka akan tinggal nanti, bagaimana nanti setelah pulang, adalah pikiran-pikiran wajar yang muncul namun akan memperberat kondisi mental dan psikologis mereka. Berdasarkan kondisi-kondisi tersebut, maka pertolongan pemulihan psikososial merupakan suatu keharusan bagi para penyintas bencana tanah longsor di Karangkoobar.

Berdasarkan latar belakang tersebut, tim peneliti dari Lembaga Penelitian Sekolah Tinggi Kesejahteraan Sosial (STKS) Bandung, memandang perlu untuk melakukan penelitian tentang Model *Trauma Healing* bagi Penyintas Bencana Tanah Longsor di Karangkoobar Kabupaten Banjarnegara.

1.2. Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah penelitian adalah sebagai berikut: “Bagaimanakah model *trauma healing* bagi penyintas bencana tanah longsor di Karangkoobar Kabupaten Banjarnegara?”

Adapun sub problematik penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah kondisi *existing* penyintas bencana tanah longsor di Karangkoobar?
2. Bagaimanakah model *trauma healing* bagi penyintas bencana tanah longsor di Karangkoobar?
3. Bagaimanakah implementasi model *trauma healing* bagi penyintas bencana tanah longsor di Karangkoobar?
4. Bagaimanakah hasil implementasi model *trauma healing* bagi penyintas bencana tanah longsor di Karangkoobar?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian model *trauma healing* bagi penyintas bencana tanah longsor di Karangkoobar Kabupaten Banjarnegara ini bertujuan:

1. Mengetahui kondisi *existing* penyintas bencana tanah longsor di Karangkoobar.
2. Mengetahui model *trauma healing* bagi penyintas bencana tanah longsor di Karangkoobar.
3. Mengetahui implementasi model *trauma healing* bagi penyintas bencana tanah longsor di Karangkoobar.
4. Mengetahui hasil implementasi model *trauma healing* bagi penyintas bencana tanah longsor di Karangkoobar.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat teoritis dari penelitian ini diharapkan dapat mengungkap tentang kehidupan penyintas bencana longsor di Karangkoobar selama tinggal di lokasi pengungsian baik dari aspek; fisik, psikologis, dan sosial, sehingga hasil penelitian ini dapat merupakan sumbangan informasi bagi kalangan insan akademis dalam melakukan penelitian yang sejenis.

Manfaat praktis dari hasil penelitian antara lain dapat dijadikan dasar bagi parapihak dalam rangka perumusan alternatif model pelayanan yang terbaik bagi penyintas yang hidup dan tinggal di pengungsian. Di sisi lain hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan informasi bagi para penyintas dalam menjalani tugas-tugas kehidupannya, khususnya dalam mengatasi stress dan trauma di tengah situasi pengungsian.

2. METODOLOGI

2.1. Desain Penelitian

Penelitian yang dilakukan menggunakan desain penelitian tindakan (*action research*). Penelitian tindakan adalah “jenis penelitian yang mempertemukan antara pendekatan eksperimental dalam ilmu sosial dengan program tindakan sosial untuk memecahkan isu-isu pokok yang berkembang di masyarakat” Kurt Lewin (dalam N. Zuriyah, 2001: 52).

Melalui pendekatan kualitatif dengan jenis penelitian tindakan, tim peneliti mengkaji persoalan yang muncul dan dihadapi para penyintas bencana longsor di Karangkoobar, dan berupaya menemukan alternatif

pemecahan yang dapat diterapkan bagi para penyintas.
Alur kerja penelitian secara singkat dapat digambarkan seperti berikut:



Gambar 1. Alur Kerja Penelitian.

Sumber Data dan Cara Menentukannya

Sumber data utama dalam penelitian ini adalah para penyintas bencana longsor di Karangkoobar. Penetapan subjek penelitian menggunakan teknik *purposive*, dengan kriteria; 1) terdapat anggota keluarga yang meninggal dunia sebagai korban longsor, 2) rumahnya hancur total, 3) sebagai pengungsi di Dusun Ngalian Desa Ambal, dan atau tinggal di wilayah Karangkoobar. Berdasarkan kriteria tersebut, jumlah subjek penelitian seluruhnya sebanyak 17 (tujuh belas) orang.

Teknik Pengumpulan Data

1. Wawancara mendalam; dilakukan terhadap subjek penelitian (penyintas) sesuai dengan permasalahan penelitian. Dalam hal ini peneliti mewawancarai sejumlah penyintas sebagai informan utama, baik mengenai kondisi kehidupan sehari-harinya selama berada di pengungsian maupun keikutsertaannya dalam kegiatan *trauma healing*.
2. Observasi partisipasi; dilakukan ketika peneliti dan penyintas sebagai subjek penelitian secara bersama-sama terlibat dalam kegiatan *trauma healing*. Peneliti mengamati perilaku para penyintas yang tampak atau apa yang mereka lakukan, dan mendengarkan apa yang mereka katakan ketika mereka beraktivitas dalam kegiatan *trauma healing*. Observasi juga dilakukan di tempat tinggal masing-masing penyintas, terutama untuk mengetahui kondisi kehidupan mereka selama berada di pengungsian
3. Diskusi kelompok terfokus (*Focus Group Discussion/FGD*); dilakukan antara peneliti dengan partisipan penelitian yaitu; Camat Karangkoobar, Kasie Kesra Kecamatan Karangkoobar, Kepala Desa Sampang, Kepala Dusun Jemblung, Kepala Bidang Rehabilitasi Sosial Dinsos Kabupaten Banjarnegara, khususnya mendiskusikan berbagai hasil kegiatan *trauma healing* yang dilakukan tim peneliti, dan perkembangan yang terjadi pada para penyintas.

Analisis Data

1. Triangulasi Sumber dan Metode: triangulasi sumber yaitu teknik pemeriksaan keabsahan data dengan cara membandingkan dan mengecek data dari subjek yang berbeda tentang hal yang sama. Sementara triangulasi metode adalah teknik pemeriksaan keabsahan data dengan cara membandingkan data yang diperoleh melalui teknik pengumpulan data yang berbeda.
2. Pemeriksaan sejawat melalui diskusi: teknik pemeriksaan keabsahan data dengan cara mengekspos hasil sementara untuk mendapatkan tanggapan dari sejawat melalui diskusi.
3. Teknik pengukuran kualitatif, dengan tahapan sebagai berikut :
 - a. deskripsi informan;
 - b. pengorganisasian data;

- c. mengembangkan catatan lapangan (*expanded field notes*);
- d. mengidentifikasi konsep dan hubungannya; secara induktif peneliti mengidentifikasi konsep atau tema yang relevan dengan data hasil penelitian, untuk kemudian membangun proposisi-proposisi yang sesuai dengan tujuan penelitian.
- e. menarik kesimpulan.

Jadwal dan Langkah Penelitian

Pelaksanaan penelitian berlangsung selama 6 (enam) bulan, mulai dari pengkajian teoretis dan kajian lapangan melalui studi penjajagan tentang konsep-konsep yang relevan dengan permasalahan penelitian, penelitian di lapangan, analisis hasil penelitian, serta penyusunan laporan hasil penelitian. Adapun jadwal penelitian adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Jadwal dan Langkah Penelitian

No.	Kegiatan	Tahun 2014	Tahun 2015				
		12	1	2	3	4	5
1.	Melakukan penelusuran konsep yang relevan dan pengkajian teoretis						
2.	Menjajagi lokasi penelitian						
3.	Pengajuan proposal penelitian						
4.	Melakukan penelitian lapangan dan analisis data hasil penelitian						
5.	Seminar hasil penelitian						
6.	Penulisan laporan hasil penelitian						

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi dan Subjek Penelitian

1. Letak Geografis

Desa Sampang Kecamatan Karangkoar Kabupaten Banjarnegara terletak di wilayah Pegunungan dengan ketinggian antara 895-1.015 meter di atas permukaan air laut, dengan luas wilayah 352.521 Ha. Secara geografis, desa-desa di wilayah Kecamatan Karangkoar termasuk Desa Sampang merupakan zona yang paling rawan longsor di Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah. "Di Jawa Tengah yang paling rawan longsor Banjarnegara, dan di Banjarnegara yang paling rawan longsor di Kecamatan Karangkoar. Jadi sudah masuk zona merah dari yang termerah (Dwikorita, Antara 14 Desember 2014). Lebih lanjut Dwikorita sebagai pakar geologi mengemukakan bahwa Kecamatan Karangkoar dinilai paling rawan karena memiliki struktur tanah yang gembur dengan posisi kemiringan lerengnya cukup terjal, sehingga jika hujan turun, air akan terserap di tanah, dan jika air yang tergenang cukup banyak, tanah akan mudah meluncur (longsor). Selain itu wilayah Karangkoar juga dilalui jalur patahan yang mengakibatkan ikatan batuan-batuan sebagai fondasi tanah, terbelah-belah dan rapuh. Apalagi, jenis batumannya juga merupakan batuan lempung yang licin jika terkena air, sehingga volume longsor akan lebih besar karena juga turut terdorong oleh patahan batuan yang licin (Antara: 14 Desember 2014).

2. Demografi

Jumlah penduduk Desa Sampang hingga Desember 2014 tercatat sebanyak 2.307 jiwa, terdiri atas laki-laki sebanyak 1.248 jiwa dan perempuan sebanyak 1.059 jiwa. Sedangkan jumlah Kepala Keluarga (KK) sebanyak 1.132 KK.

3. Gambaran Subjek Penelitian

Subjek atau sasaran penelitian ini adalah korban utama (*primary victim*) bencana tanah longsor di Dusun Jemblung Desa Sampang Kecamatan Karangkoar Kabupaten Banjarnegara, khususnya yang merupakan anggota keluarga dari 17 keluarga yang rumahnya hancur dan sebagian anggota keluarganya meninggal dunia. Sebanyak 16 orang yang sementara bertempat tinggal pada lokasi hunian sementara di RT 05 RW 01 Dusun Ngalian, Desa Ambal, dan satu orang tinggal di Karangkoar. Mereka tersebar pada rumah-rumah penduduk yang dijadikan tempat hunian sementara sebelum mereka dipindahkan ke hunian tetap.

Deskripsi Hasil Penelitian

1. Kondisi *existing* Penyintas

Hasil asesmen cepat dengan sampel *representative* (15%) *primary victim* (penyintas), yang dilakukan oleh tim *trauma healing* STKS Bandung pada 7 hari sejak kejadian bencana longsor, menunjukkan bahwa *primary victims* banyak yang mengalami stress biasa berupa reaksi-reaksi yang bisa diamati secara langsung, ditandai dengan berbagai gejala fisik, emosi, pikiran, tindakan, dan sosial atau relasi. Dari beragamnya gejala-gejala tersebut yang dialami oleh masing-masing *primary victim*, dapat dinyatakan bahwa mereka umumnya mengalami stress berat. Hal ini didukung dengan data tentang reaksi dalam, yakni reaksi yang berhubungan dengan konsep dan citra diri yang terganggu.

Sebagian besar *primary victim* (79,17%) mengalami gejala fisik sakit kepala, sebanyak 66,67% energinya menurun, 58,33% mengalami sakit punggung dan gemetar, dan masing-masing 54,17% mengalami tekanan darah naik, dan detak jantung lebih cepat.

Temuan hasil asesmen tersebut menunjukkan bahwa *primary victim* sebagai penyintas membutuhkan pertolongan yang tidak hanya sekedar bantuan materi untuk bertahan hidup, melainkan juga membutuhkan pelayanan psikososial yang dapat mendampingi mereka melewati masa-masa sulit melewati penderitaan. Terapi psikososial oleh tim *trauma healing* STKS Bandung terhadap sasaran utama (*primary victim*) di Posko Pengungsian Dusun Ngalian, dilakukan kepada 87 orang atau 59% dari keseluruhan *primary victim* yang berjumlah 153 orang.

2. Rancangan Model Trauma Healing bagi Penyintas

Model *trauma healing* dalam penelitian *action research* ini dikembangkan berdasarkan berbagai pendekatan atau model. Model psikodinamika menjadi landasan dalam penerapan beberapa teknik seperti EFT, TAT, *Basic Selfcare*, katarsis, relaksasi, dan teknik lainnya. Tujuan model psikodinamika adalah menemukan proses-proses yang tidak disadari yang sifatnya mengganggu dan membawanya ke alam sadar, sehingga emosi (energi) yang tidak disadari dapat diekspresikan oleh klien dan kemudian dihilangkan melalui beberapa teknik sebagaimana disebutkan di atas.

Selanjutnya model *Cognitive Behavioral Therapy* (CBT) diterapkan melalui teknik-teknik; *The Crown Pull*, Percakapan Sosial, Terapi Realitas, Relaksasi, dan teknik lainnya. Model CBT merupakan prosedur terapis yang berfokus pada upaya mengubah pikiran-pikiran dan perasaan, daripada mengubah perilaku itu sendiri. Terapi kognitif behavioral merupakan penerapan secara sistematis teknik-teknik yang diambil dari prinsip-prinsip belajar (pengkondisian dan teori *social learning*) untuk membantu orang-orang supaya melakukan tingkah laku yang adaptif (Aaron Beck:1989)

3. Implementasi Model Trauma Healing bagi Penyintas.

Implementasi model *trauma healing* sebagai pelaksanaan *action research*, berupa asesmen lanjutan dan intervensi ulang, telah dilakukan oleh tim peneliti terhadap 17 orang penyintas yaitu mereka yang kehilangan anggota keluarga (meninggal) sebagai korban bencana longsor, dan rumah serta harta bendanya hancur tertimpa longsor. Implementasi model *trauma healing* berlangsung pada bulan Desember 2014, Pebruari dan Maret 2015. Hasil asesmen dan intervensi yang dilakukan dapat diuraikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Implementasi Model Trauma Healing bagi Penyintas

No.	Identitas Subjek	Hasil Asesmen Psikososial	Teknik Trauma Healing
1.	"Top", lk, 65 thn. kehilangan istri, dua anak dan satu cucu. Kehilangan rumah dan seluruh harta benda.	Merasakan kesedihan yang mendalam, merasa tidak berarti, merasa sangat bersalah karena tidak dapat menyelamatkan keluarganya.	<i>Tapas Accupressure Technique</i> (TAT) Teknik Ventilasi Teknik Motivasi
2.	"St", pr, 55 thn. Kehilangan empat orang keluarga (bapak, mertua, adik kandung, adik ipar, dan keponakan).	Merasa kesedihan mendalam karena kehilangan banyak keluarganya. Masih kebingungan, ketakutan dan selalu mengingat ketika digulung oleh longsor.	Teknik percakapan sosial <i>Imaginal flooding</i> Teknik motivasi
3.	"Bin", pr, 43 thn. Kehilangan suami dan anak serta kehilangan harta benda berupa tiga buah rumah, dua mobil, empat motor, satu sepeda dan tanah.	Masih mengalami rasa tegang, gelisah, tiba-tiba ingin marah, takut yang berlebihan, panik, suasana hati yang tidak stabil kehilangan semangat dan minat.	<i>Tapas Accupressure Technique</i> (TAT) <i>Emotional Freedom Technique</i> (EFT) Teknik Motivasi dan Konseling Relaksasi

4.	“Ma”, lk, 45 th, ketua RT di Ds. Jemblung. Kehilangan satu anak sebagai korban longsor, rumah dan harta benda hancur	Mengalami <i>grieving</i> karena kehilangan anak, sering merasakan sakit kepala, terkadang suka marah yang kurang terkendali. Sebagai Ketua RT, suka merasa kebingungan karena memikirkan warga masyarakat lainnya yang berada di pengungsian	Diskusi logis <i>Self help group</i> Relaksasi TAT EFT
5.	“Ya”, lk, 25 th, belum menikah. Kehilangan ayah dan ibu sebagai korban longsor.	Mengalami <i>grieving</i> karena kehilangan kedua orang tuanya, sering kebingungan karena memikirkan masa depan yang tidak menentu, dan takut berlebihan ketika melihat gunung,	Katarsis TAT EFT <i>Self help group</i> Relaksasi
6.	“Sup”, pr, 42 th. Satu orang anaknya meninggal, rumah dan harta bendanya hancur.	Mengalami <i>grieving</i> sering sakit kepala, sakit punggung, takut berlebihan, terkadang agresif, kehilangan semangat hidup, sulit tidur, dan merasa hidupnya berada dalam kemalangan.	Katarsis Normalisasi <i>Basic selfcare</i> TAT EFT Relaksasi
7.	“Htm”, lk, 60 th. Istrinya meninggal sebagai korban longsor, juga satu keponakan, menantu luka berat, dan rumahnya hancur.	Mengalami <i>grieving</i> , sakit kepala sebelah sampai punggung, dan giginya rusak dua buah karena tertimpa longsor, merasa tegang dan marah-marah, kebingungan.	Katarsis Normalisasi <i>Basic selfcare</i> TAT EFT Relaksasi
8.	“Snm”, pr, 52 th, suami sudah meninggal sebelum bencana longsor, dua anaknya selamat, namun rumah dan harta benda hancur.	Sedih dan bingung karena kehilangan rumah, cemas akan kehidupannya mendatang bersama anak-anaknya, takut terhadap bunyi-bunyian.. teringat sebagaimana ketika mendengar bunyi gemuruh saat longsor terjadi.	Normalisasi Melingkup ibu jari <i>Support</i> Relaksasi
9.	“Ryt”, lk, 45 th. Kehilangan isteri dan orangtuanya, memiliki 3 orang anak, rumah dan harta benda hancur.	Sering tegang, takut berlebihan, kehilangan semangat, terkadang tidak berselera makan, sering sulit tidur dan kinerja menurun.	<i>Tapas Accupressure Technique</i> (TAT) <i>Emotional Freedom Technique</i> (EFT) Teknik Motivasi dan Konseling, Relaksasi
10.	“Slit”, pr, 27 th. Kedua orang tuanya dan dua adiknya meninggal sebagai korban longsor, ia dan suaminya bekerja di luar Karangobar	Mengalami kesedihan yang mendalam karena kehilangan kedua orang tua dan dua orang adik.	<i>Tapas Accupressure Technique</i> (TAT) <i>Emotional Freedom Technique</i> (EFT) Relaksasi
11.	“Stnm”, pr, 41 th. bekerja di Jakarta. Kehilangan anak bungsu, ibunya, dan 9 orang anggota keluarga lainnya.	Merasakan kesedihan yang mendalam, merasa sangat berdosa meninggalkan anak dan ibunya.	Katarsis Percakapan sosial EFT, NLP Relaksasi
12.	“Stp”, lk, 43 th. Kehilangan cucu, dan rumahnya hancur.	Merasakan kesedihan yang mendalam karena kehilangan cucu, dan rumahnya yang hancur. Sulit tidur dan makan, tidak bisa melihat mainan anak-anak karena teringat cucunya.	Percakapan sosial Katarsis EFT NLP Relaksasi
13.	“Smn”, pr, 52 th. Tinggal dan bekerja di Ambon bersama suaminya, kehilangan adik-adiknya sekeluarga, dan rumah hancur.	Mengalami <i>grieving</i> karena kehilangan adik-adiknya, juga rumah untuk hidup di hari tua hancur terkena longsor. Sulit tidur dan makan.	Percakapan sosial Katarsis/ventilasi EFT NLP Relaksasi

14.	“Stn”, pr, 22 th, sudah menikah dengan satu anak laki-laki. Ia tinggal di Kebumen mengikuti suami. Kedua orang tua dan dua adiknya meninggal sebagai korban longsor, rumah hancur.	Mengalami kesedihan dan kehilangan yang mendalam atas meninggalnya kedua orangtua dan kedua adiknya, juga rumah peninggalan orang tua yang hancur.	TAT EFT Support Relaksasi
15.	“Snt”, lk, 50 th. Kehilangan isteri dan anak lelakinya, juga semua harta benda hancur tertimbun longsor.	Kesedihan yang mendalam dirasakannya sampai tiga hari setelah kejadian tidak bisa bicara dan tidak bisa menggerakkan lehernya, merasa bersalah.	Katarsis TAT EFT Support Relaksasi
16.	“Sp”, lk, 56 th. Kehilangan ibu, istri, 2 orang cucu, dan satu menantu yang meninggal sebagai korban longsor, juga rumahnya hancur.	Mengalami kesedihan yang mendalam, merasa bersalah, bingung.	Katarsis TAT EFT Support Kursi kosong Relaksasi
17.	“Mn”, pr, 32 th, istri ketua RT. Kehilangan seorang anak, rumah hancur.	Mengalami kesedihan yang mendalam, merasa bersalah.	Katarsis TAT EFT Support Relaksasi

4. Hasil Implementasi Model *Trauma Healing* bagi Penyintas.

Kegiatan *trauma healing* bagi penyintas bencana longsor di Karangkoobar, sebagai bagian dalam pelaksanaan penelitian, berakhir pada bulan April 2015. Tim peneliti melakukan evaluasi dengan cara mengkonfirmasi perkembangan setiap penyintas baik secara langsung maupun pihak lain melalui wawancara. Hasil evaluasi dari implementasi model *trauma healing* sebagaimana dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Implementasi Model *Trauma Healing* bagi Penyintas

No.	Identitas Subjek	Hasil Pelaksanaan Trauma Healing
1	2	5
1.	“Top”, lk, 65 thn.	Perasaan sudah ikhlas dan menerima keadaan. Sudah dapat beraktivitas, mulai semangat mau bekerja kembali.
2.	“St”, pr, 55 thn.	Emosinya sudah lebih stabil, rasa takut berlebihan sudah berkurang, sudah ikhlas menerima keadaan.
3.	“Bin”, pr, 43 thn.	Masih suka mengingat anggota keluarga yang meninggal tapi tidak membuat sedih mendalam, sudah menerima takdir.
4.	“Ma”, lk, 45 th, ketua RT	Sudah merasa tenang, emosi sudah stabil, dapat berpikir lebih rasional dan dapat bertindak secara lebih bertanggung jawab.
5.	“Ya”, lk, 25 th	Masih merasakan kesedihan karena kehilangan kedua orang tua, tetapi sudah mulai beraktivitas (bekerja), dan rasa takut jika melihat gunung sudah mulai berkurang.
6.	“Sup”, pr, 42 th.	Sudah memperoleh stabilisasi emosi, rasa takut dan cemas sudah berkurang, namun masih menghadapi masalah KDRT dalam rumah tangganya.
7.	“Htm”, lk, 60 th.	Sudah menunjukkan perubahan ke arah emosi yang stabil meskipun masih merasakan kesedihan akan kehilangan istri dan rumah
8.	“Snm”, pr, 52 th	Rasa takut terhadap bunyi-bunyian yang bergemuruh sudah mulai berkurang.
9.	“Ryt”, lk, 45 th.	Masih merasakan kesedihan atas meninggalnya istri dan orang tuanya, cemas memikirkan kepastian mendapat rumah pengganti di hunian tetap, tetapi sudah mulai beraktivitas/bekerja.

10.	"Slit", pr, 27 th.	Masih merasakan kesedihan atas kehilangan kedua orang tuanya yang meninggal sebagai korban bencana longsor, namun sekarang lebih tenang dan bisa berfikir ke depan secara lebih positif.
11.	"Stnm", pr, 41 th.	Masih merasakan kesedihan karena kehilangan anak, ibu, adik dan keluarga lainnya yang menjadi korban longsor, namun sudah dapat menerima keadaan, dan sudah mampu menjalankan keberfungsian sosialnya.
12.	"Stp", lk, 43 th.	Sudah lebih tenang raut muka lebih cerah dan menurut penuturannya perasaannya sudah lebih plong atau ringan.
13.	"Smrn", pr, 52 th.	Sudah dapat menerima kenyataan bahwa adik-adiknya sudah meninggal dunia, masih cemas menunggu kepastian rumah hunian tetap yang dijanjikan oleh pemerintah
14.	"Stn", pr, 22 th	Masih merasakan kesedihan akibat kehilangan kedua orang tua dan kedua adiknya, merasa bersalah belum bisa membalas kebaikan orangtuanya. Sudah mulai mampu menata kehidupan ke depan
15.	"Snt, lk, 50 th.	Masih merasakan kesedihan karena kehilangan istri tetapi dan anaknya, namun sudah dapat mengurangi perasaan bersalah,
16.	"Sp", lk, 56 th.	Masi merasakan kesedihan karena kehilangan istri, cucu, dan menantu, namun sudah tampak lebih segar dan merasa lebih baik
17.	"Mn", pr, 32 th	Sudah pasrah, merasa lebih lega dan lebih baik

Pembahasan

Berdasarkan tabel 3 di atas, secara keseluruhan tampak bahwa pelayanan *trauma healing* sekaligus sebagai kegiatan penelitian dengan desain *action research* yang dilakukan tim peneliti, setidaknya sudah membantu para penyintas untuk pulih secepatnya dan bertumbuh menjadi pribadi yang lebih tegar dalam menghadapi kesulitan hidup. Pandangan dari partisipan penelitian yaitu; Camat Karangkoobar, Kepala Seksi Kesra, Kepala Desa Sampang, Kepala Dusun Jemblung, dan Kepala Bidang Rehabilitasi Sosial Dinas Sosial Kabupaten Banjarnegara, secara terpisah memberikan penilaian yang hampir sama yaitu bahwa ".. kegiatan pelayanan *trauma healing* oleh tim STKS Bandung, telah membantu korban bencana untuk pulih dari pengalaman traumatis yang dialaminya, dan bertumbuh kembali mengembangkan potensi yang masih dimiliki khususnya sosial ekonomi untuk melanjutkan kehidupannya, yakni kembali menjalani rutinitas dalam kehidupan sehari-hari". Adanya *intervening variable* dari pihak lain yang juga memberikan pelayanan yang serupa dengan apa yang telah dilakukan tim STKS, merupakan proses yang mempercepat para penyintas memperoleh penyembuhan trauma psikologis. Namun demikian kegiatan pelayanan *trauma healing* yang sekaligus merupakan kegiatan *action research* yang dilakukan tim STKS secara terus menerus dari bulan Desember 2014 hingga April 2015, setidaknya dapat memberikan makna tersendiri bagi para penyintas dalam menjalani kehidupan sehari-hari pascabencana longsor.

Model *trauma healing* dalam penelitian *action research* ini dikembangkan berdasarkan pendekatan psikodinamika dan *cognitive behavioral therapy*. Pendekatan psikodinamika menjadi landasan dalam penerapan beberapa teknik seperti EFT, TAT, *Basic Selfcare*, katarsis, relaksasi, dan teknik lainnya. Sebagaimana dikemukakan Freud bahwa masalah emosional dan perilaku atau masalah psikopatologi klien disebabkan oleh adanya pengalaman-pengalaman negatif yang dialami klien. Selanjutnya pendekatan *Cognitive Behavioral Therapy* (CBT) diterapkan melalui teknik-teknik; *The Crown Pull*, Percakapan Sosial, Terapi Realitas, Relaksasi, dan teknik lainnya. Aaron Beck (1989) menjelaskan bahwa pendekatan CBT merupakan prosedur terapis yang berfokus pada upaya mengubah pikiran-pikiran dan perasaan, daripada mengubah perilaku itu sendiri. Terapi kognitif behavioral merupakan penerapan secara sistematis teknik-teknik yang diambil dari prinsip-prinsip belajar (pengkondisian dan teori *social learning*) untuk membantu orang-orang supaya melakukan tingkah laku yang adaptif.

4. KESIMPULAN

Proses pemulihan trauma yang dilakukan tim peneliti STKS Bandung terhadap para penyintas bencana longsor di Karangkoobar melalui kegiatan penelitian *action research*, merupakan proses yang menstimulasi para penyintas untuk pulih secara lebih cepat dan berusaha melakukan penyesuaian diri dengan kondisi kehidupan di lingkungan rumah-rumah pengungsian yang serba terbatas. Permasalahan psikososial yang dihadapi penyintas selama berada di pengungsian baik secara fisik, psikologis, sosial, dan spiritual merupakan

kenyataan sosial yang memerlukan pertolongan dari berbagai pihak. Melalui penerapan berbagai teknik terapi dalam pelayanan *trauma healing*, para penyintas bukan saja aktif dan dapat memanfaatkan secara optimal kehadiran kegiatan *trauma healing*, tetapi juga memiliki kemauan dan kemampuan untuk mengikuti berbagai aktivitas yang ada di lingkungannya, serta memperoleh pengalaman baru dalam aktivitas tersebut. Pada gilirannya para penyintas mampu mengkonstruksi kehidupan atas dasar daya tahan yang dimilikinya yang berkembang melalui kegiatan *trauma healing*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian tentang model *trauma healing* bagi penyintas bencana tanah longsor di Karangkoar yang dilakukan tim peneliti STKS Bandung ini dapat terlaksana dengan baik. Mengiringi rasa syukur, tim penulis menghaturkan ucapan terima kasih serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Yth:

1. Ketua Sekolah Tinggi Kesejahteraan Sosial (STKS) Bandung, yang telah memberikan kesempatan kepada tim peneliti untuk dapat melakukan penelitian.
2. Kepala Pusat Penelitian STKS Bandung, yang telah mengabulkan proposal kepada tim *trauma healing* STKS untuk melaksanakan penelitian di Karangkoar.
3. Camat Karangkoar, Kepala Desa Sampang, dan Kepala Dusun Jemblung, yang telah mengijikan tim peneliti STKS Bandung untuk melaksanakan penelitian, sekaligus sebagai partisipan dalam penelitian ini.
4. Para penyintas bencana longsor di Karangkoar, yang bersedia dan bersama-sama tim peneliti STKS untuk melakukan aktivitas bersama dalam *trauma healing*.
5. Rekan-rekan sejawat Dosen STKS Bandung yang telah melaksanakan pelayanan *trauma healing* bagi penyintas bencana longsor di Karangkoar.

DAFTAR PUSTAKA

1. Corey Gerald, 2007, Teori dan Praktek Terapisng & Psikoterapi, Bandung, Rafika Aditama
2. Danim, Sudarwan. 2002. Menjadi Peneliti Kualitatif. Bandung: CV. Pustaka Setia
3. Holling, C. S., and L. H. Gunderson. 2002. Resilience and Adaptive Cycles. Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems. Washington, D.C: Island Press
4. Nazir, Moh. 1988. Metode Penelitian. Jakarta: Ghalia Indonesia
5. Papalia, E. Diane & Sally Wenkos.1992. Human Development : International Edition. New York: Mc Graw-Hill, Inc.
6. Pillari, Vimala.1998. Human Behavior in the Social Environment: The Developing Person in a Holistic Context. New York: International Thomson Publishing, Inc.
7. Robinson, John P, Shaver, Phillip R, Wrightsman (Editor).1991. Measures of Personality and Social Psychological Attitudes. California : Academic Press.
8. Sofyan S. Willis. 2007. Terapis Individual; Teori dan Praktek. Bandung: Alfabeta
9. Sheafor, Bradford W. & Horejsi, Charles R. 2003. Techniques and Guidelines For Social Work Practice. Boston: Allyn and Bacon.
10. Turner, F.J. 1978. Psychosocial Therapy: A Social Work Perspective. New York: The Free Press
11. Wiryasaputra, S. Totok. Pelayanan Psikologis Paska Bencana Traumatik. Melalui <[http:// www.pondoktridharma.or.id](http://www.pondoktridharma.or.id). [241/01/ 03]

KARAKTERISTIK HUJAN PEMICU LONGSOR BERBASIS DATA TROPICAL RAINFALL MEASURING MISSIONS (TRMM) (Studi Kasus Kabupaten Cianjur dan Kabupaten Garut)

Oleh:

Heru Purwanto^{a,1,*}, Eko Kusratmoko^{a,2}, Sobirin^{a,3}

^aDepartemen Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Indonesia, Depok, 16424

*heru.purwanto19@gmail.com

Abstrak

Tulisan ini membahas peran penting hujan sebagai faktor pemicu terjadinya kejadian longsor. Kejadian longsor yang terjadi di Kabupaten Garut dan Cianjur untuk periode tahun 2009-2014 dijadikan sebagai sampel kasus dalam penelitian ini. Data curah hujan dari data satelit Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) pada periode yang sama, digunakan untuk mendapatkan karakteristik hujan pemicu longsor dan hujan sebelum kejadian, yang diukur dengan nilai Antecedent Precipitation Index (API). Nilai API menunjukkan kondisi kelembaban tanah pada saat terjadinya longsor. Semakin besar nilai API, maka kondisi tanah semakin lembab. Pendekatan empiris intensitas dan durasi hujan pada setiap kejadian longsor dilakukan untuk menentukan ambang hujan pemicu longsor mengikuti model kurva Intensitas-Durasi (Kurva ID) yang diperkenalkan Caine pada tahun 1980. Nilai dari ID-Threshold ini menunjukkan nilai curah hujan minimum yang diperlukan untuk terjadinya longsor. Hasil penelitian menunjukkan nilai ambang hujan untuk Cianjur mengikuti persamaan $I = 8.388 D - 0.337$, dan $I = 11.056 D - 0.6144$ untuk Garut. Berdasarkan model ambang hujan, Garut lebih berpotensi terjadi longsor daripada Cianjur. Model matematis Kurva Intensitas-Durasi (Kurva ID) ini dapat digunakan sebagai acuan pembuatan sistem peringatan dini kejadian longsor.

Kata kunci: Ambang hujan, Longsor, TRMM, Cianjur, Garut.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki curah hujan cukup tinggi, yakni berkisar 2000 mm/tahun. Dengan kondisi iklim dan geografis yang ada, Indonesia tergolong rentan terhadap bencana iklim, dan frekuensinya terus meningkat (Hasnawir, 2012). Salah satu bencana yang sering terjadi di Indonesia adalah bencana longsor. Sejak tahun 1998 sampai dengan tahun 2008, setidaknya tercatat 647 kejadian bencana dengan 85% dari bencana tersebut adalah bencana banjir dan longsor (Fadli, 2009).

Jawa Barat merupakan provinsi yang paling rawan longsor di Indonesia. Pada tahun 2003- 2005, Jawa Barat memiliki frekuensi kejadian tanah longsor paling sering diantara provinsi yang lain, dengan 77 kejadian longsor, dimana posisi kedua yaitu Jawa Timur hanya dengan 15 kejadian longsor (Hasnawir, 2012). Salah satu kabupaten yang sering terjadinya longsor adalah Kabupaten Cianjur dan Kabupaten Garut.

Tanah longsor akan berubah menjadi bencana ketika menimbulkan korban jiwa ataupun kerugian. Intensitas curah hujan dan juga kejadian gempa akan memicu terjadinya bencana longsor. Hujan menjadi faktor yang paling sering menyebabkan longsor di banyak daerah (Corominas *et al.*, 2003). Pengaruh curah hujan dengan kejadian longsor merupakan suatu fenomena yang jelas, meskipun terkadang sulit untuk dijelaskan secara tepat (Blong dan Dunkerley, 1976). Kesulitan ini dikarenakan curah hujan tidak mempengaruhi longsor secara langsung, namun mempengaruhi stabilitas lereng, yang kemudian akan memicu terjadinya longsor.

Identifikasi hubungan longsor terhadap curah hujan merupakan hal yang penting karena Indonesia memiliki curah hujan yang cukup tinggi serta kondisi fisik wilayah yang cukup rentan terhadap bencana longsor. Dengan mengidentifikasi hubungan keduanya, diperkirakan kejadian longsor dapat dilakukan.

Pengembangan uji statistik untuk melihat hubungan antara curah hujan dengan longsor telah cukup berkembang dan dapat dijadikan sebagai prediksi terjadinya longsor (Dhakal dan Slide, 2004).

Salah satu model yang diajukan adalah identifikasi batas ambang hujan terhadap longsor dangkal yang dilakukan oleh Caine, pada tahun 1980. Berikut adalah persamaan yang diperkenalkan oleh Caine:

$$I = 14.82 D^{-0.39} \quad (1)$$

dimana

I : intensitas hujan; D : durasi hujan

Persamaan (1) dapat digunakan untuk periode hujan yang berlangsung antara 10 menit dan 10 hari. Nilai dari ambang hujan berbeda untuk masing-masing wilayah. Hal ini bergantung pada kondisi geografis suatu wilayah seperti geologi, lereng, curah hujan, penggunaan lahan serta faktor fisik lainnya (Cruden dan Varnes, 1996).

Identifikasi ambang hujan memicu longsor telah dilakukan di banyak daerah dan dijadikan sebagai basis untuk sistem peringatan longsor. Data curah hujan *real time* yang dikomparasikan dengan ambang hujan dapat digunakan untuk sistem peringatan longsor, seperti yang beroperasi di Hongkong (Brand, 1995; Hansen, 1995). Dengan adanya sistem ini, dampak bencana longsor dapat diminimalisir, baik korban jiwa maupun kerugian materil.

Data curah hujan didapatkan dengan mengambil data pada stasiun observasi dan penginderaan jauh. Dewasa ini, perkembangan pemanfaatan data penginderaan jauh lebih berkembang dibandingkan dengan penggunaan data konvensional. Hal ini disebabkan pemakaian data penginderaan jauh lebih efisien dari segi waktu, biaya, kelengkapan data maupun kemudahan aksesnya. Beberapa data penginderaan jauh untuk curah hujan bisa diakses secara gratis. Salah satunya adalah data satelit TRMM yang bisa didapatkan dari NASA. Beberapa tahun terakhir, sering dilakukan perolehan data nilai hujan dengan menggunakan data satelit. Banyak metode telah diajukan untuk menghitung nilai hujan dari data satelit (Dingman, 2002). Diantaraya yang paling umum diperoleh dari seri *Geostationary Operational Environmental System* (GEOS) dan *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) (Kummerow *et al.*, 2000).

Dalam penelitian ini, data *real time* yang tersedia dari TRMM akan digunakan untuk menganalisis karakteristik ambang hujan pada wilayah Cianjur dan Garut, Jawa Barat. Karakteristik ambang hujan akan didapatkan dengan melihat hubungan karakteristik hujan, yaitu intensitas dan durasi dengan kejadian longsor dangkal yang terjadi di Kabupaten Garut dan Cianjur pada tahun 2011-2014. Dari kejadian tersebut, akan dilihat bagaimana perbedaan nilai ambang hujan berdasarkan karakteristik fisik geografis dari kedua wilayah penelitian masing-masing.

2. METODOLOGI

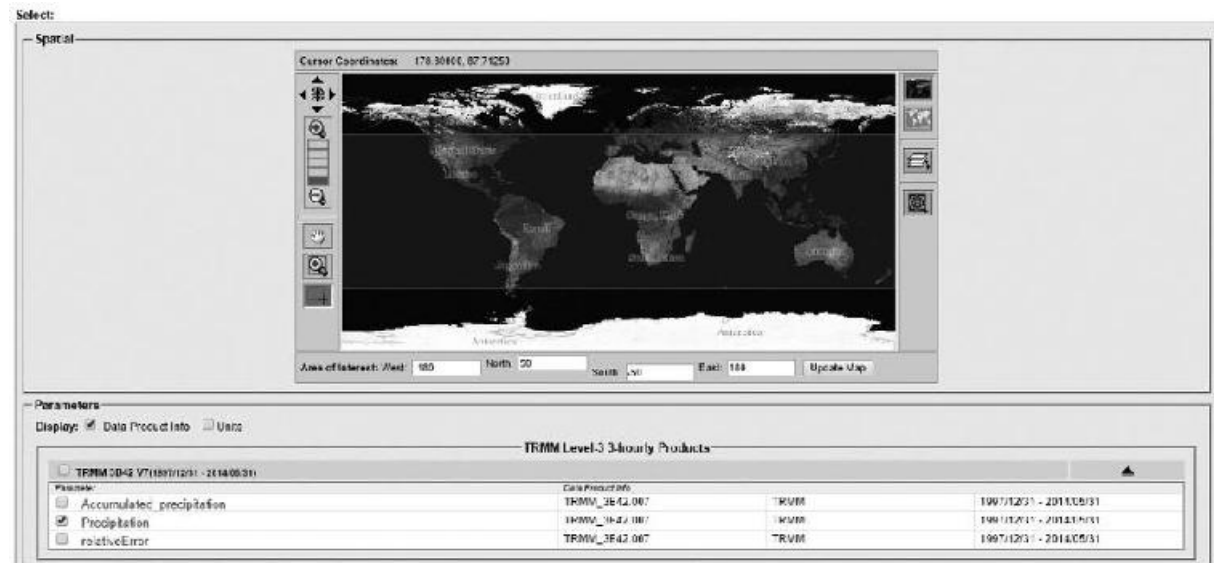
2.1. Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang didapatkan dari instansi-instansi, antara lain:

1. Kejadian longor di Kabupaten Garut dan Kabupaten Cianjur dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) dan Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi.
2. Data geologi, kontur dan Kabupaten Garut dan Kabupaten Cianjur dalam bentuk *.shp* dari Badan Informasi Geospasial (BIG).
3. Data penggunaan lahan didapatkan dari Badan Penggunaan Lahan (BPN).
4. Data Curah hujan dari data *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) yang didapatkan dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) dan dapat diunduh pada *website* NASA.

Kejadian longsor yang ada akan diidentifikasi berdasarkan waktu kejadian, lokasi, jumlah korban, dan kerugian dari terjadinya longsor. Data kejadian longsor ini akan dibuat menjadi data tabel berdasarkan waktu kejadian dan lokasi kejadian dengan menggunakan *software Microsoft Excel*. Data TRMM merupakan data curah hujan berbasis penginderaan jauh yang dapat diakses pada *website www.nasa.gov*. Data curah hujan yang tersedia bervariasi secara temporal mulai dari data bulanan, data harian serta data 3 jam-an. Sedangkan untuk area jangkauan, TRMM meliputi daerah antara 50⁰ LU - 50⁰ LS untuk setiap bujur. Untuk data hujan harian dan 3 jam-an (3B42 V7) data tersedia mulai dari 31 Desember 1997 sampai dengan sekarang. Data curah hujan diunduh pada *website* tersebut pada saat lokasi kejadian longsor. Data dapat

diunduh dengan memasukkan posisi geografis dan juga rentang waktu yang diinginkan, seperti yang terlihat pada Gambar 1. Format data yang diunduh pada website ini berupa data HDF file (.hdf) dan NC file (.nc).



Gambar 1. Tampilan Halaman Unduh Data TRMM 3B42 V7.
Sumber: Pengolahan Data, 2014.

2.2. Pengolahan Data

Untuk mengolah data yang didapatkan diolah dengan *software panopoly*, yaitu *software* untuk mengolah data curah hujan yang didapat baik dalam bentuk data statistik maupun dalam bentuk data spasial. Data curah hujan yang didapat akan dilihat jumlah intensitas curah hujan dan juga durasi curah hujan pada daerah lokasi longsor, saat kejadian longsor terjadi. Data curah hujan ini akan diolah lebih lanjut dengan *software Micorsoft Excel* dan juga *ArcGIS 10.1* untuk dianalisis secara spasial dan temporal.

Data ketinggian didapatkan dengan mengolah data kontur interval 12,5 m menjadi interval 100 m dengan bantuan perangkat lunak *ArcGIS 10.1*. Data kontur akan diklasifikasikan menjadi beberapa kelas yang sesuai dengan wilayah Kabupaten Cianjur dan Kabupaten Garut. Kemudian diperoleh data lereng dengan menggunakan *software ArcGIS 10.1* dengan menggunakan *Feature to Raster* dari *Conversion Tools* → *To Raster* → *Feature to Raster*. Data raster hasil pengolahan akan diolah menjadi lereng dengan metode *Slope* dari *Spatial Analysis Tools* → *Surface* → *Slope*. Data hasil pengolahan *Slope* akan di *Reclassify* untuk mengklafisikasikan nilai lereng yang sesuai. Untuk data klasifikasi lereng, akan diklasifikasikan sebagaimana dalam Tabel 1.

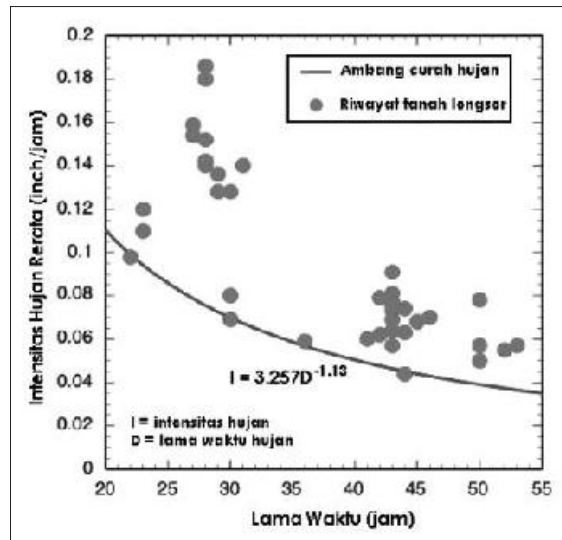
Tabel 1. Klasifikasi Kemiringan Lereng

Kemiringan Lereng (%)	Keterangan
0-2	Datar-Hampir Datar
2-6	Sangat Landai
6-13	Landai
13-25	Agak Curam
22-55	Curam
>55	Sangat Curam

Sumber: *United Stated Soil System Management (USSSM)*

2.3. Analisis Data

Dalam penelitian ini akan dilihat hubungan antara intensitas dengan lama waktu hujan. Model akan dituangkan menjadi suatu *I-D curve*. Kurva ini merupakan kurva batas bawah kejadian longsor pada saat hujan (Gambar 2).



Gambar 2. Ambang Intensitas Hujan dan Lama Waktu Untuk Jenis Longsoran Dangkal.
 Sumber: Chieboard et al., 2006.

Karena menggunakan metode empiris, maka persamaan yang digunakan akan bervariasi dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Tabel kurva ID dituliskan dengan bentuk persamaan umum yaitu:

$$I = c + \alpha \cdot D^\beta \quad (2)$$

dimana,
 I = intensitas hujan; D = lama waktu hujan,
 c, α dan β = parameter empiris.

Kemudian setelah didapatkan nilai *ID-Threshold*, akan dihitung nilai dari API untuk masing-masing kejadian longsor, nilai dari API ini menunjukkan tingkat kelembaban tanah pada saat terjadinya longsor. Semakin besar nilai API, maka kondisi tanah menjadi semakin lembab. Untuk mendapatkan nilai API, maka digunakan persamaan sebagai berikut:

$$API = \sum_{t=1}^i P_t K^t \quad (3)$$

dimana P_t = Intensitas pada hari tersebut, dan K adalah constant, biasanya besarnya 0,9. Maka, untuk analisis dalam penelitian ini, besaran nilai dari API didapatkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$API = [P_H K^0] + [P_{H-1} K^{-1}] + [P_{H-2} K^{-2}] + [P_{H-3} K^{-3}] + [P_{H-4} K^{-4}] + [P_{H-5} K^{-5}] \quad (4)$$

dimana
 P_H = Intensitas curah hujan pada kejadian longsor
 P_{H-1}, P_{H-2}, \dots = Intensitas curah hujan pada 1 hari sebelum kejadian longsor, dan seterusnya
 K = konstanta (0,9)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Persebaran Sampel Kejadian Longsor

Setidaknya terdapat 46 kejadian longsor pada wilayah penelitian pada tahun 2009 sampai dengan tahun 2014. Terdapat 14 kejadian longsor pada Kabupaten Cianjur, dan 32 kejadian longsor pada Kabupaten Garut pada periode waktu yang sama. Pada tahun 2014, terdapat kejadian longsor dengan frekuensi 11 kejadian. Tahun 2013 terdapat kejadian longsor dengan frekuensi paling tinggi, yaitu 20 kejadian, tahun 2009 dengan 4 kejadian, 2010 dengan 8 kejadian longsor dan tahun 2012 dengan 3 kejadian longsor.

Dari data persebaran longsor berdasarkan kemiringan lereng di kedua daerah penelitian, dapat dilihat bahwa terdapat persamaan pola kejadian longsor antara Kabupaten Cianjur dan Kabupaten Garut (Tabel 2). Pada Kabupaten Cianjur dan Kabupaten Garut, kejadian longsor paling dominan terjadi pada kelas lereng curam, yaitu dengan 25 kejadian (54.35%). Serta, tidak terdapat satupun kejadian longsor yang berada pada kelas lereng datar dan sangat landai.

Tabel 2. Jumlah Kejadian Longsor Berdasarkan Kemiringan Lereng Daerah Penelitian

Kemiringan Lereng	Frekuensi	Persentase (%)
Agak Curam	11	23.91
Curam	25	54.35
Sangat Curam	2	4.35
Landai	8	17.39
Jumlah	46	100

Sumber: Pengolahan data, 2014

Persebaran longsor berdasarkan penggunaan lahan untuk daerah penelitian tersebar pada 8 kelas penggunaan lahan (Tabel 3). Kejadian longsor pada daerah penelitian paling dominan terjadi pada kelas penggunaan lahan pertanian tanah kering semusim dengan 12 kejadian (26.09%), kemudian juga pada kelas penggunaan lahan kebun dengan 9 kejadian longsor (19.57%). Sedangkan kelas penggunaan lahan yang paling sedikit terjadi longsor adalah kelas penggunaan lahan padang, dengan hanya 1 kejadian longsor saja (2.17%).

Tabel 3. Jumlah Kejadian Longsor Berdasarkan Penggunaan Lahan Daerah Penelitian

Penggunaan Lahan	Frekuensi	Persentase (%)
Hutan	5	10.87
Tanah Terbuka	2	4.35
Pertanian Tanah Kering Semusim	12	26.09
Persawahan	4	8.70
Permukiman	7	15.22
Perkebunan	6	13.04
Padang	1	2.17
Kebun	9	19.57
Jumlah	46	100

Sumber: Pengolahan data, 2014

Persebaran longsor berdasarkan batuan induk pada kedua kabupaten didominasi oleh kejadian longsor pada kelas batuan induk tuf vulkan intermedier dengan 20 kejadian (43.48%), kemudian diikuti oleh kejadian longsor pada kelas batuan induk abu/pasir dan tuf vulkan intermedier sebanyak 8 kejadian (17.39%), dan kelas batuan induk batu pasir dan batu liat sebanyak 7 kejadian (15.22%). Data persebaran longsor dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Jumlah Kejadian Longsor Berdasarkan Batuan Induk Daerah Penelitian

Batuan	Frekuensi	%
Abu/Pasir dan Tuf Vulkan Intermedier	8	17.39
Abu/Pasir dan Tuf Vulkan Intermedier sampai Basis	4	8.70
Abu/Pasir, Tuf dan Batuan Vulkan Intermedier	4	8.70
Tuf Vulkan Intermedier	20	43.48
Endapan liat dan pasir	1	2.17
Batu pasir dan batu liat	7	15.22
Batu liat	1	2.17
Abu/pasir, tuf, dan volkan intermedier sampai basis	1	2.17
Jumlah	46	100

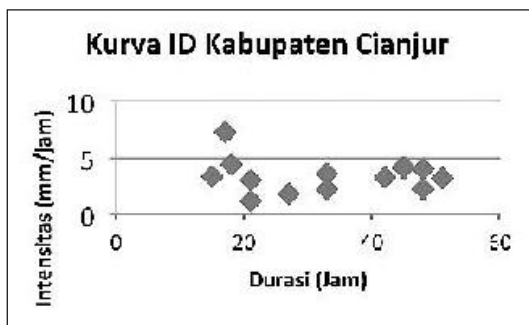
Sumber: Pengolahan data, 2014

3.2. Nilai API

Berdasarkan nilai API, API pada Kabupaten Cianjur berkisar antara 6.71 sampai 53.13 dari 14 kejadian longsor yang terjadi. Nilai rata-rata API untuk Kabupaten Cianjur adalah 29.416. Nilai API pada Kabupaten Garut berkisar antara 6.26 sampai dengan 61.64. Nilai rata-rata API untuk Kabupaten Garut adalah 27.928 dari 30 kejadian longsor. Dari nilai rata-rata API maupun nilai minimum API, terlihat bahwa pada Kabupaten Cianjur memiliki nilai kelembaban yang lebih tinggi daripada Kabupaten Garut. Hal ini menunjukkan bahwa dibutuhkan kondisi tanah yang lebih lembab pada Kabupaten Cianjur untuk terjadinya longsor dibandingkan dengan Kabupaten Garut. Sehingga berdasarkan nilai API ini, Garut lebih rentan terhadap longsor dibandingkan dengan Cianjur. Hal ini dapat dilihat dari jumlah kejadian longsor yang lebih banyak pada Kabupaten Garut dibandingkan dengan Kabupaten Cianjur.

3.3. Nilai ID-Threshold Kabupaten Cianjur

Perhitungan nilai *ID-Threshold* untuk kabupaten Cianjur berdasarkan data dapat dilihat dalam tabel 5. Hubungan intensitas dengan durasi di longsor dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan Intensitas Dengan Durasi Kabupaten Cianjur (Kurva ID).

Tabel 5. Intensitas-Durasi Kejadian Longsor Kabupaten Cianjur

No.	Durasi	I
1	33	3.618182
2	21	3.085714
3	51	3.258824
4	45	4.113333
5	42	3.342857
6	48	4.0875
7	45	4.266667
8	18	4.45
9	21	1.228571
10	33	2.318182
11	17	7.217647
12	27	1.877778
13	48*	2.2875*
14	15*	3.38*

Titik yang diambil sebagai titik minimum adalah kejadian titik nomor 13 dan 14 sebagaimana yang diberi tanda dalam tabel. Dari ketiga titik ini kemudian dicari persamaan garis minimum untuk kurva ID Kabupaten Cianjur. Maka didapatkan persamaan:

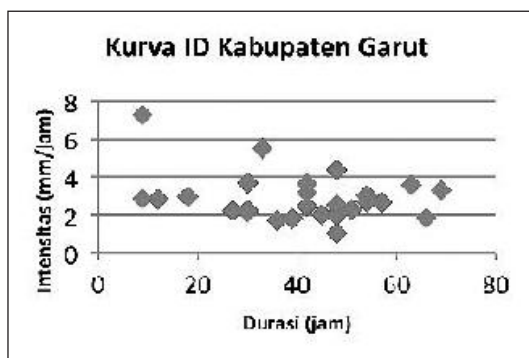
$$y = -0.3357x + 0.9237 \quad (5)$$

Maka, didapatkan $\alpha = 8.388$; $\beta = -0.337$. Serta persamaan Intensitas dan Durasi minimum untuk Kabupaten Cianjur berdasarkan data longsor yang ada adalah:

$$I = 8.388 D^{-0.337} \quad (6)$$

3.4. Nilai ID-Threshold Kabupaten Garut

Tabel 6 menunjukkan hasil perhitungan ID Threshold untuk Kabupaten Garut. Adapun kurva hubungan intensitas dengan durasi kejadian longsor terdapat dalam gambar 4.



Gambar 4. Hubungan Intensitas Dengan Durasi Kabupaten Garut.

Tabel 6. Intensitas-Durasi Kejadian Longsor Kabupaten Garut

No	Durasi	Intensitas
1	27	2.2
2	45	1.993333
3	63	3.566667
4	30	3.68
5	33	5.509091
6	48	4.36875
7	54	3.011111
8	12	2.825
9	48*	1.025*
10	66	1.818182
11	57	2.631579
12	42	2.435714
13	54	2.672222
14	48	1.98125
15	36	1.683333
16	42	3.142857
17	30	2.23
18	30	2.15
19	30	2.18
20	48	2.5625
21	9	7.266667
22	69	3.282609
23	42	3.642857
24	18	2.966667
25	39	1.792308
26	39	1.792308
27	51	2.288235
28	51	2.288235
29	9*	2.866667*

Titik yang diambil sebagai titik minimum adalah kejadian titik nomor 9 dan 29 sebagaimana yang diberi tanda dalam tabel. Dari kedua titik ini kemudian dicari persamaan garis minimum untuk kurva ID Kabupaten Garut. Maka didapatkan persamaan:

$$y = -0.6144x + 1.0436 \quad (7)$$

Maka, didapatkan $\alpha = 11.056$; $\beta = -0.6144$. Serta, persamaan Intensitas dan Durasi minimum untuk Kabupaten Cianjur berdasarkan data longsor yang ada adalah:

$$I = 11.056 D^{-0.6144} \quad (8)$$

3.5. Perbandingan *ID-Threshold* Kabupaten Cianjur dan Kabupaten Garut

Tabel 7 menunjukkan intensitas CH minimal yang dibutuhkan untuk masing-masing Kabupaten untuk terjadinya longsor. Kabupaten Cianjur membutuhkan 8.388 mm/jam untuk durasi 1 jam untuk terjadinya longsor, sedangkan Garut membutuhkan 11.056 mm/jam untuk durasi yang sama. Tetapi untuk jangka durasi hujan yang lebih lama, yaitu 4 jam Cianjur membutuhkan 5.257 mm/jam sedangkan Garut 4.717 mm/jam, dan durasi 8 jam yaitu 4.162 mm/jam untuk Cianjur dan 3.081 mm/jam untuk Garut. Dapat dikatakan secara umum, menurut ambang hujan pemicu longsor Kabupaten Garut lebih rentan terhadap longsor terutama untuk jenis hujan dengan durasi yang panjang.

Tabel 7. Perbandingan *ID-Threshold* Kabupaten Cianjur dan Kabupaten Garut

Kab.	Persamaan ID	D =1	D =4	D = 7
Cianjur	$I = 8.388 D^{-0.337}$ (mm/jam)	8.388	5.257	4.162
Garut	$I = 11.056 D^{-0.6144}$ (mm/jam)	11.056	4.717	3.081

4. KESIMPULAN

Ditinjau dari karakteristik fisik wilayah, kejadian longsor pada Kabupaten Cianjur dan Kabupaten Garut paling sering terjadi pada kelas kemiringan lereng curam, yaitu dengan 25 kejadian atau 54.35% dari seluruh kejadian longsor. Berdasarkan penggunaan lahan, kejadian longsor paling sering terjadi pada kelas penggunaan lahan pertanian tanah kering semusim dengan 12 kejadian (26.09%). Serta, berdasarkan batuan induk, kejadian longsor paling sering terjadi pada kelas batuan induk tuf volkan intermedier, dengan 20 kejadian atau 43.48% dari total kejadian longsor.

Berdasarkan hasil analisis *antecedent precipitation index* (API) minimum, Kabupaten Garut memiliki nilai rata-rata API yang lebih rendah dibandingkan Kabupaten Cianjur, hal ini menunjukkan Kabupaten Garut lebih rentan terhadap longsor, karena memiliki kelembaban tanah yang lebih rendah pada kejadian longsor. Hasil perhitungan *ID Curve*, didapatkan nilai persamaan ambang hujan minimum untuk Cianjur dan Garut. Untuk wilayah Cianjur, diperoleh persamaan $I = 8.388 D^{-0.337}$, sedangkan untuk Kabupaten Garut didapatkan persamaan $I = 11.056 D^{-0.6144}$. Berdasarkan nilai indeks *ID Threshold*, Kabupaten Cianjur lebih rentan terhadap longsor.

UCAPAN TERIMAKASIH

Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT yang telah memberikan saya rahmat, ilmu dan kekuatan untuk menyelesaikan penelitian ini. Terima kasih saya ucapkan kepada pembimbing I dan pembimbing II saya bapak Eko dan bapak Sobirin yang telah membimbing dan membantu saya dalam penelitian ini. Kemudian juga kepada orang tua saya yang telah memberikan dukungan sepanjang hidup saya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Blong, R.J. and Dunkerley, D.L., 1976. Landslides in the Razorback area, New South Wales, Australia, *Geogr. Ann* 58A, 139–149.
2. Brand E.W., 1995. Landslide risk assessment in Hong Kong. *Proc. 5th Int. Symp. on Landslides*, Lausanne, 2, 1059-1074.
3. Caine, N., 1980. The rainfall intensity-duration control of shallow landslides and debris flows. *Geogr Ann A* 62, 23–27.
4. Campbell, R.H., 1975. Soil slips, debris flows, and rainstorms in the Santa Monica Mountains and vicinity, Southern California. In: *US Geological Survey Professional Paper 851*. Washington DC: U.S. Government Printing Office, 51 pp.
5. Cannon, S.H., Gartner, J.E., 2005. Wildfire-related debris flow from a hazards perspective. In: *Debris flow Hazards and Related Phenomena* (Jakob M, Hungr O, eds). Springer Berlin Heidelberg, 363–385
6. Corominas, J., Moya, J., Hürlimann, M., 2003. Landslide rainfall triggers in the spanish eastern pyrenees. In *4th EGS Plinius*. Malorca, Spain: Universitat de les Illes Balears.
7. Crozier, M.J., 1986. *Landslides: causes, consequences and environment*. London: Croom Helm, 252 pp.
8. Crozier, M.J., 1999. Prediction of rainfall-triggered landslides: a test of the antecedent water status model. *Earth Surf Proc Land* 24, 825–833.
9. Crozier, M.J., Eyles, R.J., 1980. Assessing the probability of rapid mass movement. In: *Proceedings of 3rd Australia-New Zealand Conference on Geomechanics* (Technical Groups, eds). Wellington: New Zealand Institution of Engineers 6, 247–251.
10. Cruden, D.M., Varnes, D.J., 1996. *Landslides Types and Processes*. In: Turner A.K. & Schuster R.L. (Eds.) *Landslides: Investigation and Mitigation*. Transportation Research Board Special Report 247. National Academy Press, WA, 36-75.
11. Dhakal, A.S., Sidle, R.C., 2004. Distributed simulations of landslides for different rainfall conditions. *Hydrological Processes* 18, 757–776.
12. Dingman, S.L., 2002, *Physical hydrology*, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
13. Hasnawir, 2012. Rainfall intensity induced shallow landslides in South Sulawesi (Vol. 1, pp. 62–73). Makassar.
14. Kummerow, C., Barnes, W., Kozu, T., Shiue, J., Simpson, J., 1998. *The Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) Sensor Package*. Greenbelt: NASA Goddard Space Flight Center.
15. Munir, M., 2006. *Geologi lingkungan*. Bayumedia. Malang.
16. Suripin, 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. ANDI, Yogyakarta.
17. Wieczorek, G.F., 1996. Landslide triggering mechanisms. In: *Landslides: Investigation and Mitigation* (Turner AK, Schuster RL, eds). Washington DC: Transportation Research Board, National Research Council, Special Report, 76–90.
18. Wieczorek, G.F., Glade, T., 2005. Climatic factors influencing occurrence of debris flows. In: *Debris flow Hazards and Related Phenomena* (Jakob M, Hungr O, eds). Springer Berlin Heidelberg, 325–362.
19. Wieczorek, G.F., Guzzetti, F., 2006. A review of rainfall thresholds for triggering landslides. Reston, VA.

ANALISIS SPATIO TEMPORAL PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN UNTUK MENDUKUNG PENILAIAN KETERPAPARAN LONGSOR DI SEBAGIAN WILAYAH KABUPATEN CIANJUR, JAWA BARAT

Oleh:

Anung Kurniawan^a, Sudibyakto^b, B.G.C.M (Bart) Krol^c

^aDirektorat Bina Perbenihan Tanaman Hutan, Ditjen BPDASPS, Kementerian Kehutanan, Gd. Manggala Wanabakti Blok I Lt. 13 Jl. Gatot Subroto Senayan Jakarta

^bFakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Sekip Utara Jl Kaliurang, Bulaksumur, Yogyakarta

^cFaculty of Geo-information Science and Earth Observation, University of Twente,

PO Box 217 7500 AE Enschede The Netherlands

*e-mail: anungkurniawan@yahoo.com

Abstrak

Kecamatan Cipanas dan Pacet terletak di daerah rawan longsor dengan fenomena penggunaan lahan yang dinamis. Analisis perubahan penggunaan lahan diperlukan di kecamatan tersebut untuk menilai pola dan faktor-faktor pendorong yang menyebabkan perubahan. Hasil analisis tersebut dapat digunakan pula sebagai masukan pemodelan perubahan penggunaan lahan untuk memprediksi penggunaan lahan di masa depan dalam rangka mendukung penilaian paparan longsor. Tujuan penelitian ini adalah untuk menilai dinamika (spatio temporal) paparan longsor dengan mengintegrasikan pemodelan perubahan penggunaan lahan menggunakan CLUE-S dan penilaian keterpaparan longsor. Informasi penggunaan lahan diperoleh dari interpretasi citra Landsat tahun 1999, 2005 dan 2013. Penggunaan lahan di Kecamatan Cipanas dan Pacet didominasi oleh hutan, lahan kering serta pemukiman dan infrastruktur. Pemodelan perubahan penggunaan lahan digunakan untuk memprediksi penggunaan lahan di masa depan berdasarkan kerangka pemodelan CLUE-S. Secara keseluruhan akurasi yang diperoleh dari model penggunaan lahan adalah 83,13% dengan nilai Kappa 0.78. Prediksi penggunaan lahan di masa yang akan datang dilakukan dengan mempertimbangkan tiga skenario: skenario dasar (tidak ada pembatasan), skenario 1 (pembatasan dalam kawasan konservasi) dan skenario 3 (pembatasan di kawasan konservasi dan daerah rawan longsor). Penilaian keterpaparan longsor dilakukan dengan menggabungkan peta aset tertimbang dan peta kerawanan longsor. Hasil penilaian keterpaparan longsor menunjukkan bahwa daerah dengan paparan longsor tinggi dan menengah mengikuti pola penggunaan lahan pemukiman dan infrastruktur. Penilaian keterpaparan longsor di masa depan dengan mempertimbangkan skenario dasar mengakibatkan penambahan luas kawasan paparan longsor yang tinggi pada tahun 2031. Di sisi lain, dengan menerapkan pembatasan dalam skenario 1 dan 2, paparan longsor yang tinggi dapat dikurangi.

Kata kunci: Penggunaan lahan, pemodelan, CLUE-S, keterpaparan longsor.

1. PENDAHULUAN

Menurut Bappeda Cianjur (2012) dan BPBD Cianjur (2012), hampir seluruh kecamatan di Kabupaten Cianjur memiliki daerah rawan longsor. Dua kecamatan di bagian utara Kabupaten Cianjur yang memiliki banyak kejadian tanah longsor adalah Kecamatan Cipanas dan Pacet. Kedua kecamatan tersebut merupakan pusat kegiatan pertanian, kawasan wisata yang terkenal dan memiliki jumlah penduduk yang cukup besar di Kabupaten Cianjur. Sebagai akibatnya kegiatan pembangunan di wilayah ini telah memanfaatkan daerah-daerah dengan lereng curam yang rentan terhadap terjadinya longsor karena sumber daya lahan yang terbatas (Bappeda Cianjur, 2012).

Pada daerah rawan longsor, perubahan penggunaan lahan dapat meningkatkan *eksposure* (tingkat keterpaparan) suatu wilayah terhadap dampak kejadian tanah longsor. Untuk mengurangi dampak tersebut dapat dilakukan melalui penerapan strategi pada kegiatan perencanaan (Dai et al., 2002). Salah satunya

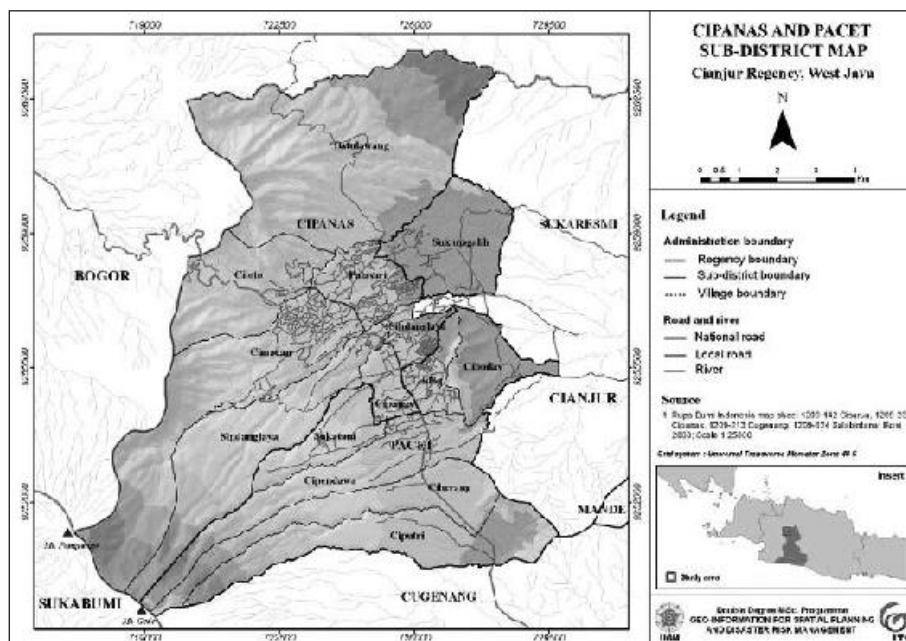
melalui perencanaan tata ruang, misalnya dengan menerapkan pembatasan pembangunan di daerah rawan longsor. Pada kenyataannya, untuk mengetahui hasil atau efek penerapan kebijakan tersebut memerlukan waktu yang cukup lama. Oleh karena itu model perubahan penggunaan lahan dapat diterapkan untuk mengetahui hasil atau efek penerapan kebijakan untuk pengelolaan penggunaan lahan di daerah rawan longsor.

Tujuan umum penelitian ini adalah untuk menilai dinamika *spatio temporal* paparan longsor dengan mengintegrasikan pemodelan perubahan penggunaan lahan menggunakan CLUE-S (*Conversion of Land Use and its Effects at Small regional extent*) dan penilaian tingkat keterpaparan longsor dengan studi kasus di Kecamatan Cipanas dan Pacet, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat. Selanjutnya tujuan khusus dalam penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi perubahan penggunaan lahan di daerah penelitian dalam kurun waktu 1999 - 2013, memprediksi penggunaan lahan masa depan berdasarkan kerangka pemodelan CLUE-S, dan menilai perubahan tingkat keterpaparan longsor yang disebabkan oleh perubahan penggunaan lahan di daerah penelitian.

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi

Penelitian ini dilaksanakan Kecamatan Cipanas dan Pacet, Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat. Secara geografis, wilayah ini terletak antara 106° 57' 54» - 107° 04' 43» BT dan 6° 39' 23» - 6° 47' 23» LS dengan luas 10.873,8 Ha. Secara administratif, baik Cipanas dan Pacet Kecamatan terdiri dari 7 desa. Kecamatan Cipanas terdiri dari Desa Cipanas, Sindanglaya, Palasari, Cimacan, Ciloto, Batulawang, dan Sindangjaya. Kecamatan Pacet terdiri dari Desa Ciputri, Ciherang, Cipendawa, Cibodas, Gadog, Sukatani dan Sukanagalih. Gambar 1 menunjukkan peta wilayah studi.



Gambar 1. Peta Wilayah Studi

2.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: citra Landsat 8 OLI liputan tanggal 25 Agustus 2013, citra Landsat 5 TM liputan tanggal 2 Juli 2005, citra Landsat 5 TM liputan tanggal 19 Agustus 1999, Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) skala 1 : 25.000 dari Bakosurtanal (BIG), Peta Geologi skala 1 : 100.000 dari Badan Geologi, Peta Tanah skala 1 : 250.000 dari Puslittanak (BBSDL), Peta Kerawanan Longsor skala 1 : 25.000 dari Dinas PSDA Kabupaten Cianjur, Peta Kawasan Hutan skala 1 : 100.000 dari Kementerian

Kehutanan, Dokumen dan Peta RTRW (Rencana Tata Ruang Wilayah) Kabupaten Cianjur tahun 2011 - 2013 dari Bappeda Kabupaten Cianjur, data sekunder kejadian longsor, dan data kependudukan dari BPS Kabupaten Cianjur.

Peralatan yang digunakan untuk mendukung penelitian berupa GPS, *tallysheet* pengukuran lapangan, dan kamera. *Software* untuk pengolahan data yang digunakan antara lain: ENVI, ArcGIS, SPSS, dan CLUE-S.

2.3. Analisis Penggunaan Lahan

Informasi penggunaan lahan diperoleh dari hasil interpretasi citra satelit Landsat. Interpretasi citra Landsat dilakukan dengan klasifikasi terbimbing menggunakan metode *maximum likelihood*. Sistem klasifikasi penggunaan lahan yang digunakan merupakan modifikasi dari sistem klasifikasi penggunaan lahan Bakosurtanal (BIG). Pada tahapan ini dilakukan deteksi perubahan penggunaan lahan menggunakan metode *post classification comparison* untuk mengetahui perubahan penggunaan lahan yang terjadi selama periode 1999 - 2013.

2.4. Modeling Perubahan Penggunaan Lahan

Tahapan modeling perubahan penggunaan lahan bertujuan untuk memprediksi model penggunaan lahan pada tahun 2031. Tahun 2031 dipilih berdasarkan masa berlaku RTRW Kabupaten Cianjur yang berakhir pada tahun 2031. Prediksi penggunaan lahan dilakukan dengan menggunakan kerangka pemodelan CLUE-S. CLUE-S dibangun berdasarkan hubungan empiris antara penggunaan lahan dan faktor-faktor pendorongnya yang dikombinasikan dengan *modeling* dinamik (Verburg *et al.*, 2002).

Input model CLUE-S berasal dari analisis karakteristik lokasi (*location characteristic*), pengaturan konversi jenis penggunaan lahan (*land use type specific conversion setting*), kebijakan dan pembatasan spasial (*spatial policies and restrictions*), dan kebutuhan penggunaan lahan (*land use requirement/demand*), (Verburg, 2010). Pemodelan penggunaan lahan pada CLUE-S dilakukan menggunakan data berbasis raster, pada penelitian ini ukuran raster yang digunakan adalah 30 x 30 m sesuai dengan resolusi data penggunaan lahan yang diperoleh dari citra Landsat.

Karakteristik lokasi menunjukkan serangkaian faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan (*driving factor*) dan dapat menjadi faktor sosial ekonomi serta faktor biofisik. Faktor-faktor tersebut digunakan dalam analisis statistik menggunakan regresi logistik binomial dan model CLUE-S (Verburg *et al.*, 2002; Verburg *et al.*, 2007; Priyanto, 2010).

Pengaturan konversi jenis penggunaan lahan menentukan dinamika *temporal* simulasi model. CLUE-S menggunakan dua parameter dalam analisis ini, yaitu: elastisitas konversi (*conversion elasticities*) dan transisi penggunaan lahan (*land use transition sequences*) (Verburg, 2010). Elastisitas konversi menunjukkan elastisitas suatu jenis penggunaan lahan untuk berubah dengan rentang nilai antara 0 (mudah berubah) untuk 1 (sulit berubah). Parameter transisi penggunaan lahan berupa matriks konversi yang menunjukkan suatu jenis penggunaan lahan boleh berubah (1) atau tidak (0) menjadi penggunaan lahan lainnya.

Kebijakan dan pembatasan spasial menunjukkan daerah di mana perubahan penggunaan lahan tidak boleh terjadi. Pembatasan konversi pada jenis penggunaan lahan tertentu dapat dilakukan melalui matriks konversi atau berupa peta pembatasan (Verburg *et al.*, 2002; Verburg, 2010). Kebijakan dan pembatasan spasial dalam penelitian ini digunakan sebagai dasar untuk penerapan skenario pada model perubahan penggunaan lahan.

Analisis kebutuhan penggunaan lahan membatasi simulasi model dengan menentukan perubahan total luas penggunaan lahan. Menurut Verburg (2010), metode yang umum digunakan untuk menghitung kebutuhan penggunaan lahan adalah dengan teknik ekstrapolasi berdasarkan laju perubahan penggunaan lahan.

2.5. Penilaian tingkat keterpaparan longsor

Penilaian tingkat keterpaparan longsor didahului dengan tahapan inventarisasi kejadian longsor. Informasi kejadian longsor diperoleh dari data sekunder yang berasal dari pemerintah daerah, koran, internet, penelitian sebelumnya, dan sumber lainnya. Data tersebut digunakan untuk proses validasi peta kerawanan longsor yang berasal dari Dinas PSDA Kabupaten Cianjur.

Tahapan selanjutnya adalah membuat peta aset tertimbang. Peta aset tertimbang menunjukkan tingkat kepentingan relatif suatu aset (Pellicani *et al.*, 2013). Dalam hal ini, aset merupakan elemen beresiko (*element at risk*) berupa orang, properti, kegiatan ekonomi, layanan masyarakat, atau nilai-nilai pasti lainnya yang terletak pada daerah rawan bencana. Aset yang dianalisis dalam tahapan ini berupa aset sosial dan

aset fisik, mengingat keterbatasan data dan untuk prediksi di masa depan. Kepadatan penduduk digunakan sebagai faktor untuk aset sosial, sedangkan penggunaan lahan digunakan sebagai faktor untuk aset fisik.

Bobot aset dan faktornya ditentukan berdasarkan pendapat ahli menggunakan teknik *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Pendapat para ahli diperoleh melalui wawancara dengan menggunakan kuesioner. Dalam penelitian ini, para ahli dipilih secara *purposive* dengan mempertimbangkan keahlian mereka dalam bidang manajemen bencana dan pengambilan keputusan terkait dengan perencanaan tata ruang.

Peta aset tertimbang dibuat berdasarkan peta penggunaan lahan dan peta kepadatan penduduk. Kedua peta tersebut disusun berdasarkan data pada tahun 2013 dan data prediksi untuk tahun 2031. Untuk menghasilkan peta aset tertimbang tahun 2013, peta penggunaan lahan diperoleh dari hasil interpretasi penggunaan lahan dan data penduduk yang diperoleh dari BPS Kabupaten Cianjur. Sedangkan, peta aset tertimbang tahun 2031 dibuat berdasarkan data hasil prediksi penggunaan lahan berbasis skenario dan data proyeksi penduduk berdasarkan data statistik kependudukan dari BPS Cianjur.

Penilaian tingkat keterpaparan longsor dilakukan secara kualitatif dengan mengoverlay peta kerawanan longsor dan peta aset tertimbang. Hasil *overlay* tersebut digunakan untuk mengetahui perubahan tingkat keterpaparan longsor pada tahun 2013 dan 2031. Proses *overlay* juga dilakukan pada peta penggunaan lahan dengan peta RTRW Kabupaten Cianjur untuk mengetahui kesesuaian dengan rencana tata ruang pada wilayah ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis penggunaan lahan

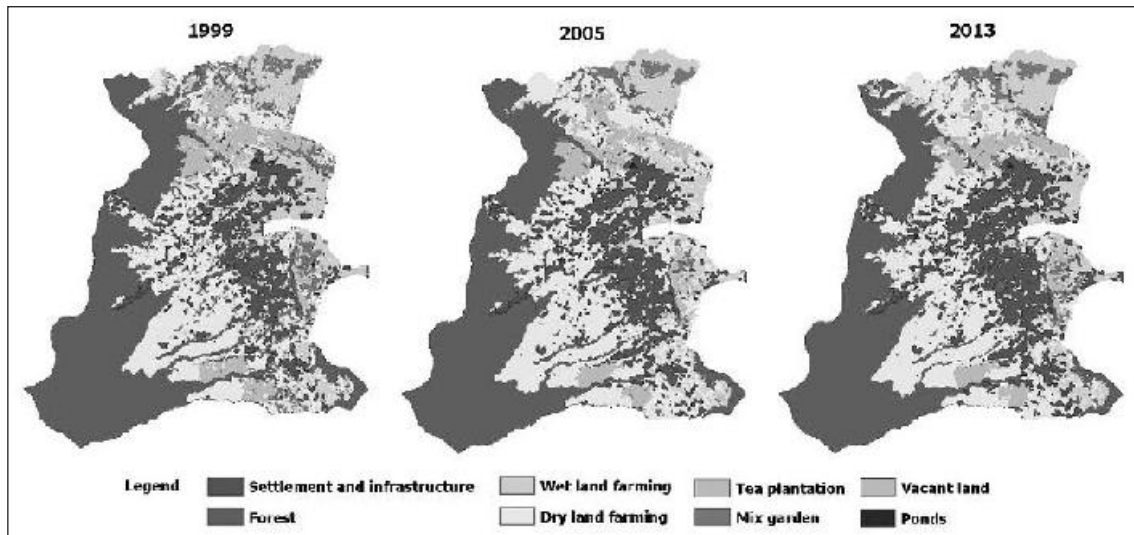
Berdasarkan hasil klasifikasi penggunaan lahan pada citra satelit Landsat terdapat enam jenis penggunaan lahan di daerah penelitian, yaitu: permukiman dan infrastruktur, hutan, pertanian lahan basah, pertanian lahan kering, kebun teh, kebun campuran, lahan kosong dan tubuh air. Penggunaan lahan di Kecamatan Cipanas dan Pacet didominasi oleh hutan, pertanian lahan kering serta permukiman dan infrastruktur. Hutan memiliki proporsi tertinggi penggunaan lahan di daerah penelitian, itu adalah antara 30 - 35%. Tabel 1 dan Gambar 2 menunjukkan hasil klasifikasi penggunaan lahan pada citra satelit Landsat tahun 1999, 2005 dan 2013.

Tabel 1. Penggunaan Lahan di Kecamatan Cipanas dan Pacet Tahun 1999, 2005 dan 2013

No.	Tipe Penggunaan Lahan	1999		2005		2013	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%
1.	Permukiman dan infrastruktur	1419.84	13.06	1774.26	16.32	2023.11	18.61
2.	Hutan	3812.49	35.06	3597.66	33.09	3357.90	30.88
3.	Pertanian lahan basah	1149.48	10.57	990.45	9.11	1092.33	10.05
4.	Pertanian lahan kering	2844.81	26.16	3462.21	31.84	3200.94	29.44
5.	Kebun teh	647.91	5.96	580.23	5.34	465.12	4.28
6.	Kebun campuran	788.76	7.25	331.65	3.05	469.98	4.32
7.	Lahan kosong	197.64	1.82	123.75	1.14	250.83	2.31
8.	Tubuh air	12.87	0.12	13.59	0.12	13.59	0.12
	Total	10873.80	100.00	10873.80	100.00	10873.80	100.00

Akurasi hasil klasifikasi dihitung berdasarkan nilai *overall accuracy* dan nilai statistik Kappa. Nilai *overall accuracy* klasifikasi penggunaan lahan pada citra Landsat 5 tahun 2005 adalah 85.71%, sedangkan nilai statistik Kappa untuk hasil klasifikasi ini adalah 0.82. Nilai *overall accuracy* klasifikasi penggunaan lahan pada citra Landsat 8 tahun 2013 adalah 90% dengan nilai statistik Kappa sebesar 0.88. Nilai *overall accuracy* klasifikasi penggunaan lahan tahun 2005 dan 2013 telah memenuhi kriteria minimum nilai akurasi penginderaan jauh menurut Anderson *et al.* (1976) sebesar 85%. Nilai Kappa statistik yang dihasilkan pada kedua proses klasifikasi tersebut adalah > 0.8, nilai ini diklasifikasikan sebagai cocok (*fit*) menurut Landis dan Koch (1977) dikutip dalam Priyanto (2010).

Hasil deteksi perubahan penggunaan lahan menunjukkan bahwa jenis penggunaan lahan berupa permukiman dan infrastruktur, pertanian lahan kering dan lahan kosong memiliki tren peningkatan. Sedangkan, penggunaan lahan berupa hutan, pertanian lahan basah, kebun teh, dan kebun campuran memiliki tren penurunan.



Gambar 2. Penggunaan Lahan Tahun 1999, 2005 dan 2013

3.2. Modeling Perubahan Penggunaan Lahan

a. Karakteristik Lokasi

Hasil identifikasi faktor pendorong perubahan penggunaan lahan di Kecamatan Cipanas dan Pacet antara lain: kepadatan penduduk, jarak ke jalan, jarak ke sungai, jarak ke kota terdekat, jarak ke pusat desa, jarak ke areal terbangun *existing*, jarak ke daerah pertanian *existing*, jarak ke lokasi wisata (faktor sosial ekonomi) dan ketinggian tempat, kemiringan lahan, litologi, jenis tanah (faktor biofisik).

Analisis karakteristik lokasi menggunakan regresi logistik binomial menghasilkan faktor-faktor pendorong perubahan untuk tiap jenis penggunaan lahan. Menurut Priyanto (2010) pengaruh masing-masing faktor pendorong ditunjukkan oleh koefisien β yang dihasilkan pada regresi logistik (Tabel 2). Koefisien tersebut digunakan untuk membuat peta probabilitas tiap jenis penggunaan lahan pada model CLUE-S.

Tabel 2. Koefisien β Hasil Regresi Logistik

Faktor Pendorong	Jenis Penggunaan Lahan						
	Permukiman dan Infrastruktur	Hutan	Pertanian Lahan Basah	Pertanian Lahan Kering	Kebun Teh	Kebun Campuran	Lahan Kosong
Kepadatan penduduk	0.442		0.460	0.092	-1.961		
Ketinggian tempat	0.123	0.434	-1.400	0.212		-0.564	-0.417
Kemiringan	-0.421	0.741	-0.223	-0.060		0.637	0.531
Jarak ke jalan	-0.212	0.226		-0.134	-0.127	0.132	
Jarak ke sungai	0.126	-0.463	-0.215	-0.129	0.460	0.226	0.188
Jarak ke kota	-0.011	-0.012	-0.028	0.010	-0.124		-0.021
Jarak ke desa		0.035				0.032	0.261
Jarak ke area terbangun	-16.854	-0.101			0.138	-0.075	0.143
Jarak ke area pertanian	1.297	2.160	-16.331	-16.754	-15.314	-15.839	-1.174
Jarak ke lokasi wisata	-0.210		-0.022	0.029	-0.034	0.022	-0.107
Litologi							
Tuff_sand			-0.393			-1.189	
Claystone		-17.106	1.528	-4.333		0.810	-2.527
Sandstone			2.565	-2.119	6.670		-1.999
Brec_basalt		0.648	0.763	0.558	3.802		
And_breccia	-1.287	1.152			-4.382		2.633
And_tuff	0.488	0.976	0.377	-0.647	8.649		1.207

Basalt		1.485				0.690	
Lahar_lava							
Lava							
Jenis tanah							
Dystrudept		0.275		-0.575			
Eutrudept			-2.140			-1.448	-2.355
Hapludands	-0.500		-0.867		5.132	0.522	
Constant	17.007	-9.219	28.293	15.189	19.531	16.822	2.589
ROC	0.940	0.973	0.947	0.849	0.955	0.923	0.933

b. Pengaturan Konversi Jenis Penggunaan Lahan

Nilai elastisitas konversi yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan pada penelitian sebelumnya (Kurniawan, 2013; Priyanto, 2010; Warlina, 2009) sebagai referensi dan hasil dari observasi lapangan. Nilai elastisitas konversi untuk tiap jenis penggunaan lahan adalah: permukiman dan infrastruktur (1), hutan (0,9), pertanian lahan basah (0,5), pertanian lahan kering (0,5), kebun teh (0,9), kebun campuran (0,5), lahan kosong (0,5) dan tubuh air (1). Matriks konversi yang menunjukkan parameter transisi penggunaan lahan dapat dilihat pada Tabel 3. Matriks ini diperoleh dari hasil analisis perubahan penggunaan lahan pada tahapan sebelumnya.

Tabel 3. Matriks Konversi Tiap Jenis Penggunaan Lahan

Sekarang	Masa depan							
	Permukiman dan Infrastruktur	Hutan	Pertanian Lahan Basah	Pertanian Lahan Kering	Kebun Teh	Kebun Campuran	Lahan Kosong	Tubuh Air
Permukiman dan infrastruktur	1	0	0	0	0	0	0	0
Hutan	1	1	1	1	1	1	1	0
Pertanian lahan basah	1	0	1	1	1	1	1	0
Pertanian lahan kering	1	0	1	1	1	1	1	0
Kebun teh	1	0	1	1	1	1	1	0
Kebun campuran	1	0	1	1	1	1	1	0
Lahan kosong	1	0	1	1	1	1	1	0
Tubuh air	0	0	0	0	0	0	0	1

c. Kebijakan dan pembatasan spasial

Menurut Peraturan Presiden Nomor 54 Tahun 2008 dan Bappeda Cianjur (2012), Kecamatan Cipanas dan Pacet terletak pada Kawasan Strategis Nasional Jabodetabekjur yang memiliki fokus pengembangan pada bidang perlindungan dan revitalisasi kawasan konservasi. Oleh karena itu, dalam pelaksanaan pemodelan terdapat pembatasan konversi hutan terutama yang berlokasi di taman nasional dan hutan lindung di mana hutan tidak diperbolehkan untuk dikonversi menjadi jenis penggunaan lahan lain. Pembatasan konversi penggunaan lahan juga dilakukan pada daerah rawan longsor sesuai dengan RTRW Kabupaten Cianjur. Pada pelaksanaan pemodelan, terdapat pembatasan pembangunan permukiman dan infrastruktur baru pada daerah rawan longsor kelas sedang dan tinggi.

Kebijakan dan pembatasan spasial digunakan sebagai dasar penyusunan skenario pada pemodelan CLUE-S. Terdapat tiga skenario yang diterapkan pada model yaitu skenario dasar (*baseline scenario*), skenario 1 (pembatasan pada area konservasi) dan skenario 2 (pembatasan pada daerah rawan longsor). Skenario dasar mengasumsikan bahwa laju perubahan penggunaan lahan adalah sama dengan laju perubahan pada periode 2005 - 2013. Pada skenario 1 terdapat pembatasan dimana hutan pada taman nasional dan hutan lindung tidak boleh dikonversi menjadi jenis penggunaan lahan lain. Pada skenario 2 terdapat pembatasan dimana tidak boleh ada pembangunan permukiman dan infrastruktur baru pada daerah rawan longsor. Skenario 2 juga menggunakan pembatasan konversi hutan pada skenario 1.

d. Kebutuhan Penggunaan Lahan

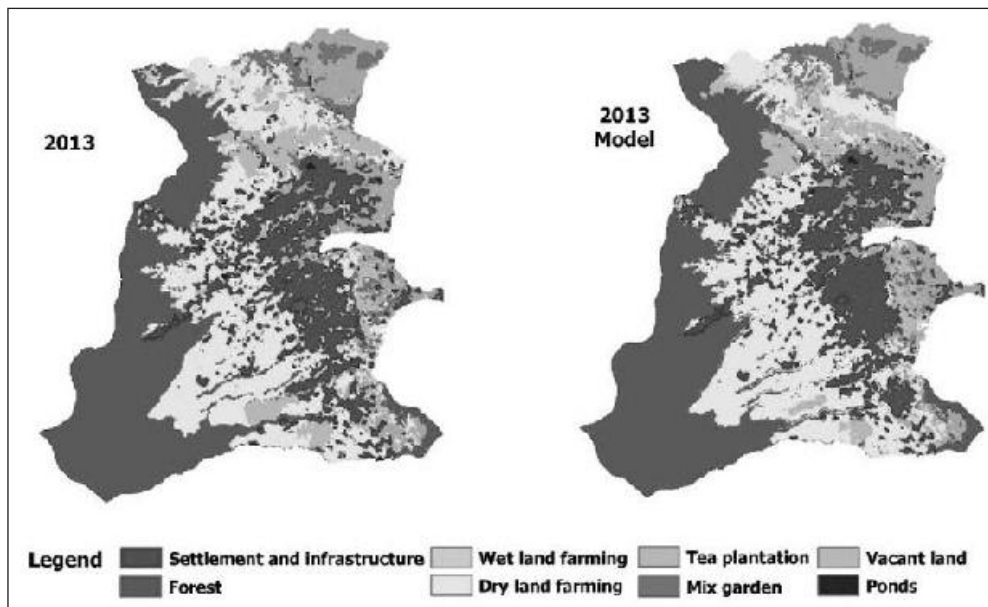
Kebutuhan penggunaan lahan dihitung menggunakan metode extrapolasi berdasarkan hasil analisis deteksi perubahan penggunaan lahan. Tabel 4 menunjukkan kebutuhan penggunaan lahan untuk simulasi awal (2005 - 2013).

Tabel 4. Kebutuhan Penggunaan Lahan Untuk Simulasi Model Awal

Tahun	Jenis Penggunaan Lahan								Total
	Permukiman dan Infrastruktur	Hutan	Pertanian Lahan Basah	Pertanian Lahan Kering	Kebun Teh	Kebun Campuran	Lahan Kosong	Tubuh Air	
2005	1774.26	3597.66	990.45	3462.21	580.23	331.65	123.75	13.59	10873.80
2006	1805.37	3567.69	1003.19	3429.55	565.84	348.94	139.64	13.59	10873.80
2007	1836.47	3537.72	1015.92	3396.89	551.45	366.23	155.52	13.59	10873.80
2008	1867.58	3507.75	1028.66	3364.23	537.06	383.52	171.41	13.59	10873.80
2009	1898.69	3477.78	1041.39	3331.58	522.68	400.82	187.29	13.59	10873.80
2010	1929.79	3447.81	1054.13	3298.92	508.29	418.11	203.18	13.59	10873.80
2011	1960.90	3417.84	1066.86	3266.26	493.90	435.40	219.06	13.59	10873.80
2012	1992.00	3387.87	1079.60	3233.60	479.51	452.69	234.95	13.59	10873.80
2013	2023.11	3357.90	1092.33	3200.94	465.12	469.98	250.83	13.59	10873.80

e. Pelaksanaan Pemodelan Perubahan Penggunaan Lahan

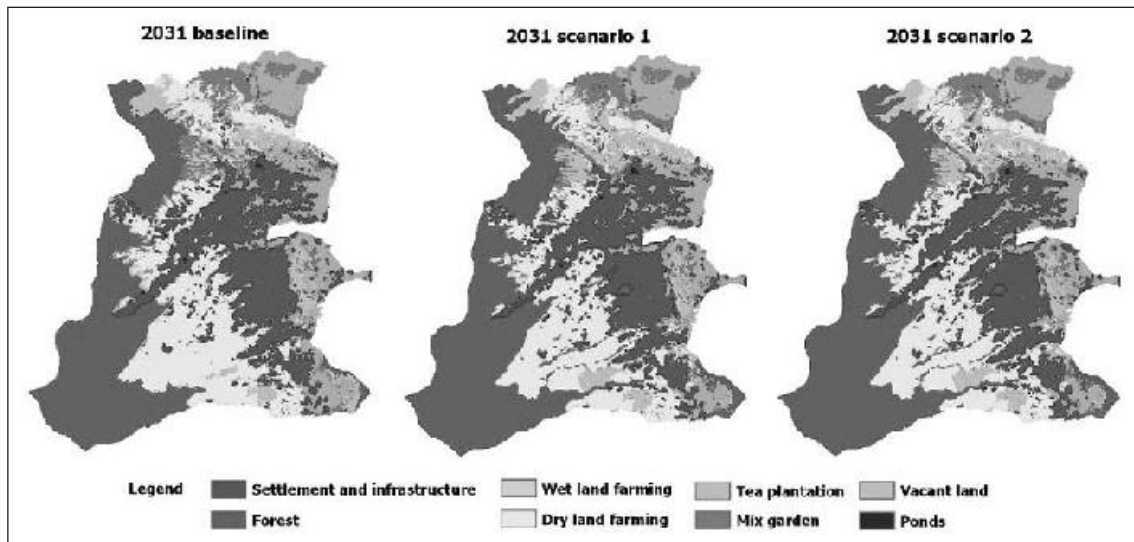
Simulasi awal model CLUE-S dijalankan untuk memprediksi penggunaan lahan pada tahun 2013. Tahapan ini bertujuan untuk mengetahui akurasi model dengan membandingkannya terhadap peta penggunaan lahan hasil interpretasi citra tahun 2013 (Gambar 3). Nilai *overall accuracy* yang diperoleh adalah 83,13% dan nilai statistik Kappa 0.78. Menurut Koch (1977) dikutip dalam Priyanto (2010), nilai Kappa yang diperoleh diklasifikasikan sebagai *high agreement*.



Gambar 3. Peta Penggunaan Lahan Hasil Interpretasi Citra Satelit (Kiri) dan Peta Penggunaan Lahan Hasil Prediksi Model CLUE-S (Kanan).

Hasil prediksi penggunaan lahan pada tahun 2031 dengan mempertimbangkan tiga skenario menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan di Kecamatan Cipanas dan Pacet didominasi oleh perluasan permukiman dan infrastruktur (Gambar 4). Perluasan ini mengkonversi pertanian lahan kering yang terletak di dekat permukiman dan infrastruktur. Kawasan hutan pada skenario dasar (*baseline scenario*) mengalami penurunan luasan sebagai akibat konversi menjadi jenis penggunaan lain. Berdasarkan skenario

tersebut terjadi konversi penggunaan lahan hutan menjadi permukiman dan infrastruktur, pertanian lahan kering, kebun campuran dan lahan kosong. Prediksi penggunaan lahan yang mempertimbangkan skenario 1 dan 2 memiliki pola yang hampir sama. Dua skenario ini berhasil membatasi konversi hutan menjadi penggunaan lahan lain. Pada skenario 2 penerapan pembatasan meminimalkan pembangunan permukiman dan infrastruktur baru di daerah rawan longsor.



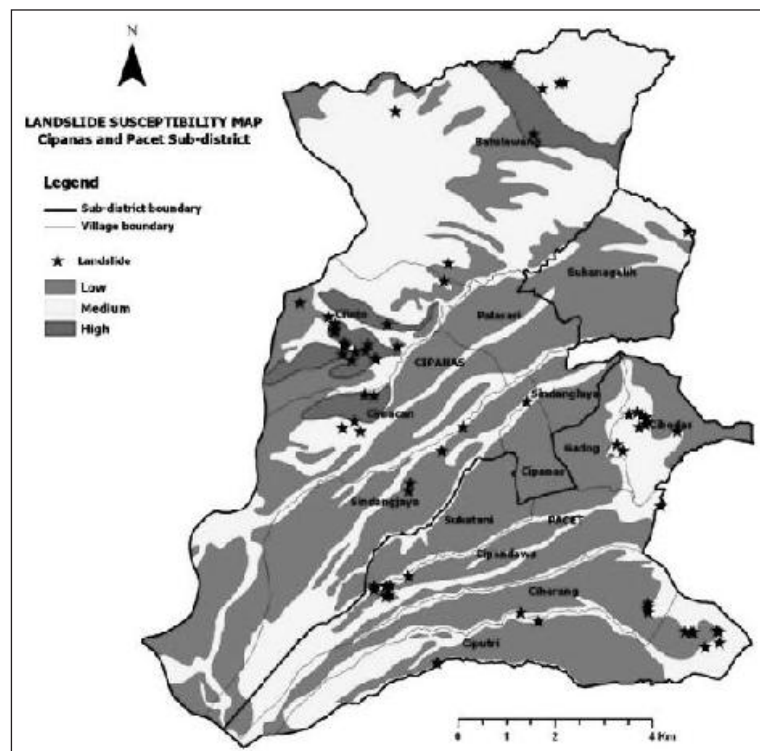
Gambar 4. Peta Penggunaan Lahan Tahun 2031 Hasil Prediksi Model CLUE-S.

3.3. Analisis Tingkat Keterpaparan Longsor

a. Inventarisasi Kejadian Tanah Longsor

Mengingat keterbatasan data kejadian tanah longsor di lokasi studi, data kejadian tanah longsor yang dikumpulkan merupakan kejadian-kejadian yang terbaru. Terdapat 70 lokasi kejadian longsor yang dapat dikumpulkan dalam tahapan ini. Data ini digunakan untuk memvalidasi peta kerawanan longsor yang dibuat oleh Dinas PSDA Kabupaten Cianjur tahun 2010 (Gambar 5). Peta kerawanan longsor tersebut memiliki tiga kelas rawan, yaitu: rendah, sedang dan tinggi.

Validasi dilakukan secara relatif dengan mengoverlay data kejadian longsor dengan peta kerawanan longsor. Hasil overlay menunjukkan bahwa terdapat 17 lokasi kejadian longsor yang terletak pada kelas kerawanan tinggi, 47 pada kelas kerawanan menengah dan 6 pada kelas kerawanan rendah. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa peta kerawanan longsor dapat menjelaskan kejadian longsor yang ada di lapangan.

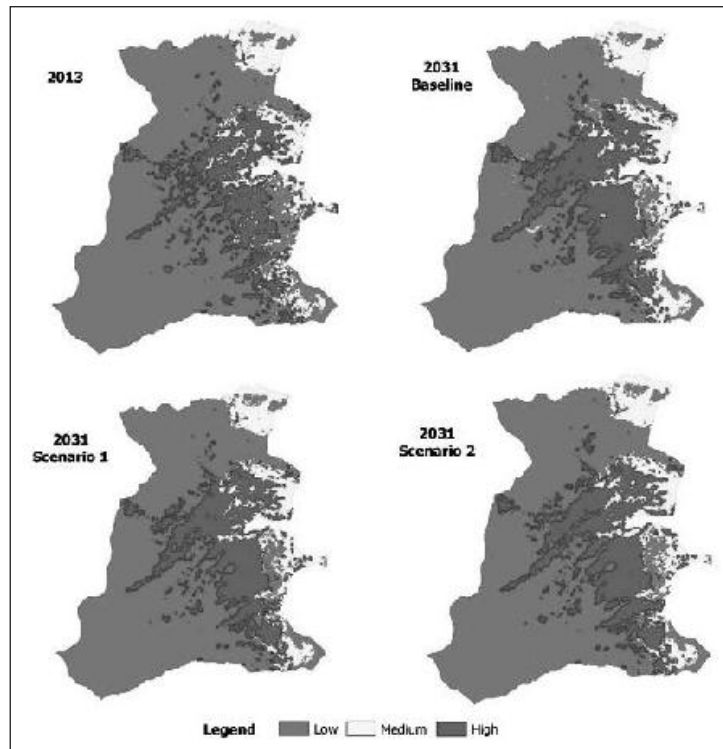


Gambar 5. Peta Kerawanan Longsor yang Dibuat oleh Dinas PSDA Kabupaten Cianjur Tahun 2010.

b. Pembuatan Peta Aset Tertimbang

Berdasarkan hasil AHP, aset sosial memiliki bobot yang lebih tinggi (0.57) dari aset fisik (0.43). Hal tersebut menunjukkan bahwa pada lokasi studi aset sosial memiliki kepentingan relatif lebih tinggi dari aset fisik. Dalam aset sosial, hasil dari AHP menunjukkan semakin tinggi kepadatan penduduk semakin tinggi kepentingan relatifnya (0,26-0,41). Selanjutnya, dalam aset fisik, kisaran bobot masing-masing indikator antara adalah 0,04-0,21. Bobot tertinggi dalam indikator aset fisik dimiliki oleh permukiman dan infrastruktur (0.21). Hal ini menunjukkan bahwa permukiman dan infrastruktur memiliki tingkat kepentingan relatif tertinggi.

Peta aset tertimbang dibuat untuk tahun 2013 dan 2031 (Gambar 6). Peta tersebut sangat dipengaruhi oleh pola peta aset sosial yang berasal dari peta kepadatan penduduk, mengingat bobot aset sosial lebih tinggi dari bobot aset fisik. Pada aset fisik, permukiman dan infrastruktur memiliki bobot tertinggi dibandingkan penggunaan lahan lainnya. Oleh karena itu, kelas aset tinggi terletak di bagian tengah daerah penelitian yang merupakan kawasan kepadatan penduduk tinggi.

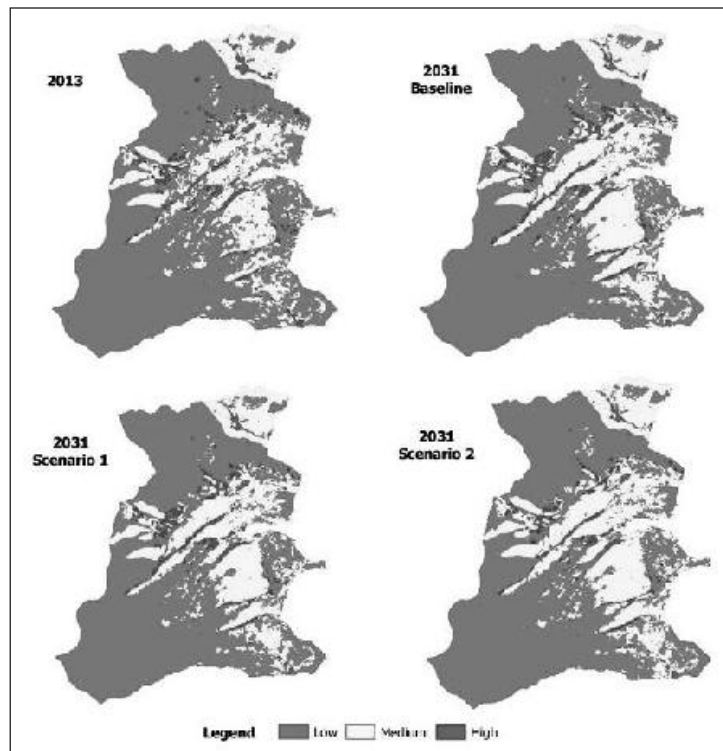


Gambar 6. Peta Aset Tertimbang Tahun 2013 dan Tahun 2031.

c. Penilaian tingkat keterpaparan longsor

Hasil penilaian ini berupa peta kualitatif tingkat keterpaparan longsor (Gambar 7) yang menunjukkan tingkat keterpaparan aset pada potensi terjadinya longsor dan menggambarkan tingkat potensi kerusakan yang akan dialami oleh aset (Pellicani *et al.*, 2013). Hampir semua desa di Kecamatan Cipanas dan Pacet memiliki daerah yang termasuk dalam tingkat keterpaparan tinggi. Namun, secara umum, Desa Ciloto dan Batulawang memiliki lebih banyak daerah dengan tingkat keterpaparan longsor tinggi dibandingkan desa lainnya. Hal ini disebabkan desa ini memiliki banyak daerah yang terletak pada lokasi rawan longsor tinggi.

Terdapat peningkatan daerah dengan tingkat keterpaparan longsor tinggi dari tahun 2013 ke tahun 2031 dalam skenario dasar dan skenario 1. Peningkatan area ini dari 362,88 Ha ke 479,16 Ha pada skenario dasar dan 415,17 Ha pada skenario 1. Pada skenario 2 daerah tersebut lebih sedikit dibanding tahun 2013 dan menurun menjadi 294,39 Ha. Sedangkan daerah dengan tingkat paparan longsor menengah meningkat dari tahun 2013 ke tahun 2031 di semua skenario,



Gambar 7. Peta Tingkat Keterpaparan Longsor Tahun 2013 dan Tahun 2031.

daerah dengan tingkat keterpaparan longsor rendah mengalami penurunan pada periode ini untuk semua skenario.

Peningkatan daerah dengan tingkat keterpaparan longsor tinggi dalam skenario dasar disebabkan oleh tidak adanya pembatasan konversi di daerah konservasi dan adanya pembangunan permukiman dan infrastruktur. Pada skenario dasar, terdapat perluasan permukiman dan infrastruktur baru yang terletak di daerah rawan longsor. Peningkatan daerah dengan keterpaparan longsor tinggi juga terjadi pada skenario 1 yang hanya membatasi konversi di kawasan konservasi. Pada skenario 2 daerah tersebut dapat diminimalisir dengan menerapkan pembatasan pembangunan permukiman dan infrastruktur baru di daerah rawan longsor.

d. Evaluasi Kebijakan Tata Ruang Dari Pemodelan Perubahan Penggunaan Lahan dan Penilaian Tingkat Keterpaparan Longsor

Hasil *overlay* peta prediksi penggunaan lahan dengan peta RTRW menunjukkan adanya penyimpangan terhadap rencana tata ruang. Persentase ketidaksesuaian dengan rencana tata ruang tertinggi terjadi pada prediksi penggunaan lahan menggunakan skenario dasar yaitu sebesar 26,18 %. Pada skenario 1 dan skenario 2, presentase ketidaksesuaian ini sebesar 22,75% untuk skenario 1 dan 22,79% untuk skenario 2.

Peningkatan penyimpangan rencana tata ruang di masa depan harus menjadi perhatian. Prediksi penggunaan lahan dengan menggunakan pemodelan perubahan penggunaan lahan dapat digunakan untuk memperkirakan penyimpangan ini. Penerapan skenario dalam pemodelan perubahan penggunaan lahan membantu mengidentifikasi kebijakan potensial terkait dengan pembatasan atau alokasi penggunaan lahan di daerah tertentu, sehingga penyimpangan terhadap rencana tata ruang dapat diminimalisir.

Prediksi penggunaan lahan berbasis skenario juga dapat diaplikasikan untuk mengidentifikasi adanya daerah yang terpapar longsor di masa yang akan datang. Pada penelitian ini, dengan asumsi berlanjutnya tren perubahan penggunaan lahan sebelumnya dan tidak adanya pembatasan pada skenario dasar, luasan area dengan tingkat keterpaparan longsor tinggi di lokasi studi cenderung meningkat. Area tersebut dapat diminimalisir dengan penerapan pembatasan konversi pada prediksi penggunaan lahan skenario 1 dan skenario 2.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penggunaan lahan di Kecamatan Cipanas dan Pacet didominasi oleh hutan, pertanian lahan kering dan permukiman dan infrastruktur. Analisis perubahan penggunaan lahan menunjukkan beberapa pola perubahan penggunaan lahan. Permukiman dan infrastruktur, pertanian lahan kering dan lahan kosong memiliki tren peningkatan, sementara hutan, pertanian lahan basah, kebun teh, dan kebun campuran memiliki tren penurunan.

Hasil prediksi penggunaan lahan berbasis skenario tahun 2031 didominasi oleh perluasan permukiman dan infrastruktur. Perluasan ini terjadi pada bagian tengah daerah penelitian. Kawasan hutan pada skenario dasar mengalami penurunan yang disebabkan oleh konversi menjadi penggunaan lahan lain. Pelaksanaan pembatasan dalam skenario 1 dan skenario 2 berhasil membatasi konversi hutan menjadi penggunaan lahan lain dan membatasi pembangunan permukiman dan infrastruktur baru di daerah rawan longsor.

Hasil penilaian keterpaparan longsor menunjukkan bahwa pola daerah dengan tingkat keterpaparan longsor tinggi dan menengah mengikuti pola permukiman dan infrastruktur. Secara umum, Desa Ciloto dan Batulawang memiliki lebih banyak daerah dengan tingkat keterpaparan longsor tinggi dibandingkan desa lainnya. Pada skenario dasar terjadi peningkatan luasan daerah dengan tingkat keterpaparan longsor tinggi pada tahun 2031. Sementara itu dengan penerapan pembatasan pada skenario 1 dan 2, daerah dengan tingkat keterpaparan longsor tinggi dapat dikurangi. Hasil penilaian tingkat keterpaparan longsor menunjukkan bahwa melalui pembatasan pembangunan di daerah rawan longsor dapat mengurangi paparan longsor di daerah tersebut. Pemodelan perubahan penggunaan lahan berbasis skenario dapat digunakan untuk mengidentifikasi dinamika tingkat keterpaparan longsor.

Saran

- Pembatasan pembangunan permukiman dan infrastruktur baru di daerah rawan longsor telah dinyatakan dalam RTRW Kabupaten Cianjur. Namun, dalam kenyataannya masih ada pelanggaran terhadap peraturan ini. Pelaksanaan pembatasan ini harus menjadi prioritas utama di daerah penelitian untuk mengurangi dampak longsor.
- Peningkatan pembangunan permukiman dan infrastruktur di luar zona budidaya non pertanian dalam

rencana tata ruang harus menjadi perhatian dan harus dikaji secara mendalam untuk memperbaiki rencana tata ruang yang telah ditetapkan.

- Penggunaan data penggunaan lahan yang lebih detail untuk pemodelan perubahan penggunaan lahan. Namun, harus mempertimbangkan keterbatasan model CLUE-S yang hanya dapat menghitung maksimum 1000 x 1000 piksel data, sehingga dapat dipertimbangkan penerapan model penggunaan lahan lainnya (misalnya *Cellular Automata* pada *software Idrisi*).
- Penilaian jenis aset yang lain (ekonomi dan lingkungan) sehingga tingkat keterpaparan longsor dapat dianalisa secara lengkap.

UCAPAN TERIMA KASIH

Makalah ini merupakan bagian dari thesis penulis pertama pada program *Geo-information for Spatial Planning and Disaster Risk Management*, Sekolah Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada. Penulis pertama menyampaikan terima kasih kepada Kementerian Kehutanan yang telah memberikan ijin mengikuti program Karya siswa. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bappenas dan NESO yang telah memberikan dukungan finansial kepada penulis pertama.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anderson, J. R, Hardy, E. E, Roach, J. T, and Witmer, R. E. 1976. A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. Geological Survey Professional Paper 964.
2. Bappeda Cianjur. 2012. Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Cianjur 2011 - 2031 (Cianjur Regency Spatial Plan year 2011 - 2031). Cianjur: Bappeda Kabupaten Cianjur.
3. BPBD Cianjur. 2012. Pembuatan peta rawan longsor Kabupaten Cianjur (Landslide susceptibility mapping of Cianjur regency). Cianjur: Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten.
4. Bürgi, M., Hersperger, A. M., & Schneeberger, N. 2004. Driving forces of landscape change - current and new directions. *Landscape Ecology*, 19, 857-868.
5. Cihlar, J., & Jansen, L. 2001. From Land Cover to Land Use: A Methodology for Efficient Land Use Mapping over Large Areas. *The Professional Geographer*, 53(2), 275-289.
6. Cammerer, H., Thieken, A. H., & Verburg, P. H. 2012. Spatio-temporal dynamics in the flood exposure due to land use changes in the Alpine Lech Valley in Tyrol (Austria). *Natural Hazards*, 68(3), 1243-1270.
7. Dai, F. C., Lee, C. F., & Ngai, Y. Y. 2002. Landslide risk assessment and management: an overview. *Engineering Geology*, 64, 65-87.
8. Kurniawan, T. 2013. Pemodelan spasial perubahan penggunaan lahan dalam kaitannya dengan perencanaan tata ruang di wilayah kabupaten Sukabumi. (MSc Thesis). Bogor Agricultural University, Graduate School, Bogor.
9. Pellicani, R., Van Westen, C. J., & Spilotro, G. 2013. Assessing landslide exposure in areas with limited landslide information. *Landslides*, 1 - 18. doi: 10.1007/s10346-013-0386-4
10. PSDA Cianjur. 2010. Pemetaan zona kerawanan gerakan tanah Kecamatan Cipanas dan Pacet, Kabupaten Cianjur (Landslide susceptibility mapping in Cipanas and Pacet sub-districts, Cianjur regency). Cianjur: Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air Kabupaten Cianjur.
11. Priyanto, A. T. 2010. The impact of human activities on coastal zones and strategies towards sustainable development: a case study in Pekalongan, Indonesia. (MSc Thesis). University of Twente Faculty of Geo-Information and Earth Observation (ITC), Enschede.
12. Rienow, A., & Goetzke, R. 2014. Supporting SLEUTH – Enhancing a cellular automaton with support vector machines for urban growth modeling. *Computers, Environment and Urban Systems* (Article in Press).
13. Saaty, T. L. & Sodenkamp, M. 2008. Making decisions in hierarchic and network systems. *International Journal of Applied Decision Sciences*, 1 (1).
14. Van Westen, et al. 2011. Multi hazard risk assessment distance education course (guide book). Enschede: United Nations University – ITC School on Disaster Geoinformation Management (UNU-ITC DGIM).
15. Verburg, P. H., Soepboer, W., Veldkamp, A., Limpiada, R., Espaldon, V., & Mastura, S. S. A. 2002. Modeling the Spatial Dynamics of Regional Land Use: The CLUE-S Model. *Environ Manage*, 30(3), 391-405.
16. Verburg, P., & Veldkamp, A. 2004. Projecting land use transitions at forest fringes in the Philippines at two spatial scales. *Landscape Ecology*, 19(1), 77-98.

17. Verburg, P. H., Kok, K., Pontius, R., Jr., & Veldkamp, A. 2006. Modeling Land-Use and Land-Cover Change. In E. Lambin & H. Geist (Eds.), *Land-Use and Land-Cover Change* (pp. 117-135). Berlin: Springer.
18. Verburg, P. H., & Overmars, K. P. 2007. Dynamic Simulation of Land-Use Change Trajectories with the Clue-S Model. In E. Koomen, J. Stillwell, A. Bakema & H. Scholten (Eds.), *Modelling Land-Use Change* (Vol. 90, pp. 321-337): Springer Netherlands.
19. Verburg, P. H. 2010. *The CLUE modelling framework*. Amsterdam: Institute for Environmental Studies, University of Amsterdam.
20. Warlina, L. 2009. *Land Use Change Modeling (With Special Reference to Bandung Region)*. Paper presented at the Second International Conference on Environmental and Computer Science, 2009

KAJIAN POTENSI RISIKO BENCANA GERAKAN TANAH DI KABUPATEN MAJALENGKA, JAWA BARAT

Oleh:

A. Nursalim^{a,1,*}, M. Surmayadi^{a,2}, A. Solihin^{a,3}

Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi

Jalan Diponegoro 57 Bandung 40122

asepsalim94@yahoo.com

Abstrak

Fenomena geologi sebagai dinamika alam menghasilkan proses alamiah yang dapat memberikan nilai tambah terhadap kehidupan manusia, atau sebaliknya, dapat memberikan ancaman terhadap kehidupan manusia. Letusan gunungapi, gempabumi, dan gerakan tanah merupakan fenomena geologi yang dapat memberikan ancaman terhadap kehidupan manusia. Ditinjau dari aspek kebencanaan geologi, Kabupaten Majalengka, Provinsi Jawa Barat, merupakan suatu kawasan yang memiliki potensi ancaman bahaya gunungapi, gempabumi, dan gerakan tanah. Kajian potensi risiko bencana gerakan tanah telah dilakukan di Kabupaten Majalengka. Dasar dari pembobotan probabilitas bahaya gerakan tanah adalah melalui estimasi berdasarkan statistik kejadian gerakan tanah di beberapa lokasi di Indonesia pada tingkatan kerentanan gerakan tanah. Probabilitas kejadian gerakan tanah pada zona kerentanan gerakan tanah tinggi adalah 1. Sementara itu, probabilitas kejadian gerakan tanah pada zona kerentanan gerakan tanah menengah adalah 0,5, sedangkan pada zona kerentanan rendah adalah 0,2. Pembobotan kerentanan elemen risiko gerakan tanah yang berorientasi pada keselamatan jiwa manusia dan aspek ekonomi menempatkan pemukiman sebagai tempat tinggal manusia, sawah, ladang, dan kebun menempati nilai bobot paling tinggi 10. Sementara itu, hutan sebagai penyangga lingkungan dan konservasi air tanah menempati nilai bobot 5, sedangkan semak belukar dan tanah berbatu memiliki nilai bobot 0. Penentuan zona risiko terhadap gerakan tanah di Kabupaten Majalengka didasarkan perhitungan kerusakan pemukiman dan korban manusia jika gerakan tanah terjadi pada malam hari, dan kerugian ekonomi. Perhitungan kerugian ekonomi didasarkan pada nilai ekonomi pertanian terhadap rusaknya lahan pertanian atau gagal panen.

Kata kunci: Kajian risiko, pembobotan, statistik kejadian, penentuan zona risiko.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebijakan Pemerintah dalam pelaksanaan Otonomi Daerah akan berimplikasi terhadap upaya-upaya pemerintah daerah setempat untuk mengoptimalkan pemanfaatan potensi sumberdaya alam yang dimilikinya. Khusus daerah yang berada di kawasan rawan bencana, pemanfaatan lahan dan sumberdaya alam lainnya akan menjadi salah satu alternatif dalam upaya peningkatan pendapatan asli daerah.

Gunungapi Ciremai yang berada di bagian timur Kabupaten Majalengka merupakan gunungapi aktif yang menyimpan potensi ancaman letusan terhadap masyarakat, terutama yang berada di kawasan Kecamatan Sindangwagi, Rajagaluh, Argapura, Maja, Banjaran, Talaga, dan Cikijing. Selain itu, keberadaan Sesar Baribis dan sesar lainnya yang berada di bagian selatan Kabupaten Majalengka merupakan sumber gempabumi daratan yang berpotensi menghasilkan gempabumi. Sementara itu, dinamikan geologi yang membentuk perbukitan vulkanik dan sedimen dengan kemiringan lereng yang terjal berpotensi menjadi ancaman terjadinya tanah longsor atau gerakan tanah, terutama pada saat musim hujan dengan intensitas dan durasi hujan yang tinggi.

Kejadian gerakan tanah atau tanah longsor di Kabupaten Majalengka memiliki frekuensi lebih tinggi dibandingkan dengan kejadian letusan gunungapi dan gempabumi sehingga menghasilkan indeks bahaya

jauh lebih tinggi. Mengacu kepada peta indeks bahaya yang dipublikasi Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), Kabupaten Majalengka berada pada indeks rawan bencana 111 pada Kelas Rawan Tinggi dan masuk rangking Nasional 16 terhadap potensi ancaman bahaya gerakan tanah. Meskipun dampak bahaya gerakan tanah memiliki luasan yang lebih sempit dibandingkan dengan dampak letusan gunungapi dan gempa bumi, frekuensi kejadian dan dampak gerakan tanah terhadap manusia dan sumber kehidupannya menjadikan potensi bahaya gerakan tanah di Kabupaten Majalengka sebagai salah satu prioritas dalam pengurangan risiko bencana gerakan tanah.

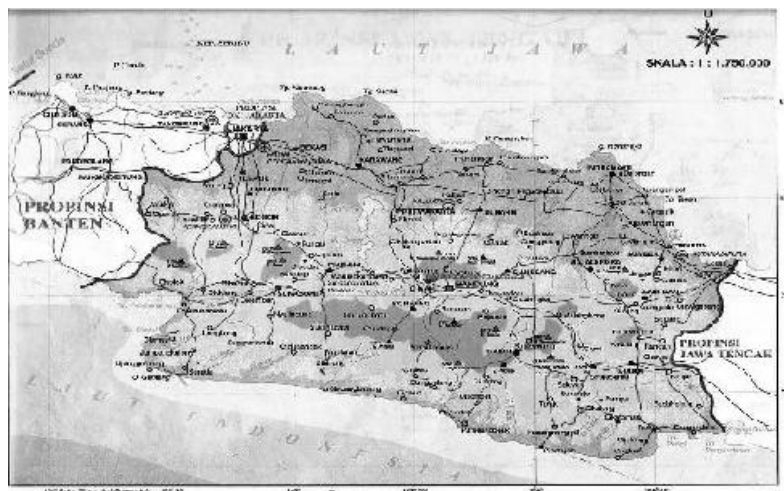
Pemanfaatan lahan dalam penyusunan Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW) di Kabupaten Majalengka, Provinsi Jawa Barat, salah satunya, harus mempertimbangkan tingkat kerawanan bencana gerakan tanah. Salah satu upaya yang harus dilakukan dalam penataan RTRW di kawasan rawan gerakan tanah atau zona kerentanan gerakan tanah adalah kajian potensi risiko terhadap objek yang berada di kawasan tersebut. Analisis ini dilakukan melalui suatu inventarisasi elemen-elemen risiko dan tingkat kerentanannya dari potensi ancaman bahaya gerakan tanah. Hasil kajian ini ditampilkan dalam suatu peta zona risiko bencana gerakan tanah yang menggambarkan zonasi dan tingkat risiko elemen risiko di zona kerentanan gerakan tanah.

1.2. Maksud dan Tujuan

Kajian Potensi Risiko Bencana Gerakan Tanah Kabupaten Majalengka dan dimaksudkan sebagai suatu analisis risiko terhadap objek-objek pada zona kerentanan gerakan tanah yang berpotensi terancam bahaya gerakan tanah sehingga tingkat risiko yang kemungkinan terjadi pada objek atau tutupan lahan di kawasan tersebut dapat diidentifikasi.

1.3. Lokasi Daerah Penyelidikan

Daerah penyelidikan secara administrasi termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Majalengka, Provinsi Jawa Barat (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Indeks Daerah Penyelidikan di Kawasan Kabupaten Majalengka, Provinsi Jawa Barat.

Pencapaian lokasi dilakukan dengan menggunakan kendaraan bermotor dari Bandung menuju Kota Majalengka. *Risiko dapat didefinisikan sebagai kehilangan atau kerusakan suatu elemen atau kumpulan elemen yang disebabkan oleh fenomena alam dengan kekuatan tertentu (UNDRO, 1979). Secara kuantitatif risiko dapat diformulasikan sebagai (UNESCO, 1972) :*

$$R = E \times H \times V \quad (1)$$

dimana

R = *Risk* (Risiko);

E = *Element at risk* (Elemen risiko)

H = *Hazard* (Bahaya); dan

V = *Vulnerability* (Kerentanan).

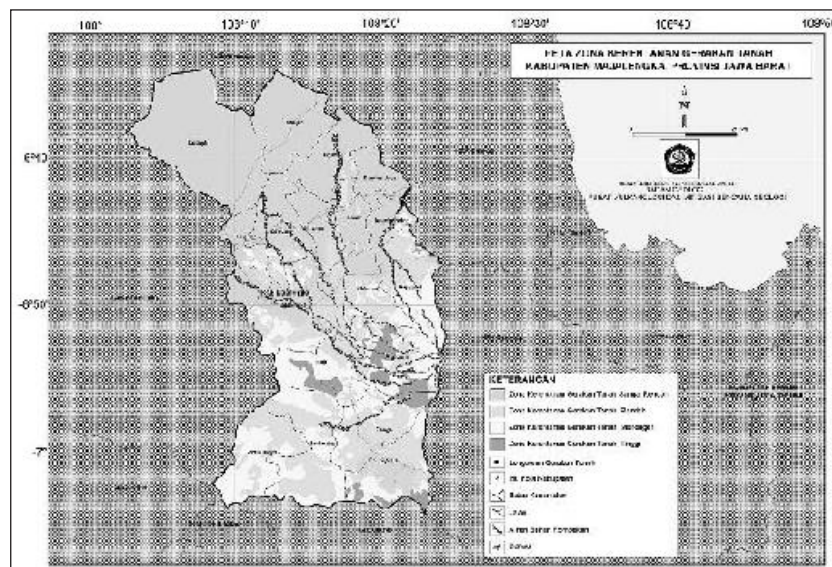
Untuk mengurangi nilai kerentanan suatu elemen risiko (Fournier d'Albe, 1979) menambahkan *Preparedness* sebagai komponen analisis risiko bencana, sehingga risiko diekspresikan sebagai :

$$R = \frac{E \times H \times V}{\text{Preparedness}} \quad (2)$$

Kajian potensi risiko dapat diaplikasi terhadap berbagai aspek sesuai dengan kebutuhan. Dalam penyelidikan ini, analisis risiko difokuskan kepada penilaian fungsi ekonomi dari kerusakan atau kehilangan setiap elemen risiko dari ancaman bahaya gerakan tanah di Kabupaten Majalengka.

2. METODOLOGI

Sebagai langkah awal dalam pekerjaan ini adalah mempelajari hasil penyelidikan terdahulu, seperti Peta Geologi dan Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah (ZKGT). Setelah terbentuk peta-peta pendahuluan kemudian dilakukan pengecekan lapangan. Dalam pengecekan lapangan juga dilakukan pengambilan data sekunder seperti kependudukan, sosial dan ekonomi sebagai data pendukung.



Gambar 2. Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah Kabupaten Majalengka, Jawa Barat.

Setelah selesai dengan penyelidikan lapangan dilakukan analisis data, evaluasi dan penggabungan ketiga unsur peta yang lebih lengkap. Hasil rangkuman tersebut maka dibentuk Peta Zona Risiko Bencana Gerakan Tanah. Sebagai gambaran, bagan alir dari proses pembentukan zona risiko ini digambarkan dalam bagan di bawah. Secara garis besar rencana kerja kajian potensi risiko bencana gerakan tanah dapat diuraikan sebagai berikut:

- Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan penyiapan peta dasar rupa bumi dan peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah yang dijadikan acuan dalam pembuatan zonasi potensi risiko gerakan tanah. Selain itu dilakukan inventarisasi desa-desa yang masuk wilayah cakupan potensi risiko bencana gerakan tanah. Tindak lanjut dari inventarisasi tersebut dengan menentukan desa untuk lokasi kuisioner dengan mempertimbangkan keterwakilan terhadap posisi di peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah.
- Tahap Pelaksanaan

Kegiatan yang dilakukan meliputi identifikasi seluruh desa dan melakukan penilaian secara kualitatif elemen kapasitas dari desa tersebut. Kegiatan tersebut juga dibarengi dengan pengumpulan data sekunder dari setiap kecamatan dan/atau BPS, terutama mengenai demografi dan tata guna lahan. Pelaksanaan di lapangan dilakukan dengan mengevaluasi elemen bahaya dalam peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah.

- Tahap Pengolahan
Data yang didapat dari tahap sebelumnya dilakukan pengolahan untuk memperoleh cakupan wilayah potensi risiko bencana gerakan tanah. Kegiatan pada tahap ini dilakukan diantaranya pemberian bobot nilai relatif masing-masing indikator dan elemen serta sub elemen pada masing-masing zona. Hasil dari pembobotan nilai relatif tersebut dilakukan tumpang susun peta pembobotan nilai relatif elemen bahaya, elemen kerentanan, dan elemen kapasitas.

3. PEMBAHASAN

3.1. Elemen Risiko

Terkait dengan potensi ancaman bahaya gerakan tanah, segala jenis tutupan lahan yang ada di dalam zona kerentanan gerakan tanah adalah elemen risiko. Elemen risiko meliputi populasi manusia, harta benda, pusat kegiatan ekonomi, perkebunan, dan lain sebagainya yang terdapat di dalam suatu kawasan rawan bencana (UNDRR, 1979). Dalam perhitungan risiko ini, elemen risiko yang akan ditelaah meliputi populasi manusia, pemukiman, hutan, semak belukar atau tegalan, perkebunan rakyat, dan sawah. Hal ini sesuai dengan kondisi tutupan lahan dan kondisi sosial ekonomi yang berada di daerah penyelidikan.

Kondisi Ekonomi

Berdasarkan data Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB) daerah di Majalengka, Provinsi Jawa Barat periode 2010-2012, sektor pertanian memberikan kontribusi penting dalam kisaran 26% - 27% terhadap pendapatan daerah.

Kontribusi terbesar kedua terhadap pendapatan daerah berasal dari sektor perdagangan, hotel, dan restoran dalam kisaran 20%-22% sejak tahun 2010. Sementara itu, kontribusi ketiga berasal dari sektor industri pengolahan dalam kisaran 16%-17%. Ketiga sektor tersebut memiliki peran penting terhadap pembangunan Kabupaten Majalengka sehingga menjadi elemen risiko yang menghasilkan tingkat kerentanan tinggi dalam kaitannya dengan analisis risiko. Dengan demikian, ketiga sektor ini, selain elemen manusia, memiliki nilai bobot yang tinggi dalam perhitungan analisis risiko bahaya gerakan tanah di Kabupaten Majalengka.

3.2. Elemen Potensi Bahaya (H) Gerakan Tanah

Analisis potensi bahaya gerakan tanah mengacu pada Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah (ZKGT). Meskipun tidak ada pembahasan probabilitas kejadian bahaya secara statistik pada peta ZKGT, probabilitas kejadian gerakan tanah tinggi diasumsikan adalah 1 sebagai representasi kejadian mutlak yang akan terjadi pada masa yang akan datang. Probabilitas kejadian gerakan tanah menengah adalah 0.5, gerakan tanah rendah adalah 0.2, sedangkan gerakan tanah sangat rendah adalah 0.1.

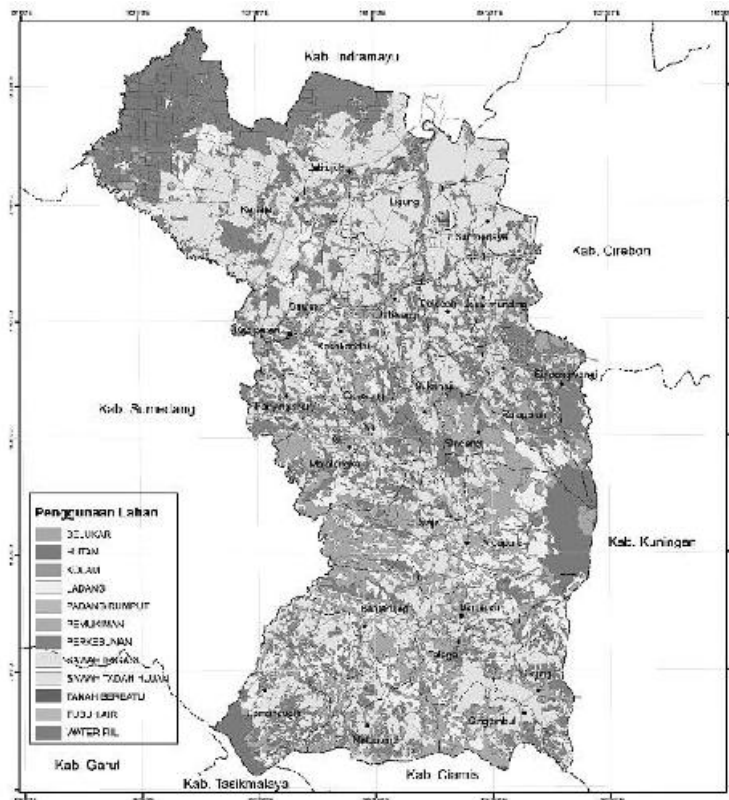
3.4. Elemen Kerentanan Gerakan Tanah

1. Tutupan Lahan

Kerentanan merupakan gambaran tingkat kerusakan setiap elemen risiko yang diakibatkan oleh setiap jenis bahaya gerakan tanah. Nilai kerentanan suatu elemen risiko dapat berbeda, tergantung pada jenis ancaman bahaya dan kekuatan atau daya tahan setiap elemen risiko. Dengan demikian, penentuan nilai kerentanan tidak berlaku umum untuk setiap elemen risiko, berbeda dengan yang diterapkan dalam standarisasi Evaluasi Analisis Risiko Bencana Gerakan Tanah yang dibuat oleh Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. Dalam analisis risiko ini, perhitungan kerentanan setiap elemen risiko adalah 1 dengan asumsi semua elemen risiko akan hancur jika terlanda material hasil gerakan tanah.

2. Manusia

Hingga saat ini, monitoring kegiatan gerakan tanah di Kabupaten Majalengka, Provinsi Jawa Barat belum dilakukan secara permanen. Oleh karena itu, kejadian gerakan tanah dapat terjadi pada suatu saat tanpa diketahui adanya gejala aktivitas. Dengan demikian, nilai kerentanan manusia terhadap gerakan tanah adalah 1 dengan asumsi bahwa manusia akan meninggal apabila terkena material tanah dan batuan hasil gerakan tanah.



Gambar 3. Tutupan Lahan Kabupaten Majalengka, Jawa Barat.

Nilai Bobot

Perhitungan risiko bencana gerakan tanah dilakukan melalui pendekatan semi kuantitatif dengan menggunakan nilai bobot terhadap dan manusia tutupan lahan sebagai elemen risiko. Nilai bobot elemen risiko didasarkan atas pertimbangan nilai atau fungsi kematian terhadap manusia, ekonomi, sosial, dan lingkungan (Tabel 2).

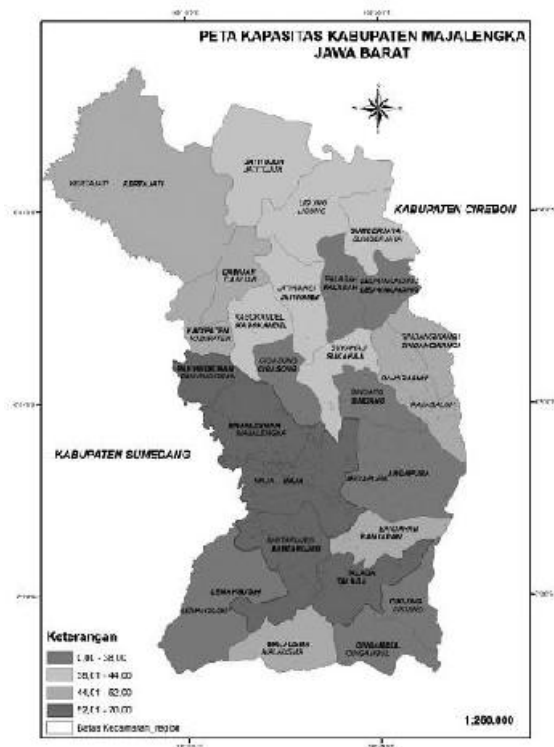
Tabel 2. Nilai Bobot Tutupan Lahan Sebagai Elemen Risiko

Elemen Risiko	Nilai Bobot
Pemukiman dan Manusia	10
Pertanian	10
Perkebunan	10
Industri Pengolahan	10
Hutan	5
Sumber Daya Air	5
Semak/tanah berbatu	0

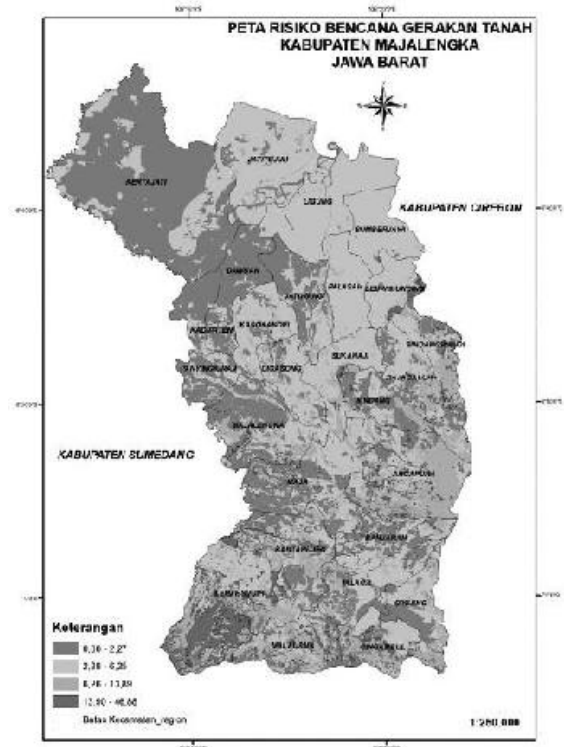
Sawah dan ladang yang menghasilkan produksi pertanian memiliki nilai bobot 10 dengan pertimbangan nilai ekonomi sebagai pemasok pendapatan terbesar (44% - 49%). Sementara itu, sektor lainnya, seperti aktivitas perdagangan, industri, perbankan, dan jasa berada di sekitar perkotaan yang secara umum berada di luar kawasan rawan bencana gerakan tanah. Kemungkinan rusaknya sektor pertanian yang diakibatkan oleh bahaya gerakan tanah akan memberikan dampak buruk terhadap perekonomian daerah.

Elemen risiko pemukiman dan manusia di dalamnya memiliki nilai bobot 10 dengan pertimbangan kemanusiaan, psikologis dan sosial masyarakat. Rusaknya pemukiman penduduk akan menghasilkan jumlah pengungsi dan menimbulkan beban ekonomi pemerintah.

Meskipun tidak secara langsung memberikan dampak terhadap stabilitas ekonomi, kerusakan hutan dan sumber daya air akibat bahaya gerakan tanah akan mengganggu stabilitas lingkungan yang terkait dengan sumber daya air sebagai irigasi pertanian. Hutan di daerah tropis dengan intensitas hujan yang sangat tinggi masih dapat menjadi kawasan resapan air.



Gambar 4. Peta Kapasitas Kabupaten Majalengka. Jawa Barat.



Gambar 5. Peta Risiko Bencana Gerakan Tanah Kabupaten Majalengka, Jawa Barat.

3.5. Elemen Kapasitas

Elemen Kapasitas adalah perpaduan kekuatan, karakter, dan sumber daya yang tersedia di masyarakat, komunitas atau organisasi yang dapat digunakan untuk mencapai tujuan. Elemen kapasitas objek bencana dibagi menjadi empat sub elemen yaitu: kesiapsiagaan masyarakat, kelembagaan, sistem peringatan dini, dan infrastruktur mitigasi.

Sub elemen sistem peringatan dini berdasarkan ketersediaan peralatan pemantauan dan sistem komunikasi dibagi menjadi tiga indikator yaitu berfungsi baik, berfungsi buruk, dan tidak tersedia. Sub elemen kelembagaan berdasarkan keberadaan lembaga yang menangani kebencanaan meliputi kontijensi dan koordinasi antar instansi terkait dibagi tiga indikator, yaitu berfungsi baik, kurang berfungsi dan tidak berfungsi. Sub elemen kesiapsiagaan berdasarkan kegiatan diseminasi yang meliputi penyuluhan, pelatihan, dan gladi evakuasi dibagi menjadi tiga indikator, yaitu tinggi, menengah, dan rendah. Sub elemen infrastruktur mitigasi berdasarkan kondisi dan keberadaan jalan, jalur evakuasi, bangunan pengendali lahar, jembatan, sarana kesehatan, dan tempat pengungsian dibagi menjadi 3 (tiga) indikator, yaitu memadai, kurang memadai dan tidak ada.

Hasil perhitungan kajian potensi risiko bencana terlampir dalam Peta Zona Risiko Bencana Gerakan Tanah Kabupaten Majalengka, Jawa Barat.

Zona risiko tinggi di bagian timur laut, tengah, dan selatan daerah penyelidikan. Zona risiko tinggi ini berada pada Zona Kerentanan Gerakan Tanah Tinggi terhadap elemen risiko atau tutupan lahan pemukiman dengan manusia di dalamnya, persawahan, dan perkebunan rakyat.

Tabel 3. Perhitungan Risiko Bencana Gerakan Tanah pada Zona Kerentanan Gerakan Tanah Tinggi

Elemen Risiko	Bobot	Kerentanan	Prob. Bahaya	Nilai Risiko	Tingkat Risiko
Sawah	10	1	1	10	Tinggi
Perkebunan	10	1	1	10	Tinggi
Pemukiman & Manusia	10	1	1	10	Tinggi
Hutan	5	1	1	5	Sedang
Semak Belukar	0	0	1	0	Sangat Rendah

Zona risiko sedang di bagian tengah daerah penyelidikan yang berada pada Zona Kerentanan Gerakan Tanah Menengah terhadap elemen risiko atau tutupan lahan pemukiman dengan manusia di dalamnya, persawahan, dan perkebunan rakyat.

Tabel 4. Perhitungan Risiko Bencana Gerakan Tanah pada Zona Kerentanan Gerakan Tanah Menengah

Elemen Risiko	Bobot	Kerentanan	Prob. Bahaya	Nilai Risiko	Tingkat Risiko
Sawah	10	1	0.5	5	Sedang
Perkebunan	10	1	0.5	5	Sedang
Pemukiman & Manusia	10	1	0.5	5	Sedang
Hutan	5	1	0.5	2.5	Rendah
Semak Belukar	0	0	0.5	0	Sangat Rendah

Zona risiko rendah menempati sebagian besar daerah penyelidikan yang berada pada Zona Kerentanan Gerakan Tanah Rendah terhadap elemen risiko atau tutupan lahan pemukiman dengan manusia di dalamnya, persawahan, dan perkebunan rakyat.

Zona risiko sangat rendah berada bagian barat laut daerah penyelidikan yang berada pada Zona Kerentanan Gerakan Tanah Rendah terhadap elemen risiko atau tutupan lahan perkebunan rakyat dan semak belukar. Penentuan nilai risiko ini didasarkan pada *survey* lapangan yang menunjukkan daerah tersebut merupakan daerah rawa atau daerah peralihan antara daratan dan lautan, meskipun dalam peta Rupa Bumi Indonesia daerah tersebut berada pada tutupan lahan perkebunan dan semak belukar.

Tabel 5. Perhitungan Risiko Bencana Gerakan Tanah pada Zona Kerentanan Gerakan Tanah Rendah dan Sangat Rendah

Elemen Risiko	Bobot	Kerentanan	Prob. Bahaya	Nilai Risiko	Tingkat Risiko
Sawah	10	1	0.1	1	Sangat Rendah
Perkebunan	10	1	0.1	1	Sangat Rendah
Pemukiman & Manusia	10	1	0.1	1	Sangat Rendah
Hutan	5	1	0.1	0.5	Sangat Rendah
Semak Belukar	0	0	0.1	0	Sangat Rendah

4. KESIMPULAN

Kajian potensi risiko bencana gerakan tanah Kabupaten Majalengka, Provinsi Jawa Barat terhadap elemen risiko hutan, perkebunan, sawah, dan pemukiman menghasilkan zona risiko bencana yang bervariasi dari tinggi hingga sedang tergantung pada tingkat bahaya dan kerentanan masing-masing elemen risiko.

- Zona risiko tinggi di bagian timur laut, tengah, dan selatan daerah penyelidikan. Zona risiko tinggi ini berada pada Zona Kerentanan Gerakan Tanah Tinggi terhadap elemen risiko atau tutupan lahan pemukiman dengan manusia di dalamnya, persawahan, dan perkebunan rakyat.
- Zona risiko sedang di bagian tengah daerah penyelidikan yang berada pada Zona Kerentanan Gerakan Tanah Menengah terhadap elemen risiko atau tutupan lahan pemukiman dengan manusia di dalamnya, persawahan, dan perkebunan rakyat.
- Zona risiko rendah menempati sebagian besar daerah penyelidikan yang berada pada Zona Kerentanan Gerakan Tanah Rendah terhadap elemen risiko atau tutupan lahan pemukiman dengan manusia di dalamnya, persawahan, dan perkebunan rakyat.
- Zona risiko sangat rendah berada bagian barat laut daerah penyelidikan yang berada pada Zona Kerentanan Gerakan Tanah Rendah terhadap elemen risiko atau tutupan lahan perkebunan rakyat dan semak belukar. Penentuan nilai risiko ini didasarkan pada *survey* lapangan yang menunjukkan daerah tersebut merupakan daerah rawa atau daerah peralihan antara daratan dan lautan, meskipun dalam peta Rupa Bumi Indonesia daerah tersebut berada pada tutupan lahan perkebunan dan semak belukar.

UCAPAN TERIMAKASIH

Alhamdulillah segala puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kekuatan untuk menyelesaikan makalah ini, dan tidak lupa kami ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada rekan-rekan Staf Bidang Evaluasi Potensi Bencana-PVMBG-Badan Geologi yang telah membantu baik berupa saran maupun teknis dalam penyusunan dan penyelesaian makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bappeda Majalengka, 2012. Data Sektoral Kabupaten Majalengka, 2012
2. Djadja, &. Darmaatmodjo, 2009, Peta Kerentanan Gerakan Tanah Kabupaten Majalengka, Jawa Barat, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi.
3. Djuri, M., 1955. Peta Geologi Lembar Arjawinangun, skala 1 : 50.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
4. Djuhaeni, & Martodjojo, S., 1989, Stratigrafi daerah Majalengka dan hubungannya dengan tatanama satuan litostratigrafi di Cekungan Bogor, Geologi Indonesia, vol 12, tahun 1989, hal. 227-252
5. Blong, R.J., 1984. Volcanic Hazards, a source book on the affect of eruptions. Academic press of Macquarei University, Sydney, Australia.
6. Blong, R.J., 1996. Volcanic risk assessment, In: Scarpa, R, and Tilling, R.I. (Eds). Monitoring and mitigation of volcanic hazards. Springer.
7. Fournier d'Albe, E. M., 1979. Objectives of volcanic monitoring adn predictions. J. Geol. Soc. London, 136, 321-326.
8. Haryanto, I., 1999, Tektonik Sesar Baribis, Daerah Majalengka, Jawa Barat, Thesis Magister, Program Studi Ilmu Kebumian, ITB, 76 hal.
9. UNDRO. (1979). Natural Disaster and Vulnerability Analysis in Report of Expert Group Meeting (9-12 July 1979). Geneva. Geneva: UNDRO (United Nations Disaster Relief Coordinator).
10. UNESCO. (1972). Volcanic emergency management, United Nations, New York, United Nations Environment Programe 1987 Environmental Data Report.

BAGIAN IV
BANJIR DAN
BENCANA MARIN

PETA PROYEKSI KERENTANAN BANJIR DI KABUPATEN LOMBOK UTARA

Oleh:

Armi Susandi¹, Tamamadin², Bramudya Rifki Mukti³, Dida Abdillah Fajrin⁴

Program Studi Meteorologi, Institut Teknologi Bandung,
Ged. Labtek XI Lt. 1, Jalan Ganesa 10 Bandung 40132, Indonesia

E-mail: ¹ armi@meteo.itb.ac.id, ² mamadtama@meteo.itb.ac.id, ³ bramudya@meteo.itb.ac.id,

⁴ didafajrin@meteo.itb.ac.id

Abstrak

Kabupaten Lombok Utara merupakan salah satu wilayah yang rentan terhadap kejadian banjir. Dalam kurun waktu 10 tahun terakhir, terdapat 47 kejadian banjir yang mengakibatkan tergenangnya sawah seluas 6.106 ha. Salah satu faktor yang menyebabkan banjir tersebut adalah intensitas hujan yang tinggi di wilayah permukaan yang berdataran rendah. Kondisi tersebut menyebabkan kegagalan tanam dan berdampak pada kerugian ekonomi bagi para petani di Kabupaten Lombok Utara. Untuk memetakan kerentanan banjir, keluaran prediksi curah hujan dari smart climate model dibuat secara spasial dengan menggunakan metode krigging dan dioverlay dengan peta administrasi skala desa dan digital elevation model (DEM). Peta prediksi kerentanan banjir dibuat dengan teknik delineasi DAS dan teknik overlay parameter-parameter banjir seperti tutupan lahan dan kemiringan lereng yang masing-masing parameter sudah diberi skor untuk mendapatkan zonasi kerentanan banjir. Peta kerentanan banjir tersebut akan membantu para petani untuk mengantisipasi potensi banjir yang akan terjadi dan melakukan manajemen air dengan sebaik mungkin.

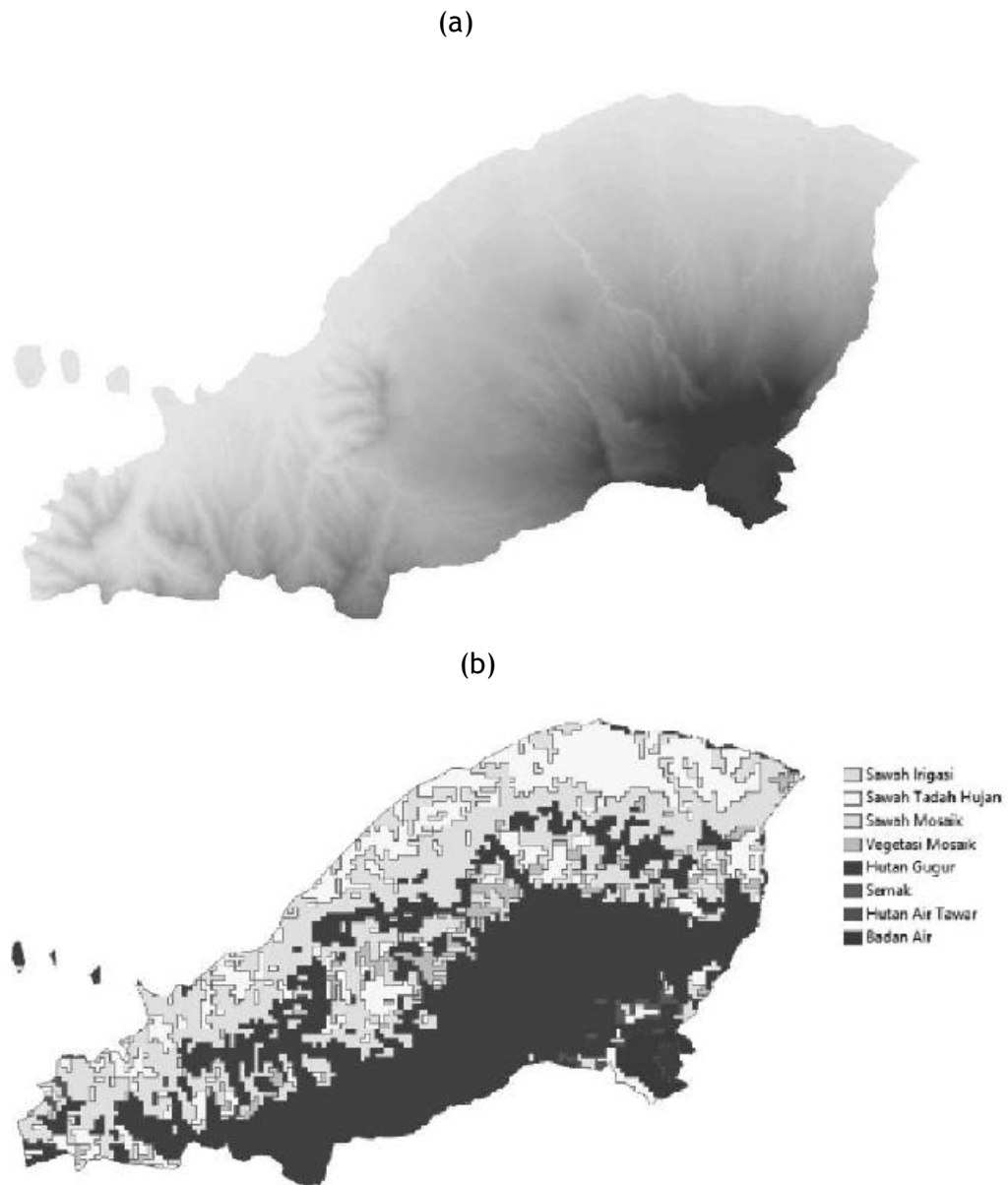
Kata kunci: Kerentanan banjir, Lombok Utara, manajemen air, *smart climate* model.

1. PENDAHULUAN

Salah satu dampak yang merugikan dari perubahan iklim adalah peningkatan intensitas curah hujan sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya bencana banjir. Bencana banjir dapat menyebabkan korban jiwa, serta kerusakan infrastruktur seperti rumah, jalan dan jaringan listrik yang dapat menimbulkan kerugian ekonomi yang besar. Selain itu, bencana banjir mengakibatkan kerugian terhadap sektor pertanian karena dapat menyebabkan kegagalan panen. Kabupaten Lombok Utara merupakan salah satu wilayah yang rentan terhadap kejadian banjir. Pada tanggal 28 Desember 2014 silam, dilaporkan banjir setinggi 1,5 m merendam tiga dusun di Kabupaten Lombok Utara dan mengakibatkan kerusakan parah pada sejumlah rumah di daerah tersebut dengan kerugian ekonomi yang dialami warga difraksi mencapai milyaran rupiah. Selain itu, dalam kurun waktu 10 tahun terakhir, terdapat 47 kejadian banjir yang mengakibatkan tergenangnya sawah seluas 6.106 ha. Salah satu faktor yang menyebabkan banjir tersebut adalah intensitas hujan yang tinggi di wilayah permukaan yang berdataran rendah. Kondisi tersebut menyebabkan kegagalan tanam dan berdampak pada kerugian ekonomi bagi para petani di Kabupaten Lombok Utara.

Untuk mengatasi dampak dari bencana banjir yang telah banyak terjadi ini, dirasa perlu untuk mengembangkan peta proyeksi kerentanan bencana banjir yang akan terjadi di Kabupaten Lombok Utara, NTB agar dapat dilakukan langkah antisipasi dini sehingga kerugian yang diakibatkan dapat diminimalisasi. Untuk memetakan kerentanan banjir, keluaran prediksi curah hujan dari *smart climate* model dibuat secara spasial dengan menggunakan metode *kriging* dan *dioverlay* dengan peta administrasi Kabupaten Lombok Utara, *digital elevation model* (Gambar 1.a), dan tata guna lahan (Gambar 1.b). Dengan menggunakan informasi koefisien *run off* pada tiap jenis tutupan lahan, informasi kerentanan akibat bencana banjir dapat diperoleh. Peta prediksi kerentanan banjir dibuat dalam skala bulanan untuk mengestimasi waktu dan wilayah yang berpotensi rentan akan bencana banjir di masa mendatang. Peta kerentanan banjir tersebut akan

membantu para petani untuk mengantisipasi potensi banjir yang akan terjadi dan melakukan manajemen air dengan sebaik mungkin.



Gambar 1. (a) Ilustrasi DEM Kabupaten Lombok Utara dan (b) Peta Tutupan Lahan Kabupaten Lombok Utara.

2. METODOLOGI

2.1 Model Prediksi Iklim Curah Hujan

Hasil proyeksi curah hujan dengan menggunakan *smart climate model* (SCM) berfungsi untuk memberikan informasi kapan potensi terjadinya curah hujan ekstrem, sehingga dapat diketahui kapan kejadian banjir berpotensi terjadi. Pemodelan prediksi curah hujan menggunakan SCM ini melalui tiga langkah utama, yaitu pembuatan model awal (*initial model*), model anomali (*anomaly model*) dan model

akhir (final model). Data curah hujan digunakan untuk membuat persamaan model awal. Setelah itu, data model awal didekati dengan persamaan deret Fourier orde ke-5. Pada tahap kedua yaitu pembuatan model anomali, digunakan persamaan *Fast Fourier Transform (FFT)* untuk “menangkap” fenomena-fenomena ekstrem yang terjadi. Fenomena ekstrem tersebut dapat berupa hujan yang sangat deras atau kekeringan yang sangat lama. Model akhir yang digunakan pada penelitian ini merupakan penggabungan antara fungsi model awal dan fungsi model anomali. Hasil dari model akhir diharapkan akan menjadi lebih akurat dengan adanya penggabungan antar dua model tersebut (Susandi, A., dkk., 2014; Tamamadin, dkk., 2014).

Kemudian hasil prediksi model iklim tersebut diuji dengan menghitung R-square, R-skill, dan RMSE. R-square merupakan sebuah nilai yang mengindikasikan seberapa mirip kurva persamaan hasil prediksi model terhadap data observasi. Semakin mirip data observasi dengan persamaan model, maka nilai R-Square akan semakin mendekati nilai +1. Nilai 0 mengindikasikan bahwa kurva antara data observasi dengan data hasil prediksi tidak cocok sama sekali (Collin, 1997). Untuk menghindari indeks yang melambung dari *forecast skill* yang dihasilkan oleh R-square dan R-skill, perhitungan nilai RMSE dilibatkan. Ketika data prediksi dan observasi sama nilai RMSE menunjukkan 0, meskipun demikian nilai RMSE ini bukanlah nilai yang distandardisasi dan tidak memiliki batas nilai atas (Mielke dkk., 1996).

2.2. Peta Proyeksi Persebaran Curah Hujan

Hasil prediksi curah hujan bulanan kemudian dijadikan dasar untuk membuat peta proyeksi persebaran curah hujan untuk memberikan informasi mengenai waktu dan daerah yang berpotensi memiliki intensitas yang tinggi. Untuk membuat peta proyeksi persebaran curah hujan tersebut, kami menggunakan perangkat lunak sistem informasi geografis (SIG).

Hasil dari model prediksi iklim curah hujan pada tiap stasiun dan tiap bulan kemudian diolah menjadi peta spasial dengan metode *kriging* untuk setiap bulan. *Kriging* merupakan sebuah metode interpolasi stokastik yang secara umum diakui sebagai sebuah metode standard untuk pendekatan interpolasi berdasarkan pada pengukuran skalar pada titik-titik yang berbeda (Journel, dkk., 1981; Isaaks, dkk., 1989).

2.3. Peta Kerentanan Bencana Banjir Akibat Luapan Air Sungai, Tutupan Lahan dan Kemiringan Lereng

Kerentanan banjir akibat luapan air sungai dilakukan dengan melakukan analisis delenai DAS melalui *software GIS*, sedangkan kerentanan bencana banjir akibat tutupan lahan dan kemiringan lereng dibuat dengan menggunakan teknik *overlay* parameter-parameter banjir yang masing-masing parameter sudah diberi skor untuk mendapatkan zonasi kerentanan banjir. Pemberian bobot pada masing-masing parameter atau variabel berbeda-beda, yaitu dengan memperhatikan seberapa pengaruh parameter-parameter tersebut terhadap terjadinya banjir.

Tabel 1. Klasifikasi Kemiringan Lereng (Sumber: Chow, 1964 dalam Adriyani, dkk. (2010) dengan modifikasi penulis)

No.	Kemiringan Lereng (%)	Harkat	Bobot	Skor
1	0 - 8	5	5	25
2	9 - 15	4	5	20
3	16 - 25	3	5	15
4	26 - 40	2	5	10
5	> 41	1	5	5

Informasi-informasi pada Tabel 1 dan 2 digunakan untuk menghitung skor kerentanan dan untuk mendapatkan nilai interval kelas kerentanan banjir dilakukan perhitungan dengan persamaan (1).

$$K_i = \frac{(X_t - X_r)}{k} \quad (1)$$

Dengan K_i merupakan kelas integral, X_t merupakan data tertinggi, X_r data terendah dan k merupakan jumlah kelas yang diinginkan.

Tabel 2. Klasifikasi Tutupan Lahan (Sumber: Meijerink (1970) dalam Andriyani, dkk. (2010) Dengan Modifikasi Penulis)

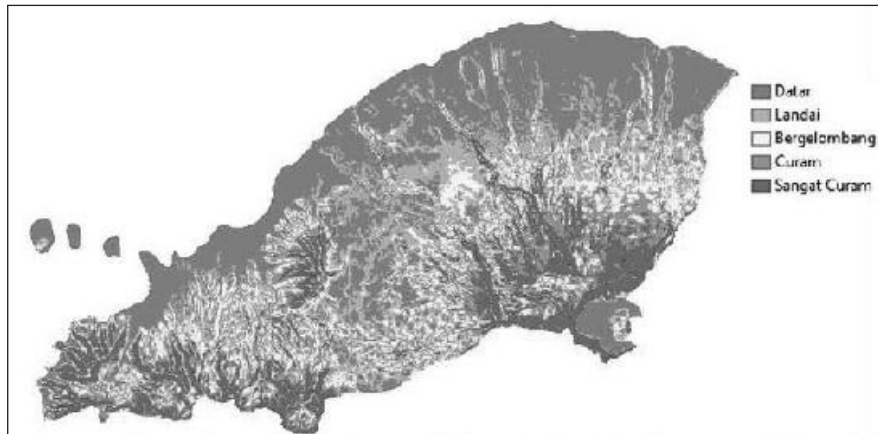
No.	Kemiringan Lereng (%)	Harkat	Bobot	Skor
1	Lahan terbuka, sungai, waduk, rawa	2	5	25
2	Permukiman, kebun campuran, tanaman pekarangan	2	4	20
3	Pertanian, sawah, tegalan	2	3	15
4	Perkebunan, semak	2	2	10
5	Hutan	2	1	5

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk bahasan kerentanan banjir di wilayah Kabupaten Lombok Utara ini akan dibagi menjadi 3 bahasan, yaitu kemiringan lereng, kerentanan banjir akibat luapan sungai, dan kerentanan banjir akibat tutupan lahan dan kemiringan lereng. Sedangkan faktor utama yang menyebabkan kerentanan banjir ini adalah curah hujan ekstrim yang telah diprediksikan menggunakan SCM.

3.1. Kemiringan Lereng

Dilihat dari kemiringan lereng tersebut, maka potensi kerentanan banjir yang paling tinggi terjadi di wilayah yang landai dan datar. Karena pada daerah inilah, air hujan akan dapat menggenang akibat akumulasi air hujan dari dataran tinggi dan juga air sebagai hasil dari hujan di wilayah setempat. Kondisi kemiringan lereng yang sangat curam akan juga berpengaruh pada kecepatan air yang sampai pada permukaan datar. Oleh karena itu, semakin curam suatu kemiringan lereng akan juga mempertinggi kerentanan banjir di wilayah datar yang berdekatan dengan wilayah lereng yang sangat curam.



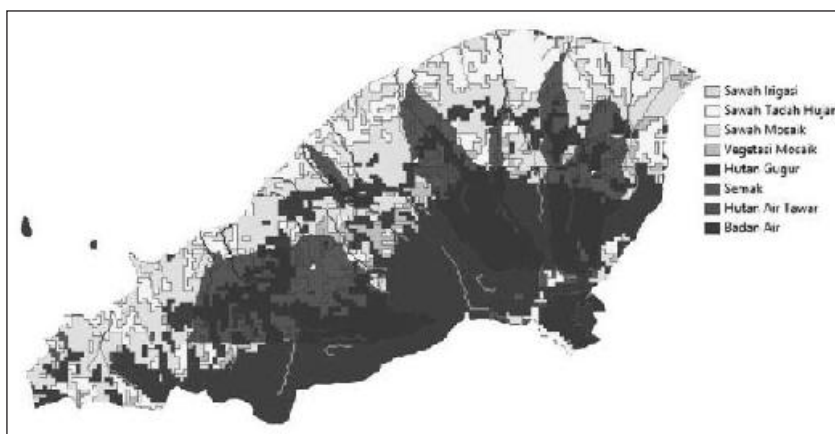
Gambar 2. Merupakan Peta Kemiringan Lereng di Kabupaten Lombok Utara yang Diolah Dari Data Citra Satelit SRTM. Untuk Klasifikasi Kemiringannya Digunakan Metode Klasifikasi Menurut Chow, 1964 Dalam Adriyani, Dkk. (2010) Seperti yang Disajikan Pada Tabel 1. Seperti yang Dapat Dilihat Pada Gambar 2 Bahwa Bagian Barat Kabupaten Lombok Utara Memiliki Kemiringan Lereng Yang Sangat Curam (Berwarna Merah), Sehingga Berpotensi Terjadinya Banjir Ketika Terjadi Curah Hujan Ekstrim di Wilayah Tersebut.

3.2. Kerentanan Banjir Akibat Luapan Air Sungai

Banjir biasanya terjadi di wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) karena daerah ini merupakan area yang memiliki struktur topografi yang lebih rendah dibanding daerah sekitarnya. Baik di wilayah pedesaan atau perkotaan, wilayah DAS selalu menjadi daerah yang paling rentan untuk kejadian banjir. Untuk itu dalam pemetaan kerentanan banjir, khususnya di wilayah Lombok Utara, peta DAS menjadi salah satu input penting setelah dikombinasikan dengan parameter curah hujan.

Seperti yang terlihat pada Gambar 3 bahwa terdapat lima daerah utama yang berpotensi rentan terhadap banjir akibat luapan air sungai. Ketika terjadi hujan ekstrim di wilayah Kabupaten Lombok Utara,

kelima daerah sawah yang ditandai dengan lingkaran warna merah berpotensi terjadi banjir akibat luapan air sungai. Banjir diperkirakan akan terjadi di wilayah DAS bagian Utara karena memiliki topografi yang lebih rendah dibanding wilayah Selatan. Selain itu, wilayah Selatan merupakan daerah hilir yang memiliki anak-anak sungai yang menyebabkan kerentanan banjir semakin tinggi. Oleh karena itu, wilayah Utara sebagai daerah hulu akan menjadi sumber banjir untuk wilayah hilir. Kondisi paling rentan banjir akan terjadi jika curah hujan di bagian hulu maupun hilir terjadi dalam selisih waktu yang tidak jauh berbeda yang akan menyebabkan banjir kombinasi curah hujan di dua wilayah (Utara dan Selatan).



Gambar 3. Peta Kerentanan Banjir Akibat Luapan Air Sungai

3.3. Kerentanan Banjir karena Tutupan Lahan dan Kemiringan Lereng

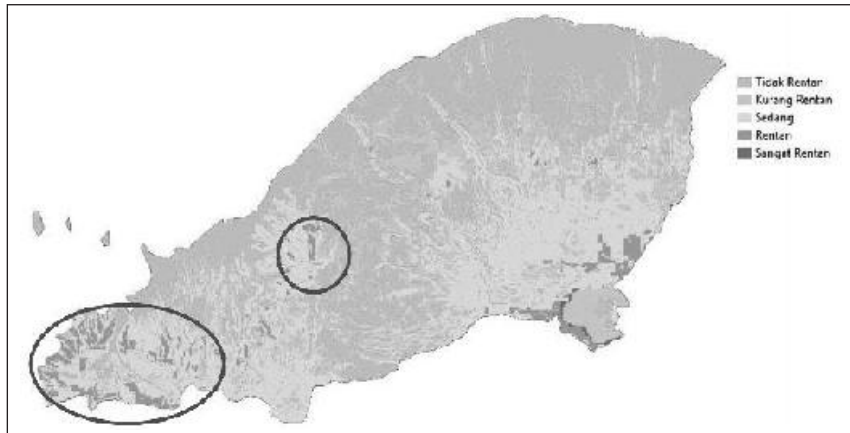
Dalam penelitian ini, indeks kerentanan banjir dihitung menggunakan persamaan (1) dengan melakukan pembobotan terhadap kemiringan lereng dan tutupan lahan sehingga didapatkan skor kerentanan banjirnya. Berdasarkan hasil perhitungan kelas interval diperoleh kelas tingkat kerentanan banjir seperti yang tersaji dalam Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi Kelas Kerentanan Banjir

No.	Tingkat Kerentanan	Skor
1	Sangat rentan	> 35
2	Rentan	28 – 34
3	Sedang	21 – 27
4	Kurang rentan	14 – 20
5	Tidak rentan	7 – 13

Berdasarkan peta kerentanan banjir karena tutupan lahan dan kemiringan lereng (Gambar 4) terdapat dua wilayah utama yang rentan. Sehingga ketika terjadi hujan dengan intensitas tinggi perlu diwaspadai pada dua wilayah yang diberi lingkaran warna merah pada Gambar 4 karena pada wilayah tersebut cukup rentan terhadap bencana banjir.

Jika melihat siklus hidrologi, karakteristik tanah pedesaan dan hutan secara umum lebih mampu mengendalikan proses sirkulasi hujan secara alamiah akibat daya dukung kemampuan tanah terhadap resapannya. Pada peta kerentanan banjir di Kabupaten Lombok Utara di atas, tutupan lahan di wilayah bagian Utara lebih didominasi oleh persawahan. Berbeda dengan wilayah hulu di bagian Utara, daerah tersebut lebih banyak hutan yang lebih mampu mengendalikan sirkulasi air. Di masa mendatang, jika perubahan tata guna lahan untuk pemukiman di wilayah hilir (bagian Utara) semakin meningkat, maka kondisi kerentanan banjir diperkirakan akan semakin tinggi. Kondisi tersebut akan mirip dengan karakteristik wilayah perkotaan. Penggunaan tanah di perkotaan, karena padatnya bangunan pancang dan beton, menyebabkan sirkulasi air relatif terganggu dan dicirikan oleh besaran laju limpasan air. Karena kurang mempunyai daya tampung aliran (saluran drainase dan badan sungai), akan semakin sering menyebabkan genangan (banjir).



Gambar 4. Peta Kerentanan Banjir karena Tutupan Lahan dan Kemiringan Lereng

4. KESIMPULAN

Kabupaten Lombok Utara memang rentan terhadap kejadian banjir baik itu yang diakibatkan oleh luapan air sungai maupun karena berubahnya tutupan lahan yang ditambah dengan kondisi kemiringan lerengnya. Terdapat lima wilayah utama yang rentan terhadap bencana banjir akibat luapan air sungai, dan kelimanya merupakan daerah pemukiman dan sawah. Selain itu, Kabupaten Lombok Utara bagian barat rentan terhadap banjir yang diakibatkan perubahan tutupan lahan dan kondisi kemiringan lereng. Sehingga dengan mengetahui proyeksi curah hujan bulanan pada wilayah-wilayah tersebut dapat diketahui waktu daerah-daerah tersebut berpotensi dilanda banjir.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adriyani, Yusuf, M., Al Hidayah, Lestari, A. S., Ulifani D. Z. 2010. Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) Kerawanan Bahaya Banjir DAS Bengawan Solo Hulu Berbasis Web. Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Chow, V.T. 1984. Hand Book of Applied Hydrology. McGraw-Hill. International Book Company: New York.
3. Colin Cameron, A.; Windmeijer, Frank A.G.; Gramajo, H; Cane, DE; Khosla, C. (1997). An R-squared measure of goodness of fit for some common nonlinear regression models. *Journal of Econometrics* 77 (2): 1790-2.
4. Mielke, JR. P. W., Berry, K. J., Landsea, C. W., Gray, W. M. (1996). Artificial Skill and Validation in Meteorological Forecasting. *J. Weather and Forecasting*, 11, 153-169.
5. Susandi A., Tamamadin, M., Las, I., Jamal, E. (2014). Pengembangan Sistem Informasi Iklim Skala Dasarian Untuk Perencanaan Tanam Padi di Indramayu. *Penelitian Masalah Lingkungan di Indonesia 2014*.
6. Tamamadin, M., Susandi, A., Mukti, B. R., Las, I. (2014). Uji Perbandingan Model Iklim Dasarian dan Bulanan Pendekatan Fourier Non-linier untuk Menentukan Masa Tanam. *Prosiding Seminar PERTETA-HIPI-FTIP UNPAD*.

PERBANDINGAN UJI AUTOKORELASI SPASIAL GEARY'C DAN MORAN'I

(Studi Kasus : Bencana Banjir di Kecamatan Tarano, Kabupaten Sumbawa,
Provinsi Nusa Tenggara Barat Tahun 2015)

Oleh:

Anggara Setyabawana Putra^{a,*}

^aMahasiswa Program Studi Statistika, Konsentrasi Manajemen Bencana
FMIPA Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta 55584

*setyabawana@gmail.com

Abstrak

Moran's I dan Geary' C adalah dua metode pengujian yang dapat digunakan untuk melihat adakah autokorelasi spasial antar wilayah dan melihat pola sebaran. Dalam hal ini pengujian dilakukan dengan kasus jumlah kerusakan rumah terendam akibat bencana banjir yang melanda 5 desa di Kecamatan Tarano, Kabupaten Sumbawa, Provinsi Nusa Tenggara Barat Tahun 2015. Dari hasil penelitian dengan menggunakan Geary'C, nilai C adalah sebesar 0,67072 yang menunjukkan adanya autokorelasi positif, juga $0 < C (0,67072) < 1$, maka pola spasialnya adalah cluster, kemudian dilakukan Uji Hipotesis didapatkan Z_{hitung} sebesar $-1,8036 < Z_{\alpha:0,05} = 1,645$. Sedangkan dengan menggunakan Indeks Moran's I didapatkan nilai 0,163168, yang menunjukkan adanya autokorelasi positif, $I = 0,163168 > E(I) = -0,25$ juga menunjukkan pola spasial cluster, kemudian dilakukan Uji Hipotesis didapatkan Z_{hitung} sebesar $1,41 < Z_{\alpha:0,05} = 1,645$. Baik Geary' C maupun Moran's I menunjukkan kesamaan, yaitu pola spasial cluster dan adanya autokorelasi positif. Dari kedua uji hipotesis yang dilakukan dapat diartikan bahwa tidak ada keterkaitan jumlah rumah terendam banjir antar wilayah di daerah tersebut.

Kata Kunci: Indeks Moran's I, Geary'C, Banjir, Autokorelasi spasial.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nusa Tenggara Barat (NTB) merupakan salah satu provinsi yang memiliki banyak ancaman bencana. Dari 13 jenis ancaman bencana (BNPB, 2012) setidaknya ada 9 ancaman bencana yang terdapat di NTB, yaitu gempa bumi, abrasi, tsunami, banjir, letusan gunung berapi, tanah longsor, kekeringan, kebakaran hutan dan lahan, konflik sosial. Dalam beberapa bulan terakhir, bencana banjir mengancam berbagai daerah di Indonesia. Seperti banjir yang terjadi di Kecamatan Tarano, Kabupaten Sumbawa Provinsi NTB, telah melanda 5 desa, yakni Desa Banda, Desa Labuan Jambu, Desa Labuan Pidang, Desa Batulanteh dan Desa Labuan Bontong pada tanggal 20 Februari 2015, pukul 21.00 WIB. Banjir ini terjadi akibat adanya hujan deras dan air kiriman dari hulu, tekanan rendah di sekitar Australia menyebabkan banyak massa udara yang ditarik ke wilayah tersebut sehingga menyebabkan hujan lebat banyak terjadi di Jawa Timur, Bali, dan Nusa Tenggara dalam tiga hari terakhir (BNPB, 2015).

Banjir adalah suatu kejadian ketika debit air (air yang masuk ke suatu tempat dari curah hujan, limpahan atau *run up* pasang laut) lebih besar dari kredit air (air yang keluar dari tempat tersebut baik karena meresap ke dalam tanah, diupkan maupun dibuang ke tempat lain (Bakosurtanal, 2007). Beberapa faktor penyebab banjir adalah :

- Curah hujan tinggi
- Luapan air sungai akibat tingginya curah hujan di hulu sungai
- Runtuhnya bendungan
- Naiknya air laut (pasang/rob)
- Tsunami

Dalam pengkajian risiko bencana (PERKA BNPB No. 2, 2012), banjir merupakan salah satu bencana khusus yang menggunakan jenis *hazard* dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Bakosurtanal, diharapkan dengan demikian monitoring kejadian bencana banjir dapat dilakukan dengan baik dan potensi kejadian bencana tersebut dapat dikendalikan.

1.2. Autokorelasi Spasial

Autokorelasi spasial bertujuan untuk melihat korelasi antar variabel berdasarkan ruang. Apabila terdapat autokorelasi spasial, dapat diartikan bahwa nilai-nilai atau variabel pada daerah tertentu saling terkait dengan nilai-nilai atau variabel daerah lain yang berdekatan. Uji autokorelasi spasial, dapat dilakukan dengan beberapa metode, diantaranya adalah dengan melakukan perhitungan nilai Indeks Moran's I dan Geary'C. Indeks Moran's I dinyatakan sebagai berikut (Lee & Wong, 2001) :

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{W \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$W = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$$

Keterangan

I : Indeks Moran

n : Banyak lokasi kejadian

x_i : Jumlah kerusakan rumah terendam akibat banjir pada daerah i,

x_j : Jumlah kerusakan rumah terendam akibat banjir daerah j,

\bar{x} : Rata rata dari kerusakan rumah terendam akibat banjir,

W_{ij} : Elemen pada bobot matriks antara daerah i dan j,

W : Jumlah dari semua nilai sel pada bobot matriks

Variansi nilai Indeks Moran's I

$$Var(I) = \frac{n^2 S_1 - n S_2 + 3 S_0^2}{S_0^2 (n^2 - 1)}$$

Dimana :

$$S_0 = \sum_i^n \sum_j^n w_{ij}$$

$$S_1 = \frac{1}{2} \sum_i^n \sum_j^n (w_{ij} + w_{ji})^2$$

$$S_2 = \sum_i^n \left(\sum_j^n w_{kj} + \sum_k^n w_{ik} \right)^2$$

Identifikasi pola spasial (Lee & Wong, 2001) :

- $I = E_i$ menunjukkan pola menyebar tidak merata (tidak ada autokorelasi).
- $I > E_i$ menunjukkan pola spasial *cluster*.
- $I < E_i$ menunjukkan pola spasial menyebar.

Uji Hipotesis:

H0 : I = 0 Tidak ada keterkaitan antar wilayah

H1 : 0 < I < 1 Terdapat autokorelasi positif

H1 : I < 0 Terdapat autokorelasi negatif

Nilai I dapat diuji dengan persamaan berikut:

$$Z = \frac{1 - E(I)}{\sqrt{Var(I)}}$$

Dimana :

$$E(I) = I_0 = -\frac{1}{n-1}$$

Keterangan :

I : Indeks Moran

E(I) : Ekspektasi dari I

n : Banyak lokasi kejadian

Pengambilan keputusan dilakukan jika $Z_{hitung} > Z_{\alpha}$ atau $Z_{hitung} < -Z_{\alpha}$ maka tolak H_0

Untuk Geary'C dinyatakan sebagai berikut :

$$C = \frac{(n-1) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - x_j)^2}{2(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}) \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Keterangan

C : Nilai Geary

n : Banyak lokasi kejadian

x_i : Jumlah kerusakan rumah terendam akibat banjir pada daerah i,

x_j : Jumlah kerusakan rumah terendam akibat banjir daerah j,

\bar{x} : Rata rata dari kerusakan rumah terendam akibat banjir,

w_{ij} : Elemen pada bobot matriks antara daerah i dan j,

Variansi nilai Geary'C :

$$Var(C) = \frac{(2S_1 + S_2)(n-1) - 4(S_0)^2}{(S_0)^2 2(n-1)}$$

Dimana :

$$S_0 = \sum_i^n \sum_j^n w_{ij}$$

$$S_1 = \frac{1}{2} \sum_i^n \sum_j^n (w_{ij} + w_{ji})^2$$

$$S_2 = \sum_i^n \left(\sum_j^n w_{ki} + \sum_i^n w_{ik} \right)^2$$

Identifikasi pola spasial (Lee & Wong, 2001):

- $0 < C < 1$ menunjukkan pola *cluster*
- $C \sim 1$ menunjukkan pola spasial menyebar tidak merata
- $1 < C < 2$ menunjukkan pola spasial menyebar

Uji Hipotesis

H_0 : $C = 0$ tidak ada autokorelasi spasial

H_1 : $C \leq 1$ terdapat autokorelasi positif (indeks Geary's C bernilai kurang dari 1)

H_0 : $C > 1$ terdapat autokorelasi negatif (indeks Geary's C bernilai lebih dari 1).

Nilai C dapat diuji dengan persamaan berikut :

$$Z = \frac{1 - E(C)}{\sqrt{Var(C)}}$$

Dimana :

$$E(C) = -\frac{1}{n-1}$$

Keterangan :

- I : Nilai Geary C
- E(C) : Ekspektasi dari C
- n : Banyak lokasi kejadian

Pengambilan keputusan dilakukan jika $Z_{hitung} > Z_{\alpha}$ atau $Z_{hitung} < -Z_{\alpha}$ maka tolak H_0

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk membandingkan nilai Indeks Moran's I dengan Geary' C yang didapatkan dan melihat adakah keterkaitan jumlah rumah terendam banjir antar wilayah di Kecamatan Tarano, Kabupaten Sumbawa, Provinsi NTB tahun 2015.

2. METODOLOGI

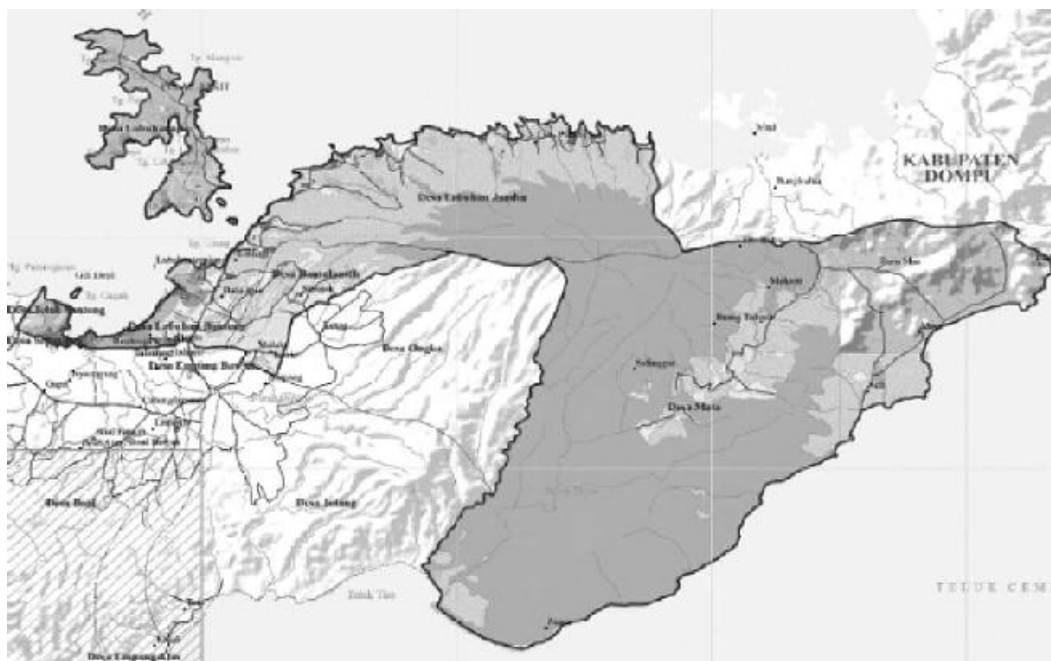
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa jumlah rumah terendam banjir di Kecamatan Tarano, Kabupaten Sumbawa, Provinsi NTB tahun 2015 yang dikeluarkan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana Alam.

Tabel 1. Data Kerusakan

No	Nama Desa	Banyak Unit
1	Desa Labuan Jambu	460 Unit Rumah terendam
2	Desa Labuan Pidang	150 Unit Rumah terendam
3	Desa Banda	400 Unit Rumah terendam
4	Desa Batulanteh	150 Unit Rumah terendam
5	Desa Labuan Bontong	10 Unit rumah Terendam

(Sumber:BNPB,2015)

Kemudian mengamati serta membuat matrik pembobot spasial dengan kriteria *Queen Contiguity* yaitu kriteria persinggungan yang meliputi semua persinggungan yang terjadi, baik itu yang berada pada sisi maupun ujung (vertek) dengan wilayah lain. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan peta berikut :



Gambar 1. Kabupaten Sumbawa (Sumber: Bappeda NTB, 2014)

Setelah didapatkan matrik pembobot spasial, kemudian dilakukan perhitungan nilai indeks Moran's I dan Geary' C.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi terdampak bencana banjir di Kecamatan Tarano, Kabupaten Sumbawa, NTB meliputi 5 desa, yaitu Desa Banda, Desa Labuan Jambu, Desa Labuan Pidang, Desa Batulanteh dan Desa Labuan Bontong. Dengan data wilayah tersebut, maka didapatkan matrik pembobot spasial berikut :

$$W_{ij} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan indeks Moran's I dan Geary'C, nilai Ekspektasi, Variansi serta nilai Z untuk uji hipotesisnya, didapatkan hasil berikut :

Tabel 2. Hasil Perhitungan

Indeks	Nilai indeks	Var	E	α	Z_{hitung}	Z_{tabel}
Moran's I	0,6707	0,0854	-0,25	0,05	1,4137	1,645
Geary'C	0,1632	0,1826	1	0,05	-1,8036	1,645

Uji Hipotesis Moran's I

- i. H_0 : tidak terdapat autokorelasi spasial
 H_1 : terdapat autokorelasi spasial positif
- ii. Tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$
- iii. Daerah kritis
Tolak H_0 jika $Z_{hitung} > Z_{tabel} = 1,645$
atau
 $Z_{hitung} < -Z_{tabel} = 1,645$
- iv. Statistik uji
Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, didapatkan $Z_{hitung} = 1,4137$
- v. Keputusan
Karena $Z_{hitung} < Z_{tabel}$, $1,4137 < 1,645$ maka gagal tolak H_0

Uji Hipotesis Geary'C

1. H_0 : tidak terdapat autokorelasi spasial
 H_1 : terdapat autokorelasi spasial positif
- ii. Tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$
- iii. Daerah kritis
Tolak H_0 jika $Z_{hitung} > Z_{tabel} = 1,645$
atau
 $Z_{hitung} < -Z_{tabel} = 1,645$
- iv. Statistik uji
Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, didapatkan $Z_{hitung} = -1,8036$
- v. Keputusan
Karena $Z_{hitung} < Z_{tabel}$, $-1,8036 < 1,645$ maka gagal tolak H_0

4. KESIMPULAN

Dalam perhitungan Indeks Moran's I didapatkan angka $I = 0,163168 > E(I) = -0,25$ menunjukkan pola *spasial cluster* kemudian pada perhitungan Geary'C didapatkan $0 < C (0,67072) < 1$ menunjukkan pola spasialnya juga adalah *cluster*. Sedangkan dari uji hipotesis yang dilakukan, didapatkan bahwa baik Nilai Indeks Moran's I maupun Geary'C gagal tolak H_0 atau tidak terdapat auto korelasi spasial. Dengan kata lain tidak ada keterkaitan jumlah rumah terendam banjir antar wilayah di daerah tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH (*Acknowledgement*)

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Deputi Bidang Pencegahan dan Kesiapsiagaan BNPB dan IABI, atas kesempatannya untuk mempublikasikan hasil penelitian, juga semua pihak yang membantu kelancaran penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arrowiyah & Sutikno. 2012. Spatial Pattern Analysis Kejadian Penyakit Demam Berdarah Dengue untuk Informasi Early Warning Bencana di Kota Surabaya. Surabaya: ITS.
2. [Http://bnpb.go.id/berita/2385/korban-banjir-bandang-sumbawa-memerlukan-bantuan-kebutuhan-dasar](http://bnpb.go.id/berita/2385/korban-banjir-bandang-sumbawa-memerlukan-bantuan-kebutuhan-dasar), Diakses pada 1 Maret 2015, Pukul : 12.16 WIB.
3. [Http://regional.kompas.com/read/2015/02/21/14525781/Banjir.Bandang.di.Sumbawa.Belasan.Rumah.Rusak.Berat](http://regional.kompas.com/read/2015/02/21/14525781/Banjir.Bandang.di.Sumbawa.Belasan.Rumah.Rusak.Berat).Diakses pada tanggal 13 Mei 2015, Pukul : 17.00 WIB
4. Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana No. 02 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana. Jakarta: BNPB
5. Rahayu, H.P dkk 2009. Banjir Dan Upaya Penanggulangannya. PROMISE Indonesia. Bandung.
6. Syafitri, U.D dkk. 2008. Pengujian Autokorelasi terhadap Sisaan Model Spatial Logistik. Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika 2008. Yogyakarta: UNY.

PEMETAAN GENANGAN BANJIR JAKARTA PERIODE 08-10 FEBRUARI 2015 MENGUNAKAN DATA PENGINDERAAN JAUH RADAR IMAGING SATELLITE 1 (RISAT-1) DUAL-POLARIZATION

Oleh:

**Fajar Yulianto^{a,1,*}, Junita Monika Pasaribu^{a,2}, Hana Listi^{a,3}, Indah Prasasti^{a,4},
Nanik Suryo Haryani^{a,5}, Parwati Sofan^{a,6}**

^aPusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN),
Jl. Kalisari LAPAN No. 8, Pasar Rebo Jakarta Timur 13710
E-mail: fajar.yulianto@lapan.go.id; fajar.lapan.rs@gmail.com

Abstrak

Ketersediaan data penginderaan jauh memiliki peranan penting dalam upaya respon cepat terhadap kejadian bencana di Indonesia. Pemanfaatannya dapat digunakan untuk melakukan pemetaan cepat daerah terdampak oleh bencana. Data Radar Imaging Satellite 1 (RISAT-1) merupakan citra satelit penginderaan jauh Synthetic Aperture Radar (SAR) dengan sistem perekaman aktif. Keunggulan dari teknologi SAR ini mampu menembus awan, beroperasi pada saat siang malam hari, dan dalam situasi kondisi cuaca ekstrim, sehingga penggunaannya sangat efektif dan diperlukan pada saat situasi tanggap darurat. Salah satu kejadian bencana banjir di Jakarta periode 08-10 Februari 2015 telah mengakibatkan lumpuhnya aktivitas kegiatan perekonomian dan kegiatan lainnya di daerah tersebut. Pemetaan daerah tergenang banjir perlu dilakukan untuk mengetahui lokasi-lokasi yang terdampak, dan dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan jalur evakuasi, tempat penampungan yang efektif, dan koordinasi antar instansi terkait dalam memberikan bantuan terhadap korban banjir. Metode pembuatan komposit warna pada data RISAT-1 dual polarization digunakan untuk mengetahui zonasi daerah tergenang banjir. Dual polarization pada data tersebut merekam wilayah DKI Jakarta dengan posisi arah gelombang hamburan balik (backscattering) secara Horizontal-Horizontal (HH) dan Horizontal-Vertical (HV). Adanya kombinasi dual polarization pada citra tersebut yang dijadikan komposit warna (Red (R): band HH; Green (G): band HV; dan Blue (B): rasio band HH/HV) mampu membedakan lokasi daerah tergenang banjir dan non banjir di DKI Jakarta dan sekitarnya.

Kata Kunci: RISAT-1, dual polarization, synthetic aperture radar (SAR), banjir, Jakarta.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang paling sering terjadi di seluruh dunia. Kejadiannya memiliki dampak yang serius terhadap kondisi sosial ekonomi di masyarakat. Dampak dari banjir dapat menyebabkan korban jiwa, kerusakan lingkungan, ekologi, lanskap, dan terhentinya aktivitas pelayanan masyarakat (Candela *et al.* 2014). Di Indonesia, bencana banjir memiliki frekuensi kejadian tertinggi atau sekitar 32% dari total seluruh kejadian bencana (BNPB 2012; Yulianto *et al.* 2015).

Hujan deras yang mengguyur wilayah di DKI Jakarta sejak Minggu (8 Februari 2015) hingga Senin (9 Februari 2015) telah menyebabkan genangan banjir di sebagian besar Ibu Kota, termasuk tergenangnya jalan-jalan protokol. Gambar 1 menunjukkan dampak dari genangan banjir yang telah menggenangi beberapa ruas jalan di Jakarta dan terganggunya aktivitas masyarakat. Berdasarkan catatan dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) DKI Jakarta (Tabel 1), kejadian banjir tersebut memberikan dampak besar di sekitar 112 kelurahan dari 32 kecamatan, jumlah jiwa terdampak adalah 75.285 jiwa dan 8.739 tercatat di pengungsian.



Gambar 1. Dampak Genangan Banjir Menggenangi Beberapa Ruas Jalan di Jakarta, dan Terganggunanya Aktivitas Masyarakat.

Upaya tanggap darurat dalam menghadapi kejadian bencana dapat dilakukan salah satunya dengan memetakan lokasi daerah tergenang atau terdampak oleh banjir. Hal tersebut dilakukan dengan tujuan untuk memberikan gambaran dan informasi penting kepada pihak-pihak terkait untuk keperluan, seperti: perencanaan evakuasi, penentuan lokasi pengungsian, dan inventarisasi kerugian banjir. Pemetaan daerah genangan banjir dapat dilakukan dengan berbagai pendekatan dan metode, seperti: survei lapangan, dan analisis pemanfaatan data penginderaan jauh. Pendekatan dengan survei lapangan memiliki keterbatasan waktu operasional yang lebih lama apabila cakupan wilayah terdampak banjir sangat luas, namun memberikan kelebihan terhadap akurasi yang dihasilkan. Sementara itu, analisis dan interpretasi data penginderaan jauh mampu mengatasi keterbatasan waktu operasional di lapangan dengan jangkauan yang sangat luas (Saba et al. 2010; Fiorucci et al. 2011; Mondini & Chang 2014).

Tabel 1. Catatan Wilayah Terdampak Genangan Banjir di Provinsi DKI Jakarta 09-11 Februari 2015

WILAYAH	KEC.	KEL.	RW	KK	JIWA TERDAMPAK	PENGUNGS
JAKARTA BARAT	8	23	114	4722	16397	2256
JAKARTA PUSAT	6	12	47	5792	17376	110
JAKARTA SELATAN	7	21	43	2671	9596	85
JAKARTA TIMUR	8	35	101	7560	28231	2563
JAKARTA UTARA	6	21	113	66	3685	3725
TOTAL	35	112	418	20811	75285	8739

Sumber: BPBD DKI Jakarta , 2015

Data penginderaan jauh telah banyak dimanfaatkan untuk pemetaan daerah genangan banjir, seperti yang telah dilakukan sebelumnya oleh Brivio et al. (1984) menggunakan Landsat MSS; Yueming et al. (2007) menggunakan Landsat TM; Blasco et al. (1992) menggunakan SPOT XS; Kuligowski (2011) menggunakan NOAA AVHRR; Shifeng et al. (2012) menggunakan data MODIS. Pada penelitian-penelitian tersebut dilakukan dengan menggunakan data penginderaan jauh optik. Penggunaannya akan menghasilkan informasi yang cukup baik, apabila dalam proses perekaman objek banjir tidak terkendala atau tertutup oleh awan. Data penginderaan jauh optik tidak dapat memberikan banyak informasi ketika objek dipermukaan bumi tertutup oleh awan, dengan kondisi cuaca buruk, dan cenderung dipengaruhi oleh kondisi atmosfer yang buruk. Sebagai alternatif penggantinya, terdapat data citra satelit penginderaan jauh *Synthetic Aperture Radar* (SAR). Pemanfaatannya dapat digunakan untuk memecahkan masalah yang terdapat dalam data penginderaan jauh optik, memiliki kemampuan menembus awan, dapat beroperasi pada kondisi cuaca buruk, dan dapat beroperasi baik pada siang atau malam hari (Dong et al. 2010; Yulianto et al. 2013; 2015). Pemanfaatan data SAR telah banyak dilakukan dalam mengidentifikasi dan mendeteksi daerah genangan banjir, seperti yang telah dilakukan oleh Huang et al. (2011) menggunakan data RADARSAT; Martinis et al. (2009) menggunakan data Terra SAR-X; Yulianto et al. (2015) menggunakan data ALOS PALSAR.

Yulianto et al. (2015) telah melakukan penelitian pemetaan daerah genangan banjir menggunakan data penginderaan jauh SAR. Pada penelitian tersebut, pemetaan daerah genangan dilakukan menggunakan pendekatan deteksi perubahan (*change detection*) pada multi temporal data penginderaan jauh ALOS PALSAR dengan akuisi data sebelum (*pre-*) dan sesudah (*post-*) terjadi banjir. Selanjutnya, analisis *Split-Based Approach* (SBA) dan *Normalized Change Index* (NCI) digunakan untuk mendetailkan informasi daerah genangan yang dipetakan.

Pada kegiatan ini, data Radar Imaging Sattelite 1 (RISAT-1) yang merupakan salah satu data generasi terbaru dari citra penginderaan jauh microwave SAR C-band dan diluncurkan oleh Indian Space Research Organisation (ISRO) pada 26 April 2012 (<http://www.isro.gov.in/Spacecraft/risat-1>), digunakan untuk memetakan daerah genangan banjir Jakarta pada periode 08-10 Februari 2015. Ketersediaan *Dual Polarization* pada proses perekaman data tersebut memberikan kemudahan dan keunggulan dalam memetakan genangan banjir. Pemetaan genangan banjir tersebut cukup dilakukan dengan menggunakan satu periode tanggal data dengan akuisisi sesudah (*post-*) terjadi banjir. Sehingga, ketersediaan data multi temporal untuk pemetaan daerah genangan banjir pada kegiatan ini tidak diperlukan. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mengetahui optimalisasi pemanfaatan data penginderaan jauh *RISAT-1* dual polarization dalam mengidentifikasi objek genangan banjir yang terjadi di Jakarta pada periode 08-10 Februari 2015.

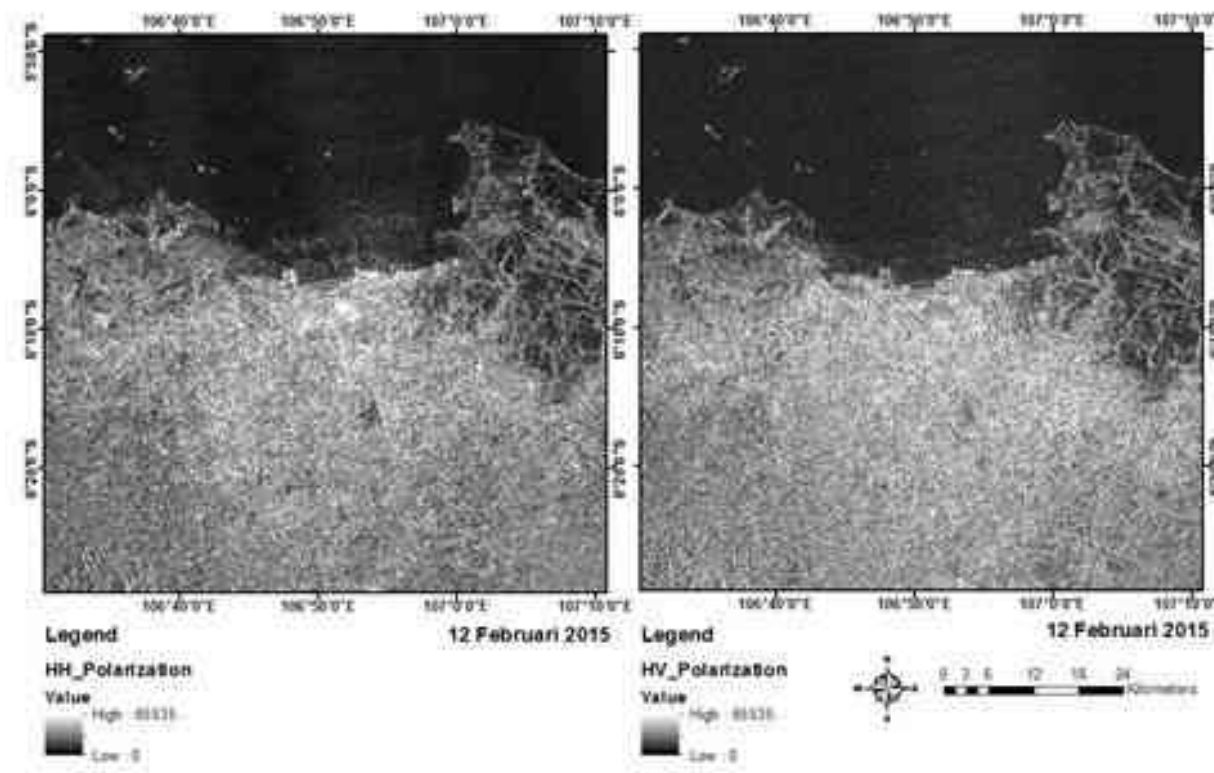
2. METODOLOGI

2.1. Bahan dan Alat

Data *RISAT-1 Dual Polarization* yang memiliki resolusi spasial 18 m, dengan akuisisi tanggal 12 Februari 2015 (sesudah banjir) digunakan dalam kegiatan ini untuk pemetaan daerah tergenang banjir di DKI Jakarta. *Dual Polarization* tersebut mencakup arah gelombang HH (Horizontal - Horizontal) dan HV (*Horizontal Vertical*). Gambar 2 menunjukkan ketersediaan data *RISAT-1* pada polarisasi HH dan HV yang digunakan untuk pemetaan daerah tergenang di DKI Jakarta. Data tersebut telah diakuisisi oleh Indian Space Research Organisation (ISRO) dengan informasi proyeksi citra dalam sistem koordinat Geografis dan *Universal Transverse Mercator* (UTM), format datum pada *World Geodetic Surveys 1984* atau (WGS84). Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ERMapper 7.0 dan ArcGIS 10.0.

2.2. Identifikasi Objek Genangan Banjir

Identifikasi objek daerah tergenang oleh banjir dapat dilakukan dengan pembentukan komposit warna pada data *RISAT-1 Dual Polarization*.

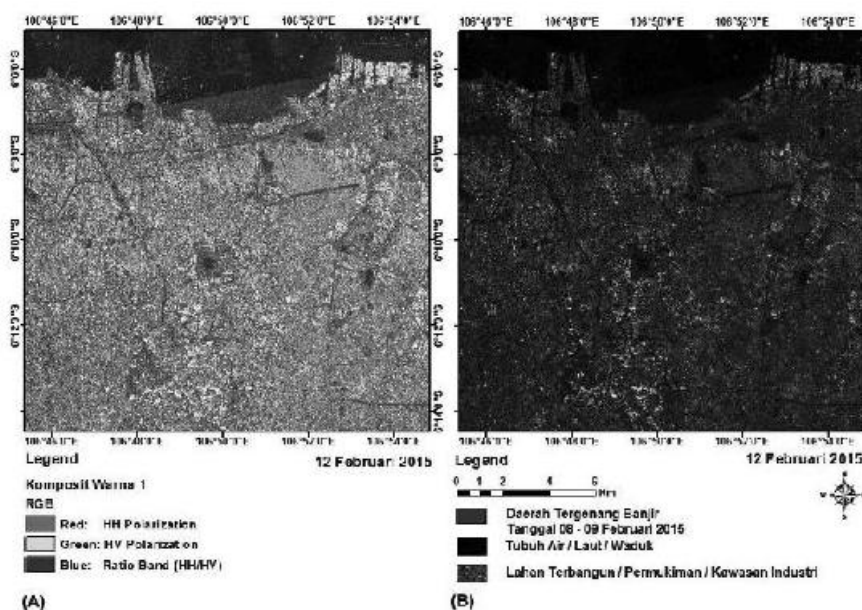


Gambar 2. (A) Data *RISAT-1* Yang Digunakan Untuk Pemetaan Daerah Tergenang Banjir Di DKI Jakarta, Pada Arah Gelombang Dengan Polarisasi HH (Horizontal - Horizontal), dan (B) Pada Arah Gelombang Dengan Polarisasi HV (Horizontal - Vertikal).

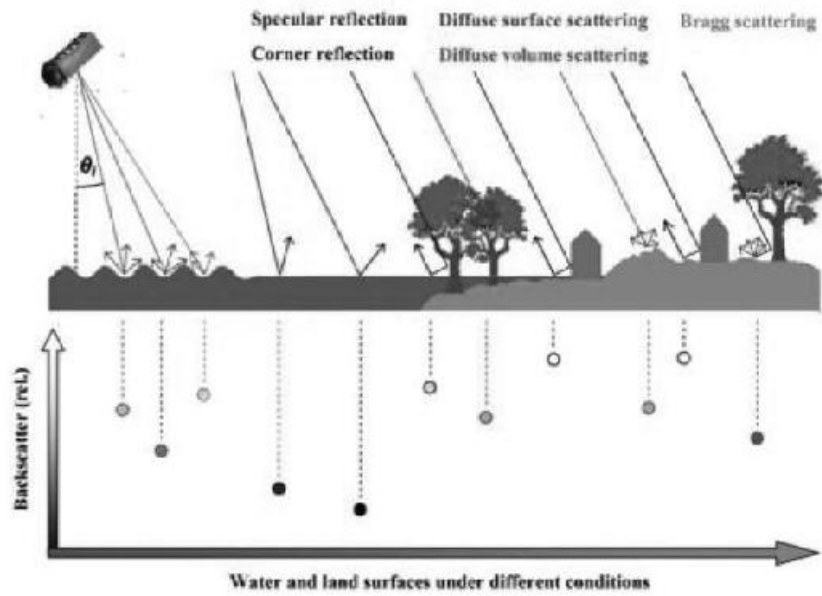
Komposit warna tersebut dilakukan dengan tujuan untuk membentuk visual warna yang lebih informatif, hal ini dikarenakan bahwa data yang terekam pada kedua polarisasinya memiliki gradasi warna pada rentang hitam dan putih sehingga dalam visualisasi kurang informatif bagi pengguna (*user*). Penggunaan *ratio band* diperhitungkan dengan membagi nilai polarisasi HH dengan HV (HH/HV). Selanjutnya, pembentukan komposit warna dapat dilakukan dengan komposisi Red (R): data polarisasi HH; Green (G): data polarisasi HV; dan Blue (B): *data ratio band* pada polarisasi HH/HV. Pengkelasan objek pada citra hasil komposit warna dapat dibagi menjadi dua, yaitu: daerah tergenang banjir dan non banjir. Pengklasifikasian dapat dilakukan dengan *supervised maximum likelihood*, yang berpedoman pada nilai piksel dan sudah dikategorikan objeknya atau dibuat dalam training sampel untuk masing-masing kelas objek daerah tergenang banjir dan non banjir.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

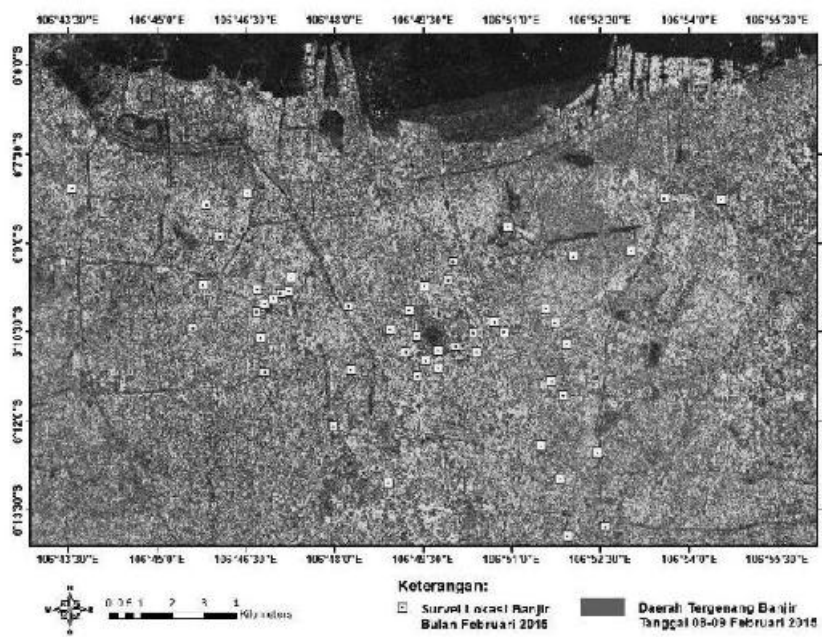
Hasil dari pembentukan komposit warna yang dilakukan dengan komposisi Red (R): polarisasi HH; Green (G): polarisasi HV; dan Blue (B): rasio HH/HV dapat disajikan pada Gambar 3a. Hasil pengkelasan daerah tergenang banjir dan non banjir dapat disajikan pada Gambar 3b. Daerah tergenang banjir pada periode 08-10 Februari 2015 tampak dan dapat ditunjukkan pada warna biru, yang tersebar di beberapa wilayah DKI Jakarta. Mekanisme pergerakan arah gelombang polarisasi HH dapat terjadi apabila gelombang polarisasi yang dipancarkan ke objek secara Horisontal (H) dan diterima oleh pemancar sensor gelombang secara Horisontal (H). Sedangkan, mekanisme pergerakan arah gelombang polarisasi HV dapat terjadi apabila gelombang polarisasi yang dipancarkan ke objek secara Horisontal (H) dan diterima oleh pemancar sensor secara Vertikal (V). Pada kondisi polarisasi HH dan HV objek daerah tergenang banjir di beberapa ruas jalan dan lokasi permukiman tampak berwarna terang karena mengalami *diffuse surface scattering*. Sedangkan, pada objek permukiman ataupun ruas jalan yang tidak tergenang oleh genangan banjir akan tampak berwarna lebih terang karena mengalami *diffuse volume scattering*. Beberapa objek lainnya, seperti tubuh air (sungai, laut, dan danau) yang cenderung memiliki permukaan datar atau flat tampak berwarna gelap karena terjadi *specular reflection*, dimana pancaran yang dipantulkan oleh objek menjauhi sensor sehingga tampak berwarna gelap. Perbedaan tampilan mekanisme pancaran hamburan balik pada polarisasi HH dan HV, dapat ditunjukkan pada Gambar 2a dan 2b. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pada citra polarisasi HH tampak lebih terang jika dibandingkan citra polarisasi HV. Mekanisme dan karakteristik hamburan balik pada data SAR secara umum dapat disajikan pada Gambar 4. Beberapa titik informasi dari media berita dan survei lapangan diperlukan untuk menunjukkan lokasi genangan di DKI Jakarta, yang dapat ditunjukkan pada Gambar 5. Hasil perhitungan tingkat akurasi belum dilakukan dalam kegiatan ini, namun beberapa informasi lokasi titik survei (pada Tabel 2) menunjukkan bahwa lokasi daerah tergenang memiliki posisi yang sama dan tepat pada daerah tergenang seperti yang terjadi pada citra hasil komposit warna.



Gambar 3. (A) Komposit Warna Yang Dilakukan Dengan Komposisi Red (R): Polarisasi HH; Green (G): Polarisasi HV; dan Blue (B): Rasio HH/HV. (B) Pengkelasan Daerah Tergenang Banjir dan Non Banjir.



Gambar 4. Mekanisme dan Karakteristik Pantulan Objek Pada Citra *Synthetic Aperture*.



Gambar 5. Pengkelasan Daerah Tergenang Banjir 08-10 Februari 2015 dan Titik Lokasi Pengamatan di Lapangan.

Tabel 2. Posisi Lokasi Daerah Tergenang dari Informasi Media Berita dan Survei Lapangan

No.	X	Y	Keterangan
1	106.823252	-6.187588	Jl. MH. Thamrin (depan Sarinah)
2	106.859483	-6.168539	Jl. Cempaka Baru
3	106.874233	-6.209089	Jl. Ahmad Yani
4	106.840101	-6.180606	Jl. Kwitang Raya
5	106.820972	-6.168932	Jl. Majapahit
6	106.820103	-6.180737	Jl. Bumi Kemuliaan
7	106.861194	-6.189027	Jl. Percetakan Negara

8	106.865555	-6.178331	Jl. Cempaka Putih Tengah
9	106.832023	-6.160501	Jl. Krekot Bunder Raya, Sawah Besar
10	106.839122	-6.175269	Jl. Senen Raya
11	106.845007	-6.172186	Jl. Bungur Besar 5
12	106.815631	-6.174319	Jl. Kesehatan
13	106.825575	-6.162109	Jl. Batu Ceper Raya
14	106.829226	-6.185033	Jl. Jaksa
15	106.862669	-6.156681	Jl. Kampung Irian I, Kemayoran
16	106.862256	-6.172377	Jl. Letjen Suprpto
17	106.825798	-6.183081	Jl. Kebon Sirih
18	106.823158	-6.176235	Jl. Medan Merdeka Barat
19	106.829250	-6.180184	Jl. Medan Merdeka Selatan (depan Gedung Danareksa)
20	106.834260	-6.179019	Jl. Batu (depan St. Gambir)
21	106.847616	-6.175000	Jl. Letjen Suprpto (Underpass Senen)
22	106.833593	-6.155255	Jl. Kartini 2
23	106.778155	-6.163131	Jl. Sosial, Daan Mogot
24	106.787217	-6.163662	Jl. Satria, Jelambar, Grogol
25	106.760281	-6.173846	Jl. Kedoya Raya
26	106.763017	-6.161940	Jl. Panjang (depan McD Green Garden)
27	106.909068	-6.137796	Jl. Perjuangan Raya
28	106.780332	-6.167194	Jl. Patra Raya
29	106.780342	-6.186240	Jl. Arjuna Selatan
30	106.777874	-6.169434	Jl. Kyai Tapa (depan Trisakti)
31	106.767724	-6.148187	Jl. Peternakan Raya (Kapuk)
32	106.787916	-6.159702	Jl. Latumenten
33	106.804607	-6.185678	Jl. Kota Bambu Utara
34	106.784721	-6.164318	Jl. Hadiah, Jelambar
35	106.799671	-6.201614	Jl. S. Parman (depan UNTAR)
36	106.803894	-6.167910	Jl. Roxy arah Season City
37	106.782701	-6.165766	Jl. Daan Mogot
38	106.779045	-6.176548	Jl. Mangga, Duri Kepa
39	106.763903	-6.139286	Jl. Kapuk Raya
40	106.726184	-6.134558	Jl. Kom KFT, Cengkareng
41	106.858096	-6.207042	Jl. Matraman Raya
42	106.876252	-6.229950	Jl. DI Panjaitan
43	106.864518	-6.192923	Jl. Pramuka (TL Matraman)
45	106.787957	-6.311301	Jl. H. Ipin Pondok Labu
46	106.796777	-6.260259	Jl. Fatmawati
47	106.887998	-6.153957	Jl. Yos Sudarso
48	106.775260	-6.135833	Jl. Kapuk Muara
49	106.891958	-6.145846	Jl. Boulevard Artha Gading (depan Mall Artha Gading)
50	106.863694	-6.216278	Kampung Pulo
51	106.848821	-6.145293	Jl. Benyamin Sueb, Pademangan, Jakut
52	106.815007	-6.217657	Benhil, Depan Atmajaya
53	106.859583	-6.259917	Rawa Jati
54	106.865610	-6.232500	Bidara Cina

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari uraian yang telah disampaikan sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan data penginderaan jauh RISAT-1 dual polarisasi mampu memvisualisasikan dan mengidentifikasi daerah tergenang banjir di DKI Jakarta yang terjadi pada periode 08-10 Februari 2015. Pemanfaatannya tidak memerlukan data secara multi temporal dan waktu karena tersedianya perekaman arah gelombang dual polarisasi. Sehingga, data temporal akan diperlukan kembali apabila ketersediaan arah gelombang dual polarisasi tidak terpenuhi saat perekaman.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kami sampaikan kepada *Indian Space Research Organisation (ISRO)* yang telah menyediakan akuisisi data RISAT-1 dan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) yang telah memfasilitasi dalam pengolahan dan operasional data, dan teman-teman para peneliti atas masukan dan sarannya. Kegiatan ini dilakukan dalam bentuk sosialisasi terhadap program *quick respon* bencana dalam pemanfaatan data penginderaan jauh, yang dikoordinasikan melalui program Sentinel Asia.

DAFTAR PUSTAKA

1. Blasco, F., Bellan, M.F., Chaudhury, M.U., 1992. Estimating the extent of floods in Bangladesh using SPOT data. *Remote Sens Environ* 39:167–178
2. Brivio, P.A., Gregoire, J.M., Zilioli, E., 1984. The detection of hydrological indicators in the study of Niger river regime by means of Landsat imageries. *ITC J* 3:191–199.
3. Candela, A., Brigandi, G., Aronica, G.T., 2014. Estimation of synthetic flood design hydrographs using a distributed rainfall–runoff model coupled with a copula-based single storm rainfall generator. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 14:1819–1833.
4. Dong, Y., Li, Q., Dou, A., Wang, X., 2010. Extracting damages caused by the 2008 Ms 8.0 Wenchuan earthquake from SAR remote sensing data. *J Asian Earth Sci* 40:907–914. doi:10.1016/j.jseaes.2010.07.009.
5. Fiorucci, F., Cardinali, M., Carlà, R., Rossi, M., Mondini, A.C., Santurri, L., Ardizzone, F., Guzzetti, F., 2011. Seasonal landslides mapping and estimation of landslide mobilization rates using aerial and satellite images. *Geomorphology* 129, 59–70.
6. Huang, S., Cai, X., Chen, X., Liu, D., 2011. Change detection method based on fractal model and wavelet transform for multitemporal SAR images. *Int J Appl Earth Obs Geoinf* 13:863–872. doi:10.1016/j.jag.2011.05.018.
7. Kuligowski, R.J., 2011. Satellite rainfall information for flood preparedness and response. In: *Use of satellite and in situ data to improve sustainability NATO science for peace and security series C: environmental security*, pp 31–39
8. Martinis, S., 2010. Automatic near real-time flood detection in high resolution X-band synthetic aperture radar satellite data using context-based classification on irregular graphs. Dissertation, Fakultät für Geowissenschaften, Ludwig-Maximilians-Universität München.
9. Martinis, S., Tuele, A., Voigt, S., 2009. Toward operational near real-time flood detection using a split-based automatic threshold procedure on high resolution TerraSAR-X Data. *Nat Hazard Earth Syst Sci* 9:303–314
10. Mondini, A.C., Chang, K., 2014. Combining spectral and geoenvironmental information for probabilistic event landslide mapping. *Geomorphology* 213, 183–189.
11. Saba, S.B., van der Meijde, M., van der Werff, H., 2010. Spatio temporal landslide detection for the 2005 Kashmir earthquake region. *Geomorphology* 124, 17–25.
12. Shifeng, H., Jinggang, L., Mei, X., 2012. Water surface variations monitoring and flood hazard analysis in Dongting Lake area using long-term Terra/MODIS data time series. *Nat Hazard* 62(1):93–100.
13. Yueming, Q., Haiqiao, T., Xing, L., 2007. Geomorphologic study of anhui section of Changjiang River using Landsat TM image. *Chin Geogr Sci* 17(3):250–256.
14. Yulianto, F., Sofan, P., Khomarudin, M.R., Haidar, M., 2013. Extracting the damaging effect of the 2010 eruption of Merapi volcano in Central Java, Indonesia. *Nat Hazards* 66:229–247. doi:10.1007/s11069-012-0438-4.
15. Yulianto, F., Sofan, P., Zubaidah, A., Sukowati, K.A.D., Pasaribu, J.M., Khomarudin, M.R., 2015. Detecting areas affected by flood using multi-temporal ALOS PALSAR remotely sensed data in Karawang, West Java, Indonesia. *Nat Hazards*, 77:959–985.

MANAJEMEN RISIKO BANJIR DI KABUPATEN LAMONGAN

Oleh:

Agus A. Wahid M.* , Sudibyakto, Sunarto

^aMagister Manajemen Bencana, Sekolah Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada
Jl. Teknik Utara, Pogung, Sleman, Yogyakarta, 55281

*agusawahid@yahoo.com

Abstrak

Banjir yang terjadi hampir setiap tahun di wilayah Kabupaten Lamongan khususnya wilayah di sekitar Bengawan Solo dan Bengawan Jero yang berakibat pada besarnya kerugian atau dampak yang ditimbulkan merupakan masalah yang melatarbelakangi kajian tentang manajemen risiko banjir di Kabupaten Lamongan. Penilaian bahaya, kerentanan, kapasitas dan risiko banjir dianalisis secara kuantitatif dengan metode skoring dan pembobotan yang kemudian dilakukan analisis spasial dengan bantuan perangkat lunak ArcGIS 10.2. Manajemen risiko banjir dianalisis secara kualitatif berdasarkan hasil wawancara secara mendalam dengan responden yang ditentukan secara purposif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahaya banjir dengan tingkat sedang hingga tinggi terletak di 10 kecamatan wilayah Kabupaten Lamongan. Sebagian besar tingkat kerentanan masyarakat yang terdapat di kawasan bahaya banjir mempunyai tingkat kerentanan sedang berjumlah 128 desa dari 205 desa, sedangkan masyarakat yang mempunyai tingkat kerentanan rendah 76 desa. Kapasitas masyarakat yang terdapat di kawasan bahaya banjir sebagian besar termasuk dalam tingkatan sedang yaitu berjumlah 165 dari 205 desa. Luas wilayah yang mempunyai tingkat risiko banjir tinggi adalah 7.236,84 ha (4,14%), sedangkan wilayah yang mempunyai tingkat risiko banjir sedang dan rendah berturut-turut adalah 19.522,41 (11,17%) dan 148.045,24 (86,69%). Manajemen risiko banjir di Kabupaten Lamongan sudah berjalan dengan baik. Hal itu dilihat dari berkurangnya dampak yang ditimbulkan oleh bencana banjir, meskipun masih ada beberapa kekurangan dari sisi kelembagaan, kebijakan, mekanisme penanganan, dan partisipasi masyarakat.

Kata Kunci: Manajemen risiko, bencana, banjir.

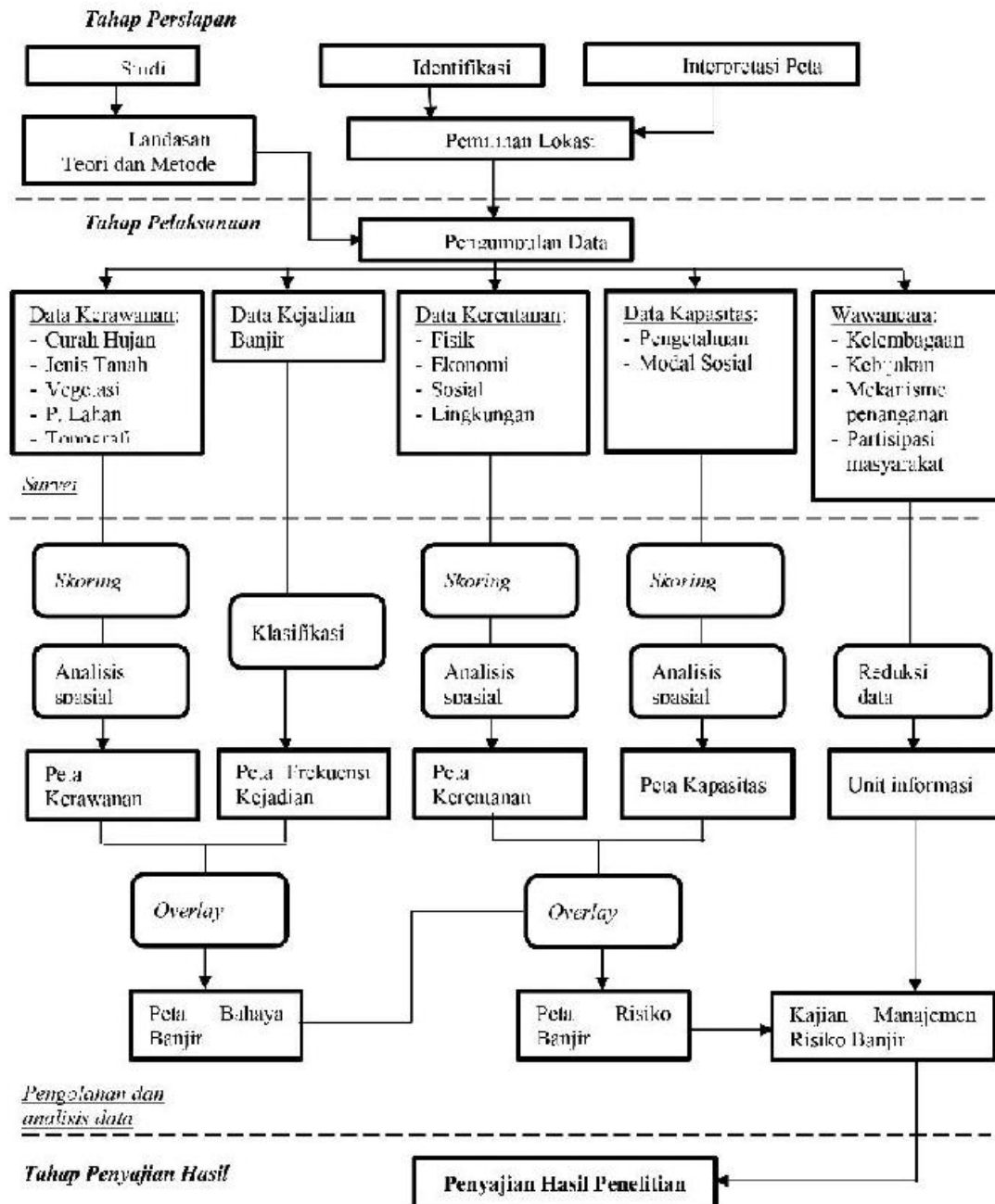
1. PENDAHULUAN

Wilayah Kabupaten Lamongan yang tergenang secara periodik tercatat seluas 29.273 ha atau 16,15 %, sedangkan untuk wilayah yang tergenang terus-menerus seluas 612 ha atau 0.34% dari luas wilayah Kabupaten Lamongan. Berdasarkan data dasar Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Lamongan dapat diketahui bahwa dari 8 (delapan) kecamatan yang termasuk dalam kawasan rawan banjir, sebagian besar mempunyai tingkat kerawanan sedang dan tinggi. Delapan kecamatan tersebut terdapat 20 desa yang mempunyai tingkat kerawanan tinggi, 25 desa yang mempunyai tingkat kerawanan sedang dan 4 desa yang tingkat kerawanannya rendah. Berbagai upaya yang telah dilakukan pemerintah selama ini masih perlu peningkatan lagi.

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) (2010) mengemukakan bahwa dalam menghadapi bencana alam diperlukan adanya suatu pengelolaan yang bersifat terpadu, terkoordinasi dan menyeluruh. Kajian manajemen risiko banjir harus dilakukan secara sistematis dan terintegrasi (Bruijn, dkk., 2007). Hal tersebut yang menjadi dasar pentingnya dilakukan kajian tentang manajemen risiko banjir di Kabupaten Lamongan. Penelitian ini bertujuan untuk: a) mengidentifikasi tingkat bahaya banjir di Kabupaten Lamongan, b) mengetahui tingkat kerentanan dan kapasitas masyarakat dalam menghadapi banjir di Kabupaten Lamongan, c) menilai tingkat risiko banjir di Kabupaten Lamongan, dan d) mengkaji manajemen risiko banjir di Kabupaten Lamongan.

2. METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan campuran antara kuantitatif dan kualitatif. Hal tersebut dilakukan untuk lebih memahami kondisi manajemen risiko bencana banjir di Kabupaten Lamongan dengan membandingkan hasil penelitian dengan dua pendekatan tersebut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penilaian bahaya banjir, kerentanan dan kapasitas masyarakat serta risiko banjir dilakukan secara kuantitatif dengan menggunakan metode pembobotan dan penskoran, sedangkan dalam pelaksanaan kajian manajemen risiko banjir di Kabupaten Lamongan dilakukan secara kualitatif model Miles and Hubberman berdasarkan hasil wawancara secara mendalam tentang kelembagaan, kebijakan, mekanisme penanganan dan partisipasi masyarakat kepada informan yang dipilih secara purposif. Aktivitas dalam analisis data dilakukan secara interaktif dan berlangsung secara terus menerus secara tuntas, sehingga datanya jenuh (Miles and Huberman, 1992).

Tahapan penelitian ini dibagi menjadi tiga tahapan yaitu tahap persiapan penelitian, pelaksanaan penelitian dan penyajian hasil penelitian. Kegiatan persiapan penelitian meliputi studi pustaka, penentuan lokasi, penentuan informan, dan persiapan lapangan. Pelaksanaan penelitian mencakup dua kegiatan yaitu tahap survei lapangan dan pengolahan dan analisis data. Tahap survei lapangan meliputi pengumpulan data sekunder dan pengumpulan data primer, sedangkan tahap pengolahan dan analisis data meliputi penilaian bahaya banjir, penilaian kerentanan, penilaian kapasitas, penilaian risiko banjir dan kajian manajemen risiko banjir di Kabupaten Lamongan. Data hasil penelitian disajikan dalam bentuk data spasial berupa peta, tabel, dan deskriptif. Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Bahaya Banjir

Bahaya banjir di Kabupaten Lamongan dipengaruhi oleh kondisi fisik Kabupaten Lamongan yang mencakup kondisi tata guna lahan, topografi, intensitas hujan, kerapatan vegetasi, jenis tanah serta frekuensi kejadian banjir di Kabupaten Lamongan. Identifikasi bahaya banjir awali dengan menganalisis tingkat kerawanan berdasarkan kondisi fisik wilayah yang kemudian divalidasi dengan frekuensi kejadian banjir. Hasil analisis tingkat bahaya banjir di Kabupaten Lamongan dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 4.8 diketahui bahwa 3 wilayah dengan tingkat bahaya tinggi terluas yaitu Kecamatan Laren, Glagah, dan Karangbinangun dengan luas masing-masing 2.505,64 ha, 1387,09 ha dan 1.131,79 ha. Banyaknya penduduk yang tetap bertahan untuk bermukim di kawasan dalam tanggul merupakan salah satu faktor yang menyebabkan wilayah-wilayah tersebut mempunyai tingkat bahaya banjir tinggi, selain kondisi topografi yang datar.

Tabel 1. Bahaya Banjir Setiap Kecamatan di Kabupaten Lamongan

No.	Kecamatan	Tingkat bahaya	Luas (ha)	Jumlah (ha)
1	Babat	Rendah	5093.43	6508.58
		Sedang	812.67	
		Tinggi	602.48	
2	Bluluk	Rendah	6008.07	6008.07
3	Brondong	Rendah	7505.06	7505.06
4	Deket	Rendah	3057.78	4371.99
		Sedang	520.88	
		Tinggi	793.33	
5	Glagah	Rendah	2734.75	5049.47
		Sedang	927.63	
		Tinggi	1387.09	
6	Kalitengah	Rendah	1840.57	3708.73
		Sedang	977.94	
		Tinggi	890.22	
7	Karangbinangun	Rendah	869.61	4689.19
		Sedang	2687.79	
		Tinggi	1131.79	
8	Karanggeneng	Rendah	3501.88	4193.69
		Sedang	617.19	
		Tinggi	74.62	
9	Kedungpring	Rendah	8458.73	8458.73
10	Kembangbahu	Rendah	6778.16	6778.16
11	Lamongan	Rendah	4173.33	4173.33

12	Laren	Rendah	2552.91	9834.11
		Sedang	4775.56	
		Tinggi	2505.64	
13	Maduran	Rendah	2212.88	3116.65
		Sedang	872.75	
		Tinggi	31.03	
14	Mantup	Rendah	9147.55	9147.55
15	Modo	Rendah	8223.69	8223.69
16	Ngimbang	Rendah	9459.66	9459.66
17	Paciran	Rendah	5765.04	5765.04
18	Pucuk	Rendah	4636.40	4636.40
19	Sambeng	Rendah	15253.44	15253.44
20	Sarirejo	Rendah	4968.02	4968.02
21	Sekaran	Rendah	4688.81	5341.45
		Sedang	575.90	
		Tinggi	76.74	
22	Solokuro	Rendah	9268.06	9268.06
23	Sugio	Rendah	8995.42	8995.42
24	Sukodadi	Rendah	4654.72	4654.72
25	Sukorame	Rendah	3827.59	3827.59
26	Tikung	Rendah	5584.46	5584.46
27	Turi	Rendah	2562.87	5283.22
		Sedang	2505.80	
		Tinggi	214.55	

Sumber: Hasil Analisis 2014

3.2. Kerentanan dan Kapasitas Masyarakat

Kerentanan dan kapasitas masyarakat yang diidentifikasi dalam penelitian ini dibatasi pada wilayah yang diperkirakan terdampak banjir selama 5 tahun terakhir. Wilayah tersebut mencakup 205 Desa yang terdapat di 10 kecamatan yaitu Kecamatan Babat, Laren, Sekaran, Maduran, Karangbinangun, Kalitengah, Karanggeneng, Glagah, Deket, dan Turi, sebagaimana terdapat dalam data kejadian banjir di Kabupaten Lamongan.

3.2.1 Kerentanan Masyarakat

Kerentanan merupakan kondisi pada suatu komunitas atau masyarakat yang mengarah atau menyebabkan ketidakmampuan dalam menghadapi ancaman bahaya. Penilaian kerentanan masyarakat terhadap bencana banjir dalam penelitian ini mencakup 4 tipe kerentanan yaitu kerentanan sosial, ekonomi, fisik, dan lingkungan.

Tingkat kerentanan masyarakat di 10 kecamatan Kabupaten Lamongan yang terdampak banjir selama 5 tahun terakhir. Sebaran desa yang mempunyai tingkat kerentanan masyarakat di kawasan bahaya banjir Kabupaten Lamongan dapat dilihat pada Tabel 2.

Hasil analisis yang pada Tabel 2 menunjukkan bahwa wilayah kecamatan yang mempunyai tingkat kerentanan masyarakat rendah hanya terdapat di Kecamatan Glagah yang berjumlah 1 desa. Wilayah kecamatan yang mempunyai jumlah desa terbanyak dengan tingkat kerentanan sedang dan tinggi secara berturut-turut yaitu Kecamatan Glagah yang berjumlah 28 desa dan Kecamatan Babat yang berjumlah 16 desa.

3.2.2. Kapasitas Masyarakat

Kapasitas masyarakat dalam menghadapi banjir merupakan kemampuan yang dapat dilakukan masyarakat baik sebagai individu maupun kelompok dalam menghadapi ancaman bencana banjir.

Tabel 2. Data Sebaran Tingkat Kerentanan Masyarakat Kabupaten Lamongan

No.	Kecamatan	Jumlah Desa dengan Kerentanan		
		Rendah	Sedang	Tinggi
1	Babat	0	7	16
2	Deket	0	13	4
3	Glagah	1	28	0
4	Karangbinangun	0	16	5
5	Turi	0	11	8
6	Kalitengah	0	10	10
7	Karang geneng	0	6	12
8	Sekaran	0	18	3
9	Maduran	0	5	12
10	Laren	0	14	6
Total		1	128	76

Sumber: Hasil Analisis 2014

Identifikasi kapasitas masyarakat Kabupaten Lamongan dalam menghadapi bencana banjir didasarkan pada beberapa indikator yaitu pengetahuan yang meliputi pengalaman menghadapi banjir, penyuluhan bencana, dan modal sosial yang meliputi kegiatan pelayanan kesehatan (posyandu), kegiatan tim keamanan desa, kegiatan kerja bakti, serta kehadiran organisasi kemasyarakatan (ormas).

Hasil analisis tingkat kapasitas masyarakat dalam menghadapi bencana banjir di Kabupaten Lamongan berada dalam tingkatan sedang sampai tinggi. Sebaran tingkat kapasitas masyarakat di Kabupaten Lamongan yang terletak di kawasan bahaya banjir secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Sebaran Tingkat Kapasitas Masyarakat Kabupaten Lamongan

No.	Kecamatan	Jumlah Desa dengan Kapasitas		
		Rendah	Sedang	Tinggi
1	Babat	0	15	8
2	Deket	0	14	3
3	Glagah	0	27	2
4	Karangbinangun	0	8	13
5	Turi	0	17	2
6	Kalitengah	0	20	0
7	Karang geneng	0	18	0
8	Sekaran	0	21	0
9	Maduran	0	17	0
10	Laren	0	8	12
Total		0	165	40

Sumber: Hasil Analisis 2014

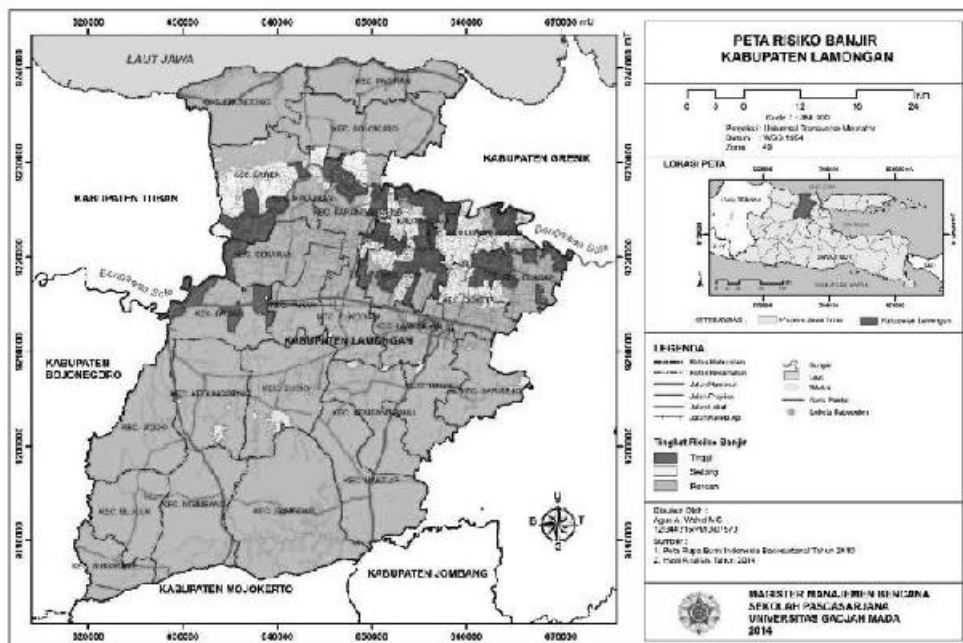
Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa sebagian besar kapasitas masyarakat yang ada di kawasan rawan banjir Kabupaten Lamongan termasuk dalam tingkatan sedang yaitu sebanyak 165 desa. Wilayah dengan tingkat kapasitas masyarakat sedang terbesar di Kecamatan Glagah sebanyak 27 desa, sedangkan wilayah dengan tingkat kapasitas masyarakat tinggi terbesar adalah Kecamatan Karangbinangun dengan jumlah 13 desa. Tidak adanya wilayah dengan tingkat kapasitas masyarakat yang rendah disebabkan oleh aktifnya kegiatan pelayanan kesehatan (posyandu), kerja bakti, dan kegiatan penyuluhan yang dilaksanakan secara rutin.

3.3 Risiko Banjir

Penilaian risiko banjir didasarkan pada hasil analisis tingkat bahaya banjir, tingkat kerentanan dan kapasitas masyarakat Kabupaten Lamongan. Penilaian risiko banjir dilakukan di seluruh wilayah Kabupaten Lamongan. Proses penilaian dilakukan dengan cara tumpang susun peta yang terdiri atas peta bahaya banjir, peta kerentanan banjir, dan peta kapasitas banjir menggunakan bantuan perangkat lunak ArcGIS 10.2. Setelah dilakukan proses tumpang susun peta, kemudian dilakukan analisis berdasarkan Rumus 1.

$$\text{Risk} = \frac{\text{Hazard} \times \text{Vulnerability}}{\text{Capacity}} \quad (1)$$

Hasil penilaian risiko banjir Kabupaten Lamongan yang didasarkan pada formula diatas dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan peta risiko banjir Kabupaten Lamongan diketahui bahwa luas wilayah yang mempunyai tingkat risiko yang rendah adalah 148.045,24 ha atau 84,69% dari luas wilayah Kabupaten Lamongan. Luas wilayah yang mempunyai tingkat risiko banjir sedang dan tinggi berturut-turut adalah 19.522,41 ha atau 11,17% dari luas wilayah kabupaten dan 7.236,84 ha atau 4,14% dari luas wilayah Kabupaten Lamongan.



Gambar 2. Peta Risiko Banjir Kabupaten Lamongan

Wilayah yang mempunyai tingkat risiko banjir sedang hingga tinggi terletak disekitar Bengawan Solo yang melintasi wilayah Lamongan. Selain itu, wilayah yang memiliki tingkat risiko banjir serupa terletak di kawasan Bonorowo atau kawasan Bengawan Jero yang mencakup Kecamatan Sekaran, Laren, Kalitengah, Turi, Karanggeneng, Karangbinangun, dan Glagah. Hal ini dikarenakan wilayah Bonorowo merupakan daerah dataran rendah yang merupakan tempat pertemuan atau muara dari sebagian besar sungai yang ada di Kabupaten Lamongan.

Wilayah kecamatan yang mempunyai risiko banjir tinggi terluas adalah Kecamatan Turi dengan luas 1.202,5 ha dan Kecamatan Laren dengan luas 1.045,9 ha. Wilayah yang mempunyai tingkat risiko banjir rendah dan sedang terluas adalah Kecamatan Laren dengan luas 3.352,18 ha dan Kecamatan Sambeng dengan luas 15.253,44 ha.

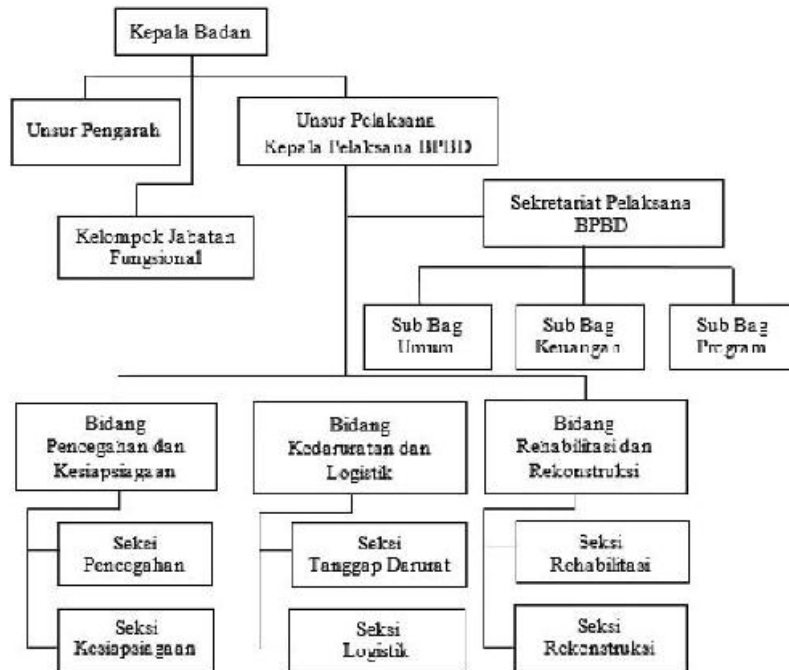
3.4. Manajemen Risiko Banjir

3.4.1. Kelembagaan

Indikator utama dalam melihat kondisi kelembagaan penanggulangan bencana banjir yang dikomando oleh BPBD di Kabupaten Lamongan pada penelitian ini adalah *good governance* dan *capacity building*

lembaga tersebut. *Good governance* dalam penelitian ini meliputi struktur organisasi, tata kerja lembaga dan kerjasama lintas sektor. *Capacity building* dalam penelitian ini meliputi pengembangan sumberdaya manusia.

Kajian *good governance* dalam penelitian ini meliputi struktur organisasi, tata kerja lembaga dan kerjasama lintas sektor yang dilaksanakan oleh Badan BPBD Kabupaten Lamongan. Bapak Suprpto, S.H selaku Kepala Pelaksana BPBD Kabupaten Lamongan menjelaskan bahwa susunan organisasi terdiri atas kepala badan, unsur pengarah dan unsur pelaksana. Hal tersebut dikuatkan dengan lampiran Peraturan Daerah (Perda) Kabupaten Lamongan Nomor 01 Tahun 2010 tentang Organisasi dan Tata Kerja Lembaga Lain Kabupaten Lamongan, bahwa tiga unsur tersebut yang terdapat dalam susunan organisasi BPBD Kabupaten Lamongan. Struktur organisasi BPBD Kabupaten Lamongan yang terlampir dalam perda tersebut dapat dilihat secara lengkap pada Gambar 3.



Gambar 3. Bagan Organisasi Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Lamongan. (Sumber : Perda Kabupaten Lamongan No. 1 Tahun 2010)

Berdasarkan Gambar 3 diketahui bahwa selain membawahi unsur pengarah dan unsur pelaksana, Kepala BPBD juga langsung membawahi kelompok jabatan fungsional. Hal tersebut kurang sesuai dengan Pasal 7 Perda Kabupaten Lamongan No. 1 Tahun 2010 yang menyebutkan bahwa kelompok jabatan fungsional merupakan salah satu unsur pelaksana. Pasal 6 disebutkan bahwa unsur pelaksana dipimpin oleh Kepala Pelaksana BPBD, sehingga seharusnya kelompok jabatan operasional ini terdapat dibawah kendali Kepala Pelaksana BPBD. Selain itu, berdasarkan Laporan Akuntabilitas dan Kinerja Instansi Pemerintah (LAKIP) tahun 2013 diketahui bahwa BPBD Kabupaten Lamongan dipimpin oleh Kepala Pelaksana BPBD yang dibantu oleh 1 (satu) orang Sekretaris dan (3 Kepala Bidang yaitu Bidang Pencegahan dan Kesiapsiagaan, Bidang Kedaruratan dan Logistik, serta Bidang Rehabilitasi dan Rekonstruksi. Tidak adanya unsur Kepala BPBD serta unsur pengarah dalam struktur organisasi BPBD Kabupaten Lamongan merupakan perbedaan yang cukup terlihat antara struktur organisasi yang ditetapkan di Perda dengan implementasi yang terlaksana di lapangan.

Capacity buliding atau pengembangan kapasitas di lingkungan BPBD Kabupaten Lamongan merupakan proses meningkatkan kemampuan pengetahuan dan keterampilan, serta sikap dan perilaku dalam program penanggulangan bencana di Kabupaten Lamongan. Berdasarkan keterangan dari Bapak Jumali S.Sos, MM. selaku Ketua Bidang Pencegahan dan Kesiapsiagaan mengenai upaya peningkatan kapasitas sumberdaya manusia (SDM) dalam penanggulangan bencana baik di lingkungan internal BPBD Kabupaten Lamongan maupun eksternal BPBD Kabupaten Lamongan telah dilakukan. Akan tetapi pemanfaatan SDM belum dapat berjalan secara maksimal karena faktor SDM itu sendiri serta faktor dari kebijakan pemerintah seperti mutasi pegawai.

3.4.2. Kebijakan

Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Pelaksana BPBD Kabupaten Lamongan serta beberapa salinan dokumen peraturan daerah yang ada, regulasi terkait dengan penanggulangan bencana di Kabupaten Lamongan adalah sebagai berikut:

1. Peraturan Daerah Kabupaten Lamongan Nomor 1 Tahun 2010 tentang Organisasi dan Tata Kerja Lembaga Lain Kabupaten Lamongan,
2. Peraturan Bupati Kabupaten Lamongan Nomor 27 Tahun 2010 tentang Tugas Pokok dan Fungsi BPBD Kabupaten Lamongan,
3. Peraturan Daerah Kabupaten Lamongan Nomor 14 Tahun 2011 tentang Penanggulangan Bencana.

Kebijakan yang disusun oleh BPBD selaku lembaga yang menjadi pemimpin dalam kegiatan penanggulangan bencana termasuk didalamnya bencana banjir di Kabupaten Lamongan memiliki kebijakan yang terfokus pada: a) terselenggaranya penanggulangan bencana yang terencana, terarah, terkoordinasi, terpadu dan menyeluruh serta akuntabel; b) meningkatnya kesadaran, kemampuan, dan kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana melalui pembentukan Tim Reaksi Cepat (TRC) penanggulangan bencana; c) terselesaikannya penanganan kedaruratan korban bencana di wilayah pasca bencana secara cepat, tepat, efektif serta terkoordinatif/terpadu; d) terselesaikannya pemulihan sarana dan prasarana fisik dan non fisik di wilayah pascabencana secara terpadu dan menyeluruh; d) peningkatan tertib administrasi perkantoran. Berdasarkan fokus kebijakan dari BPBD Kabupaten Lamongan maka pelaksanaan pengurangan risiko banjir pada tahun 2013 telah disusun dokumen Rencana Aksi Menghadapi Bencana Banjir Tahun 2013-2014.

3.4.3. Mekanisme Penanggulangan Banjir

Berdasarkan dokumen Rencana Aksi Menghadapi Banjir Tahun 2013-2014, implementasi peran BPBD Kabupaten Lamongan dalam penanggulangan bencana banjir berdasarkan rencana aksi tersebut adalah sebagai berikut.

Pra Bencana Banjir, BPBD Kabupaten Lamongan lebih menjalankan fungsi koordinasi dan pelaksana kegiatan, dalam bentuk pencegahan, mitigasi dan kesiapsiagaan. Pelaksanaan tahapan bencana sebelum terjadi banjir (Pra bencana) tindakan-tindakan yang dilakukan antara lain: a) inventarisasi daerah rawan banjir; b) inventarisasi bangunan, tanggul banjir; c) inventarisasi peralatan; d) pembuatan buku pedoman siaga banjir; e) gladi bersama bencana banjir; f) sosialisasi dan penyadaran masyarakat yang tinggal di daerah bantaran dan sepadan sungai serta daerah yang rawan banjir; dan g) mempersiapkan sistem peringatan dini (EWS) serta informasi internet tentang tinggi muka air melalui *website* <http://bbwssolo.pdsda.net>.

Tanggap Darurat Banjir, BPBD Kabupaten Lamongan menjalankan fungsi komando, koordinasi, dan sekaligus pelaksana kegiatan tanggap darurat. Pada kondisi tanggap darurat BPBD berperan sebagai komando untuk mengendalikan dan mengatur serta mengkoordinasikan instansi-instansi sektoral dalam operasi tanggap darurat. Tahapan Komando Tanggap Darurat dalam menghadapi bencana banjir di Kabupaten Lamongan meliputi: a) informasi kejadian awal; b) penugasan Tim Reaksi Cepat (TRC); c) penetapan status bencana; d) Pembantuan Komando Tanggap Darurat Bencana Banjir yang di bentuk oleh BPBD berdasarkan Surat Keputusan Kepala BPBD Kabupaten Lamongan.

Pasca Bencana Banjir, BPBD Kabupaten Lamongan kembali menjalankan fungsinya dalam hal koordinasi dan pelaksana kegiatan-kegiatan pemulihan, sementara fungsi dan tanggung jawab instansi sektoral yang lain tetap dilaksanakan oleh sektor masing-masing.

3.4.4 Partisipasi Masyarakat

Kajian partisipasi masyarakat dalam penelitian ini adalah untuk melihat sampai dimana tingkat partisipasi masyarakat berdasarkan delapan jenjang partisipasinya sebagaimana dikemukakan oleh Arnstein (1969). Penilaian tersebut dilakukan analisis dengan menggunakan empat indikator utama dalam partisipasi masyarakat menurut Cohen dan Uphoff (1977) yang meliputi keterlibatan dalam proses pembuatan keputusan, pelaksanaan, pemanfaatan, dan mengevaluasi.

Berdasarkan informasi yang didapatkan dari hasil wawancara dengan informan mengenai partisipasi masyarakat dalam penanggulangan bencana banjir di Kabupaten Lamongan dapat diketahui bahwa jenjang partisipasi masyarakat masuk pada tingkatan kemitraan. Hal tersebut dilihat dari intensitas keterlibatan masyarakat dalam penanggulangan bencana banjir terutama dalam tahap pelaksanaan kegiatan. Walaupun secara hukum penentu kebijakan tetap ditangan pemerintah daerah akan tetapi sedikit banyak apa yang disampaikan dan dilakukan oleh masyarakat baik secara langsung maupun tidak langsung mempunyai pengaruh dalam membuat kebijakan penanggulangan bencana banjir.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Tingkat bahaya banjir di Kabupaten Lamongan tersebar di sekitar kawasan Bengawan Solo dan wilayah Bonorowo. Hal tersebut disebabkan oleh kondisi fisik wilayah bagian tengah atas merupakan wilayah yang rawan banjir. Selain itu, frekuensi kejadian banjir yang terjadi hampir setiap tahun di wilayah tersebut.
- b. Tingkat kerentanan masyarakat di 205 desa tersebut sebagian besar termasuk dalam tingkatan sedang. Hal tersebut disebabkan oleh aspek sosial, ekonomi dan lingkungan di sebagian besar cenderung memiliki indeks tinggi, sedangkan dari aspek fisik seperti kepadatan permukiman, ketersediaan fasilitas umum cenderung rendah. Kapasitas masyarakat di 205 desa yang terdampak banjir sebagian besar termasuk dalam tingkatan sedang. Hal tersebut disebabkan oleh tingkat pengetahuan masyarakat memiliki indeks sedang serta modal sosial masyarakat yang juga memiliki indeks sedang.
- c. Wilayah Kabupaten Lamongan yang mempunyai tingkat risiko banjir sedang hingga tinggi terdapat di bagian tengah sekitar Bengawan Solo serta di kawasan rawa Bengawan Jero yang meliputi Kecamatan Sekaran, Laren, Kalitengah, Turi, Karanggeneng, Karangbinangun, Glagah, Babat, Deket, dan Maduran. Hal tersebut dipengaruhi oleh kondisi fisik yang cenderung datar dan sering terjadi banjir. Selain itu tingkat kapasitas dan kerentanan masyarakat yang berada di kawasan bahaya banjir sebagian besar termasuk dalam tingkatan sedang sehingga menyebabkan wilayah tersebut memiliki risiko banjir sedang hingga tinggi.
- d. Manajemen Risiko Banjir di Kabupaten Lamongan telah berjalan dengan baik dengan memperhatikan faktor risiko banjir, baik dari segi kebijakan, kelembagaan, mekanisme penanganan, dan partisipasi masyarakat. Hal tersebut dapat dilihat dari berkurangnya dampak yang ditimbulkan oleh bencana banjir seperti berkurangnya masa atau periode genangan banjir di wilayah yang mempunyai tingkat risiko banjir tinggi, meskipun masih ada kekurangan di semua sisi baik kelembagaan, kebijakan, mekanisme penanganan maupun partisipasi masyarakat. Efektivitas upaya penanggulangan epidemi/wabah sangat tergantung pada kecepatan dan ketepatan dalam mendeteksi, melaporkan serta merespons kejadian wabah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arnstein, S. R., 1969, A Ladder of Citizen Participation, *Journal American Institute of Physics*. 35 (4): 216-224.
2. BNPB, 2010, Rencana Aksi Nasional Penanggulangan Bencana 2010-2014. Jakarta, Badan Penanggulangan Bencana.
3. BPBD Kabupaten Lamongan, 2013, Rencana Aksi Menghadapi Bencana Banjir Tahun 2013-2014.
4. Bruijn, K. M. D., Green, C., Jhonson, C., McFadden, L., 2007, Evolving Concep in Flood Risk Management: Searching for A Common Language, dalam *Flood Risk Management in Europe*, Diedit oleh S. Begum, M. J. F. Stive, J.W. Hall, Netherland: Springer, hal. 61-75.
5. Cohen, J. M., Uphoff, N. T., 1977, *Rural Development Participation: Concept and Measures For Project Design Implementation and Evaluation*. New York: Rural Development Commite-Cornel University.
6. Miles, M. B. dan Huberman, A. M., 1992, *Analisis Data Kualitatif*, Jakarta: UI-Press.

Peraturan Perundangan

1. Peraturan Daerah Kabupaten Lamongan No. 1 Tahun 2010 tentang Organisasi dan Tata Kerja Lembaga Lain Kabupaten Lamongan.
2. Peraturan Daerah Kabupaten Lamongan No. 14 Tahun 2011 tentang Penanggulangan Bencana.
3. Peraturan Bupati Lamongan No. 27 Tahun 2010 tentang Kedudukan, Tugas dan Fungsi Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Lamongan.

KAJIAN RISIKO BENCANA MARIN DI PANTAI TERNATE

Oleh:

Adnan Sofyan^{1*}

¹Universitas Khairun, Kampus II Gambesi Kota Ternate Maluku Utara

*delamagama@gmail.com; sofyanadnan1003@yahoo.com

Abstrak

Erosi marin yang terjadi pada wilayah pesisir Kota Ternate sangat memprihatinkan. Kondisi ini, jika dibiarkan terus tanpa adanya solusi, penanganan, dan pengelolaan yang baik terhadap pemanfaatan sumberdaya pesisir maka ke depan akan menjadi ancaman bencana. Ternate sebagai water front city akan hilang dan tinggal kenangan. Erosi marin telah banyak menimbulkan kerugian terhadap masyarakat, terutama masyarakat yang tinggal di wilayah pesisir, karena itu faktor-faktor risiko terhadap ancaman bencana marin di pantai Ternate perlu diketahui secara dini. Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah mengkaji dan menelusuri secara mendalam faktor dari risiko erosi marin sebagai penyebab bencana marin Kota Ternate. Pendekatan yang digunakan dalam kajian ini adalah pendekatan ekologis dan fenomenologis, di mana penentuan dan pengambilan sampel dilakukan secara purposive sampling. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa erosi marin telah menimbulkan perubahan garis pantai berupa pengurangan pantai secara signifikan dan bervariasi terutama pada hampir sebagian besar wilayah di sepanjang pantai bagian barat dari Kota Ternate, seperti di pantai Gambesi, Sasa, Castela, Rua, Taduma, Togafo, dan Takome. Pengurangan garis pantai di bagian barat Kota Ternate berkisar antara 1 - 4 m, di pantai Takofi Kecamatan Moti lahan perkebunan yang tererosi mencapai 1 - 3 meter, tutupan vegetasi diatas lahan yang tererosi berkisar 40% berada dalam kondisi yang rusak. Dari hasil kajian disimpulkan, bahwa iklim, unsur-unsur angin, kecepatan arus, pasang surut, dan gelombang merupakan faktor pemicu terhadap bencana marin(hidrodinamika). Selain itu faktor ekodinamika seperti, pengambilan batu, pasir pantai, terumbu karang, penebangan hutan mangrove, pengembangan wilayah pantai dengan cara reklamasi juga sebagai faktor pemicu bencana marin tersebut.

Kata Kunci: Erosi Marin, Angin, Arus, Pasut, Gelombang.

1. PENDAHULUAN

Sebagai wilayah kepulauan, Provinsi Maluku Utara memiliki potensi sumberdaya alam yang sangat besar baik pada wilayah daratan maupun perairan. Hal ini dapat dilihat dari luas wilayahnya yaitu 140.255,32 km², di mana luas daratan 33.278 km², dan luas lautan yaitu 106.977,32 km². Sedangkan jumlah pulau yaitu 395 pulau besar dan kecil. Pulau yang dihuni sebanyak 64 buah yang tidak dihuni 331 buah. Sementara Kota Ternate merupakan salah satu pulau kecil yang ada di Provinsi Maluku Utara. Walaupun sebagai pulau kecil tetapi perkembangan pembangunan sangat pesat, dan merupakan wilayah yang sangat strategis sebagai daerah penyangga antara darat dan laut terutama aktivitas transportasi dari dan menuju wilayah lain dalam Provinsi Maluku Utara.

Kota Ternate sebagai *water front city* merupakan wilayah yang dikelilingi oleh pantai dengan luas wilayah 250,85 km² dan memiliki 45 desa yang terletak di pantai dan 18 desa yang non pantai. Letaknya yang sangat strategis sebagai daerah penyangga antar pulau dalam Provinsi di Maluku Utara, juga memiliki ancaman terhadap bahaya risiko bencana. Hampir semua ancaman berpotensi dapat terjadi di Kota Ternate.

Maluku Utara merupakan wilayah yang termasuk sebagai wilayah berkategori multi bencana, yakni merupakan gabungan dari beberapa bencana baik bencana geologis seperti: gempa bumi, tsunami, gerakan tanah/longsor dan letusan gunungapi. Selain bencana geologis, Maluku Utara juga sekaligus merupakan wilayah yang tidak luput dari ancaman bencana hidrometeorologi, antara lain banjir dan abrasi/erosi marin.

Potensi terbesar terhadap ancaman bencana adalah bencana geologi dan hidrometeorologi. Pulau Ternate merupakan salah satu wilayah yang memiliki Gunungapi sangat aktif, yaitu Gunungapi Gamalama.

Letak Kota Ternate yang sangat dekat dengan Gunungapi dan berada di bawah lereng, maka potensi ancaman geologi terhadap gempa vulkanik sangat besar demikian halnya dengan gempa tektonik.

Sebagai wilayah kepulauan dan pesisir, potensi ancaman hidrometeorologi juga sangat besar, diantaranya banjir (rob), gelombang ekstrim dan abrasi/erosi marin. Erosi marin sudah semakin parah karena telah mengakibatkan terjadinya pemunduran garis pantai dan menyebabkan rusaknya hutan mangrove di beberapa lokasi, juga telah mengancam permukiman warga, jalan, tanggul, kerusakan fasilitas rekreasi, dan kerusakan fasilitas umum lainnya. Data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menunjukkan, 70 persen bencana di Indonesia disebabkan faktor hidrometeorologi. Besaran bencana itu baik berupa frekuensi bencana, intensitas magnitudo dan sebaran bencananya.

Oleh sebab itu patut menjadi perhatian karena kondisi alam Kota Ternate yang merupakan wilayah kepulauan yang terpisahkan antara satu pulau dengan pulau lainnya, sehingga membutuhkan pengelolaan dan perencanaan penanganan bencana yang lebih spesifik, sistematis dan terpadu serta sedini mungkin mengetahui potensi ancaman dan risiko dari bencana itu sendiri khususnya bencana hidrometeorologi.

Sampai saat ini belum ada kajian yang lebih mendalam mengenai ancaman risiko bencana di Kota Ternate, baik yang disebabkan faktor geologi maupun hidrometeorologi. Dalam kajian ini lebih fokus pada kajian risiko bencana yang disebabkan oleh erosi marin. Istilah erosi marin dapat pula disebut erosi pantai yang disebabkan oleh gerak air laut. Cooke dan Doornkamp (1994); King (1972) dalam Sofyan, dkk. (2010), mengemukakan erosi marin ialah pantai yang telah mengalami perubahan bentuk. (CERC, 1984; Ritter, 1995; Viles dan Spencer, 1995) menggunakan istilah *shoreline erosion*. Erosi pantai adalah proses dari kerja hidraulik (kekuatan air dalam bentuk gelombang atau arus yang mengerosi pantai) meliputi abrasi, atrisi (pengausan partikel batuan karena penggelindingan, peloncatan dan penggelinciran pada gisik atau pelataran pantai) dan korosi (pelarutan batuan pantai oleh reaksi kimia air laut).

Erosi marin yang terjadi pada wilayah kepesisiran di Kota Ternate sangat memprihatinkan. Kondisi ini, jika dibiarkan terus tanpa adanya solusi, penanganan, dan pengelolaan yang baik terhadap pemanfaatan sumber daya pesisir maka ke depan Kota Ternate sebagai *water front city* akan hilang dan tinggal kenangan. Erosi marin yang terjadi di Kota Ternate telah banyak menimbulkan kerugian terhadap masyarakat, terutama masyarakat yang tinggal di wilayah pesisir.

Dari uraian-uraian tersebut di atas, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan: untuk mengkaji dan menelusuri secara mendalam faktor dari risiko erosi marin sebagai penyebab bencana marin Kota Ternate.

Tabel 1. Konstanta Harmoni Pasang Surut Pesisir Kota Ternate

Tetapan	So	M2	S2	N2	K2	K1	O1	P1	M4	MS4
A (cm)	90	27	22	5	8	14	10	6	0.0	0.0
g (der)		185	148	210	142	91	112	81	0.0	0.0

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah untuk mengkaji dan menelusuri secara mendalam faktor dari risiko erosi marin sebagai penyebab bencana marin Kota Ternate, maka penelitian yang dilakukan adalah dengan menggunakan pendekatan ekologis dan fenomenologis. Penentuan sampel dilakukan dengan teknik sampling tidak acak (non random) yaitu secara *purposive sampling* dengan maksud agar variabel yang diukur dapat sesuai dengan tujuan penelitian. Dalam teknik pengambilan sampel ini diharapkan sampel yang dipilih di antara populasi dapat mewakili ciri dan karakteristik populasinya. Informasi dari sampel yang baik akan mencerminkan informasi dari populasi secara keseluruhan (Kuncoro, 2003). Penelitian ini lebih menekankan pada faktor, dengan melihat wilayah dari setiap pantai yang mengalami perubahan bentuk dan kerusakan yang memberikan pengaruh atau mengalami perubahan secara nyata. Data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data angin, arus, pasang surut, data-data tentang gelombang, dan variabel kerusakan.

Pengukuran kecepatan angin dan arah angin telah dianalisis dengan menggunakan WRPLOT View versi 5.9; untuk mengetahui kecepatan dan arah arus dilakukan pengukuran dengan metode lagrangian (cara ekstraterestrial). Pengukuran dilakukan dengan cara mengukur posisi pergerakan pelampung di sepanjang pantai dalam selang waktu tertentu; pengukuran pasang surut (pasut) dilakukan pada musim Utara dan Selatan kemudian dianalisis dengan persamaan Formzahl (F)=(K1/M2)+(O1/S)2, serta menggunakan *software Pasut version 1.002* untuk memperoleh komponen harmoni pasut, tipe pasut, tunggang pasut. Data-data gelombang diperoleh dengan perhitungan unsur-unsur pembentuk gelombang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Angin

Angin merupakan salah satu unsur yang penting dalam membangkitkan gelombang. Terbentuknya gelombang karena adanya transfer energi dari angin ke permukaan air laut. Kecepatan angin dapat diukur dengan menggunakan alat anemometer dan biasanya dinyatakan dengan knot, km/jam atau m/detik. Analisis terhadap data angin di Kota Ternate dengan menggunakan WRPLOT View versi 5.9 memperlihatkan, kecepatan angin pada musim Utara bervariasi di mana angin bergerak dari arah Barat Laut menuju arah Tenggara dengan kecepatan rata-rata antara 1 - 11 knot. Pada musim Selatan kecepatan angin bergerak dari arah Selatan menuju Utara dengan kecepatan rata-rata terbanyak antara 1 - 4 knot.

Sementara, jika menggunakan skala Beaufort, dapat dilihat bahwa secara umum sifat angin berada pada skala (2) sampai (4) dengan sifat sangat lemah (*alight breeze*) sampai sedang (*moderate breeze*), di mana keadaan laut dengan gelombang kecil tidak merata, tampak puncak gelombang tanpa buih sampai gelombang kecil mulai berubah menjadi gelombang besar.

3.2. Arus

Arus laut ialah aliran air laut atau gerakan mengalir suatu masa air yang disebabkan oleh tiupan angin, pasang surut, perbedaan kepekakan air laut atau aliran air sungai yang bermuara di laut. Angin yang berhembus di laut akan membawar energi dari angin ke batas permukaan. Selanjutnya energi ini digunakan untuk membangkitkan gelombang permukaan, dan sebagian untuk membentuk arus. Arus permukaan akan semakin besar, jika kecepatan angin makin bertambah.

Pengamatan yang dilakukan di sekitar pesisir Kota Ternate bagian Utara rata-rata arus laut antara 0,18 - 0,38 m/dtk, sedangkan pada bagian Selatan rata-rata arus laut antara 0,19 - 0,60 m/dtk. Sementara arus laut dekat pantai rata-rata antara 0,21 - 0,47 m/dtk. Pada umumnya arus yang terjadi di sekitar Kota Ternate dominan dipengaruhi oleh arus pasang surut, arus musim dan gerakan ombak serta pengaruh angin. Arus dominan bergerak dari arah Tenggara dan Timur Laut pada saat pasang dan pada saat surut bergerak ke Selatan. Kecepatan arus terbanyak bergerak dari arah Selatan menuju Utara dan sebagian kecil bergerak dari arah Timur Laut menuju Barat Daya dengan kecepatan < 0,5 m/dtk sebesar 62,5 % dan kecepatan 0,5 - 2,1 m/dtk sebesar 37,5 %.

Tabel 2. Jenis Kerusakan Yang Disebabkan oleh Erosi Marin

No.	Jenis Kerusakan	Faktor Penyebab	Keterangan
1.	Berubahnya garis pantai	1. Hidrodinamika: gelombang, Pasut, arus, dan 2. Ekodinamika: manusia	Berubahnya posisi awal pada garis pantai akibat hantaman gelombang
2.	Rusakanlahan perkebunan		Berubahnya atau berkurangnya lebar lahan perkebunan akibat abrasi
3.	Rusaknya dinding pantai		Akibat pengaruh pukulan gelombang dan pengikisan oleh arus, pasut
4.	Tanaman kelapa, capilong/nyamplung (<i>Calophyllum inophyllum</i>) dan kebun campuran		Akibat erosi marin terus berlangsung yang dipengaruhi oleh pukulan gelombang

Sumber: Data Hasil Identifikasi, 2014

3.3. Pasang Surut

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Sofyan, dkk., 2010 terhadap konstanta konstanta harmoni pasang surut perairan pantai Kota Ternate dengan menggunakan metode *Admiralty*, maka diperoleh nilai, seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Selanjutnya dengan menggunakan nilai konstanta harmoni pasang surut tersebut, dan dianalisis dengan persamaan Formzahl (F), diperoleh tipe pasang surut di Pesisir Kota Ternate adalah "campuran dominan semi diurnal", yaitu mengalami 2 kali pasang dan 2 kali surut pada interval waktu yang sama tetapi tinggi dan periodenya berbeda (Sofyan, dkk. 2010).



Gambar 1. Kerusakan di Pantai Kastela Akibat Erosi Marin.

3.4. Gelombang

Gelombang laut adalah salah satu komponen oseanografi yang penting dan merupakan bentuk permukaan laut yang berupa punggung atau puncak gelombang, atau lembah gelombang oleh gerak ayunan (*oscillatory movement*), akibat tiupan angin, erupsi Gunungapi, gempabumi, pelongsoran dasar laut atau lalu lintas kapal (Sunarto, 2006). Selain membangkitkan arus, tiupan angin dipermukaan laut juga dapat membangkitkan gelombang (*wind generated wave*).

Hasil tinggi gelombang sesaat dan berdasarkan perhitungan kecepatan angin rata-rata terkoreksi (U) di pesisir Pulau Ternate, diketahui tinggi gelombang rata-rata yang terjadi pada musim Barat antara 0,79 - 0,88 m dengan periode antara 4 - 4,50 detik dan panjang gelombang rata-rata antara 24,96 - 31,59 m dan pada musim Timur tinggi gelombang antara 0,20 - 0,25 m dengan periode gelombang antara 6,3 - 7,2 detik serta panjang gelombang antara 61,91 - 80,87 m. Sementara pengamatan yang dilakukan oleh *Center of Marine Environmental Reaserch and Coral Reef Information* (Anonim, 2008), menunjukkan gelombang yang terjadi di perairan sekitar Pulau Ternate antara 0,7 - 1,3 m, dimana sifat gelombang di perairan Pulau Ternate pada musim Barat bersifat destruktif dan pada musim Timur bersifat konstruktif.

Sedangkan tinggi gelombang rata-rata pada musim barat di pantai Takofi 2 - 3 m sedangkan tinggi gelombang rata-rata di pantai Kastela pada musim barat dapat mencapai 2 - 4 m. Ketinggian gelombang ini disebabkan letak geografis wilayah pesisir Kelurahan Kastela berhadapan langsung dengan laut Maluku, sehingga gelombang yang sampai di wilayah pesisir akan sangat mudah merusak badan pantai serta vegetasi yang ada di sekitar pantai.

Hasil perhitungan unsur-unsur pembentuk gelombang, yang didasarkan pada tinggi gelombang rata-rata (H_o), kecepatan angin rata-rata terkoreksi (U), periode gelombang rata-rata (T) dan panjang gelombang rata-rata (L_o) serta perbandingan antara tinggi gelombang rata-rata (H_o) dan panjang gelombang rata-rata (L_o), maka diperoleh sifat-sifat gelombang yang terjadi di wilayah studi. Sifat gelombang yang terjadi pada wilayah studi, yaitu pada musim Utara bersifat destruktif dan pada musim Selatan bersifat konstruktif.

Gelombang yang bersifat destruktif umumnya memiliki sifat yang merusak, hal ini dapat terjadi karena sifat gelombang yang destruktif mempunyai ketinggian dan kecepatan rambat yang sangat tinggi dimana air yang kembali berputar mempunyai lebih sedikit waktu untuk meresap ke dalam pasir. Ketika gelombang datang kembali menghantam pantai akan ada banyak volume air yang terkumpul dan mengangkut material pantai menuju ke tengah laut atau ke tempat lain.

Sedangkan gelombang yang bersifat konstruktif ini memiliki sifat yang membangun yang menyebabkan terjadi deposisi marin atau terjadi penambahan material, hal ini dapat terjadi karena sifat gelombang

konstruktif memiliki ketinggian yang kecil dengan kecepatan rambat yang rendah sehingga pada saat gelombang tersebut pecah di pantai akan mengangkut sedimen (material pantai).



Gambar 2. Kerusakan di pantai Takofi akibat erosi marin

3.5. Erosi Marin

Hasil analisis menunjukkan, bahwa telah terjadi perubahan garis pantai berupa pengurangan pantai karena erosi pantai yang bervariasi terutama pada hampir sebagian besar di sepanjang pantai bagian Barat dari Kota Ternate, seperti di pantai Gambesi, pantai Sasa, pantai Castela, pantai Rua, pantai Taduma, pantai Togafo, pantai Takome. Pengurangan garis pantai yang terjadi di pantai bagian Barat dari Kota Ternate berlangsung sangat intensif dalam kurun waktu 20 Tahun terakhir yaitu berkisar kurang lebih 68,27 meter ke arah darat dengan luas keseluruhan 69,53 ha atau rata-rata setiap Tahun dalam 20 Tahun terakhir sejak Tahun 1990 - 2007 telah terjadi pengurangan garis pantai sebesar 3 - 4 m ke arah darat atau 4,09 ha.

Erosi pantai pada pantai Barat dari Kota Ternate (Kecamatan Kota Ternate) dapat dimaklumi, karena pada pantai Barat Kota Ternate merupakan pantai yang berhadapan langsung dengan laut Maluku dan merupakan pantai yang tidak terhalang oleh pulau-pulau yang lain. Karena merupakan pantai yang terbuka, maka gelombang laut yang datang dari arah laut secara langsung dan tegak lurus menuju pantai dan berlangsung dalam waktu yang relatif lama dan terus menerus menyebabkan pantai secara perlahan mengalami erosi pantai. Terutama pada musim Utara yang berlangsung pada bulan Desember - Februari, gelombang yang terjadi pada bulan tersebut sangat tinggi. Hal ini juga berkaitan erat dengan angin yang terjadi pada musim Utara.

Di Pantai Kastela erosi marin menyebabkan terjadinya kerusakan, meliputi adanya perubahan daratan menjadi laut, tumbangnya vegetasi yang berupa pohon kelapa, capilong/nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) pohon ini merupakan pohon yang paling dominan di sepanjang pantai Kastela. Selain itu rusaknya fasilitas rekreasi, sehingga saat ini jarak garis pantai dengan permukiman dengan jarak 3 meter sampai 30 meter. Selanjutnya jenis kerusakan dan faktor penyebab disajikan pada Tabel 2.

Perubahan garis pantai berupa pengurangan pantai karena erosi marin juga terjadi hampir sebagian besar di sepanjang pantai bagian Barat dari Pulau Ternate, seperti di pantai Gambesi, pantai Sasa, pantai Castela, pantai Rua, pantai Taduma, pantai Togafo, pantai Takome. Hasil analisis menunjukkan, bahwa pengurangan garis pantai yang terjadi di pantai bagian Barat dari Pulau Ternate berlangsung sangat intensif dalam kurun waktu 20 tahun terakhir yaitu berkisar kurang lebih 68,27 meter ke arah darat dengan luas keseluruhan 69,53 ha atau rata-rata setiap tahun dalam 20 tahun terakhir, telah terjadi pengurangan garis pantai sebesar 3 - 4 m ke arah darat atau 4,09 ha.

Di pantai Takofi dinding pantai (clif) yang rusak karena erosi marin tercatat mencapai 1,5 meter, kemiringan pantai tererosi mencapai 15,3%, dan lebar lahan perkebunan yang terabrasi rata-rata 1 - 3 meter, tutupan vegetasi di atas lahan yang tererosi berkisar 40% dan berada dalam kondisi yang rusak.

Kerusakan pantai karena erosi marin pada pantai Barat dari Pulau Ternate, dapat dimaklumi, karena pada pantai Barat Pulau Ternate merupakan pantai yang berhadapan langsung dengan laut Maluku dan merupakan pantai yang terbuka, sehingga energi gelombang laut yang datang dari arah laut secara langsung dan tegak lurus menuju pantai dan berlangsung dalam waktu yang relatif lama dan terus menerus menyebabkan pantai secara perlahan mengalami erosi marin. Terutama pada musim Barat yang berlangsung pada bulan Desember - Februari, gelombang yang terjadi pada bulan tersebut sangat tinggi.

Kerusakan-kerusakan pada kondisi biofisik wilayah pantai tersebut pengaruh terhadap fungsi lahan baik secara langsung maupun tidak langsung diantaranya berubahnya fungsi lahan, berubahnya topografi, hilangnya lapisan tanah, tingkat kegaraman tanah menjadi tinggi karena air laut menjadi sangat dekat dengan lahan perkebunan.

Perubahan-perubahan tersebut menimbulkan dampak dengan intensitas dan sifat yang bervariasi. Selain perubahan pada lingkungan fisik, erosi marin juga mengakibatkan perubahan kehidupan sosial budaya dan ekonomi masyarakat karena terjadinya perubahan pendapatan ekonomi masyarakat akibat dari menurunnya produktivitas lahan dan berkurangnya lahan masyarakat. Menurut Muhammad Z (2009) kerusakan lahan pantai yang ditimbulkan akibat oleh abrasi pantai, merupakan kerusakan yang bersifat tidak dapat balik (*irreversible damages*), maka daerah tersebut akan menjadi rusak selamanya.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Fakta-fakta menunjukkan, bahwa iklim, unsur-unsur angin, kecepatan arus, pasang surut, dan gelombang merupakan faktor pemicu terhadap bencana marin karena dapat menimbulkan perubahan hidrodinamika perairan. Demikian halnya terhadap faktor ekodinamika seperti, pengambilan batu pantai, pasir pantai, terumbu karang, penebangan hutan mangrove serta pengembangan wilayah pantai untuk perluasan dengan cara reklamasi yang dilakukan di bagian timur wilayah Kota Ternate sebagai *waterfront city* (Sofyan, dkk., 2010).

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, 2008, Penelitian Budidaya Terumbu Karang Kota Ternate, Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Maluku Utara Bekerjasama Dengan Center of Marine Environmental Research and Coral Reef Information, Comer Creation.
2. Adnan S, Sunarto, Sudibyakto, Sahubawa, 2010, Kajian Erosi Marin Sebagai Penyebab Degradasi Kepesisiran Kota Ternate, Jurnal Manusia dan Lingkungan, Vol. 17 (2) : 89-97.
3. Coastal Engineering Research Center (CERC), 1984, Shore Protection Manual, Vol. I and II, Departement of Army, U.S. Army Corp of Engineers, Washington DC.
4. Cooke, R.U. dan J.C. Doornkamp, 1994, Geomorphology in Environmental -Management: A New Introduction, Edisi kedua, Clarendon Press, Oxford, hlm. 1-18;269-302.
5. Knight, M. dan S. Tighe, (editor) 2003. Koleksi Dokumen Proyek Pesisir 1997-2003; Coastal Resources Center, University of Rhode Island, Narragansett, Rhode Island, USA. (5 Seri, 30 Buku, 14 CR-ROM).
6. Kuncoro, M., 2003, Metode Riset Untuk Bisnis & Ekonomi. Bagaimana Meneliti & Menulis Tesis? Penerbit Erlangga.
7. Muhammad Z., 2009, Kegiatan Survey Lapangan Untuk Inventarisasi Permasalahan Kerusakan Lahan Pesisir Pantai di Kabupaten Tegal Jawa Tengah. Jurnal Kelautan Volume 2 (1) April.
8. Ritter, D. F., 1995, Process Geomorphology, WMC Brown Co. Publisher, Dubuque, Iowa.
9. Sunarto, 2006, Dinamika Pantai, Laboratorium Geomorfologi Terapan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
10. Vreugdenhil, C.B., 1999, Transport Problems in Shallow Water, Bottlenecks and Appropriate Modeling: Twente University, Department of Civil Engineering and Management. Seminar on Sediment Transport Modelling. Bandung Institute of Technology February 5-6, Seminar Papers: 8 p.
11. Viles, H., dan T. Spencer, 1995, Coastal Problems: Geomorphology, Ecology and Society at the Coast, Edward Arnold, London, 1-44 p.
12. Wyrski, K., 1961, Physical Oceanography of the South East Asian Waters. Naga Report. Vol.2: 196 p.

ANALISIS KEBIJAKAN TERKAIT PENERAPAN INFORMASI RISIKO BENCANA RIP CURRENT (ARUS RETAS) DI KAWASAN WISATA PARANGTRITIS KABUPATEN BANTUL

Oleh:

Centauri Indrapertiwi^{a*}

^aBadan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Bantul

*E-mail: centauri.pertiwi@gmail.com

Abstrak

Sampai saat ini (tahun 2014) kawasan wisata Parangtris menjadi tujuan wisata terbesar di Daerah Istimewa Yogyakarta dengan jumlah pengunjung mencapai lebih dari satu juta jiwa (1.486.850). Selain menawarkan potensi alamnya, kawasan wisata Parangtritis juga menyajikan potensi bencana alamnya yaitu rip current atau arus retas. Sepanjang tahun 2011 hingga tahun 2014 jumlah laka laut akibat arus retas masih saja sering dijumpai. Data terakhir menunjukkan jika pada tahun 2014 terdapat 32 kasus dengan 59 korban selamat dan 5 meninggal. Dihadapkan dengan kondisi tersebut, sangatlah penting bagi wisatawan untuk mendapatkan informasi risiko bencana di suatu obyek wisata sebagai salah satu upaya kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis kebijakan informasi risiko bencana arus retas di kawasan wisata pantai Parangtritis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian secara deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Metode ini digunakan untuk memberikan gambaran yang jelas tentang bagaimana perencanaan peringatan dini melalui informasi risiko bencana arus retas. Sumber data yang digunakan adalah data primer dan sekunder, dengan wawancara dan dokumentasi sebagai teknik pengumpulan data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 1) masih minimnya media peringatan dini terkait informasi risiko bencana arus retas; 2) penyelenggaraan media peringatan dini masih belum terkoordinasi dengan baik; dan 3) perlu peran partisipasi aktif dari wisatawan untuk mengurangi risiko bencana rip current.

Kata kunci: Arus retas, risiko, bencana, peringatan dini, Parangtritis.

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Daerah tujuan wisata terbesar di Indonesia setelah Bali adalah D.I.Yogyakarta, dimana wisata alam pantainya yang terletak di Kabupaten Bantul, yaitu Pantai Parangtritis menjadi salah satu potensi pariwisata yang menarik. Setiap tahunnya di kawasan wisata Parangtritis pasti akan ada suatu kondisi dimana wisatawan mencapai puncak kunjungannya (*weekend/libur nasional/event-event tertentu*). Pada tahun 2012 obyek wisata tersebut dapat menarik sejumlah 1.773.179 wisatawan nusantara dan 1.769.505 wisatawan pada tahun 2013. Akan tetapi, kegiatan pariwisata di wilayah pesisir menyajikan potensi bencana alamnya yaitu *rip current*. Data terakhir pada tahun 2014 menunjukkan bahwa terdapat 32 kasus dengan 59 korban selamat dan 5 meninggal.

Salah satu pondasi untuk menentukan wisatawan dalam bereaksi terhadap kesiapsiagaannya untuk menghadapi bencana adalah pengetahuan, sikap, dan perilaku wisatawan terhadap kebencanaan dan ragam potensi bencana di obyek wisata yang dikunjunginya akan menjadi sangat penting. Kesiapsiagaan ini merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mengantisipasi bencana



Gambar 1. Pertolongan Korban Laka Laut 2014 Saat Liburan Tahun 2014
Sumber: SARLINMAS Parangtritis-Depok, 2014.

melalui pengorganisasian serta melalui langkah yang tepat guna dan berdaya guna.

Selain korban jiwa, dampak terpenting bagi wisatawan dengan adanya bencana adalah beban psikologis, seperti pengalaman buruk atau trauma. Pengalaman tersebut dapat mempengaruhi keberlangsungan hidup di obyek wisata, seperti menurunnya jumlah pengunjung yang berkaitan erat dengan penurunan kegiatan/ bisnis ekonomi yang ada di lingkungan obyek wisata. Sehingga roda perekonomian daerah pun akan ikut terganggu. Menyadari pentingnya peran wisatawan terhadap keberlangsungan daerah obyek wisata, maka diperlukan berbagai langkah yang tepat untuk melindungi atau memberikan kenyamanan bagi wisatawan dari ancaman bahaya. Setiap wisatawan berhak memperoleh informasi yang akurat mengenai daya tarik wisata; pelayanan kepariwisataan sesuai dengan standar; dan perlindungan hukum dan keamanan. Sarana media menjadi salah satu bentuk permodelan hasil olahan dari penyampaian informasi (data) yang berupa media cetak maupun elektronik dan dapat disebarluaskan secara massal, sehingga antara sumber dan penerima informasi memiliki sifat keterbukaan, dimana setiap orang dapat melihat, membaca dan mendengar informasi tersebut.





Dihadapkan dengan kondisi tersebut, sangatlah penting bagi wisatawan untuk mendapatkan informasi kebencanaan di suatu obyek wisata, yakni bahaya apa saja yang mengancam, seberapa besar bahaya yang terjadi, seberapa besar risiko yang akan dihadapi, dan bagaimana upaya penanggulangan yang diperlukan. Dalam hal ini pemerintah dan pemerintah daerah berkewajiban menyediakan informasi kepariwisataan, perlindungan hukum, serta keamanan dan keselamatan kepada wisatawan.

Berkaitan dengan potensi pariwisata dan ancaman bahaya tersebut, maka diperlukan analisis kebijakan informasi risiko bencana arus retas di kawasan wisata pantai Parangtritis. Melalui studi ini, akan diketahui efektifitas sarana media informasi bencana bencana *rip current* yang disediakan pemerintah daerah.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur, wawancara mendalam dan pengamatan langsung (observasi), dan dokumentasi.

Tabel 1. Jenis Media Informasi Peringatan Dini Bencana Rip Current

No.	Keterangan	Visual
1.	Karcis (<i>Portable</i>)	
2.	Papan Permanent dari Kesbanglinmas DIY di Pantai Parangtritis jumlah 1 unit, yang terletak ± 400m dari bibir pantai.	
3.	Papan <i>Permanent</i> dari DIPARDA Bantul di Pantai Parangtritis jumlah 1 unit, yang terletak di area parkir.	
4.	Papan <i>Portable</i> dari BPBD Bantul di Pantai Depok, jumlah 3 unit.	

5.	Papan Portable dari BPBD Bantul di Pantai Parangtritis, jumlah 4 unit.	
6.	Posko SAR Paris terletak di Pantai Parangtritis (<i>permanent</i>), jarak \pm 300m dari bibir pantai.	
7.	Posko SAR Depok terletak di Pantai Depok (<i>permanent</i>), jarak \pm 250m dari bibir pantai.	
8.	Posko SAR Paris terletak di Pantai Parangtritis (<i>portable</i>), jarak \pm 60m dari bibir pantai, jumlah 4 unit.	
9.	<i>Loudspeaker (portable)</i> Terletak di Pantai Parangtritis, jumlah dua unit dan dipasang di satu tempat.	

Sumber: Survei, 2015

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut informasi dari salah satu petugas SARLINMAS Parangtritis-Depok menyatakan bahwa sepanjang area pantai di kawasan wisata parangtritis yang sering menjadi pusat titik kumpul wisatawan untuk bermain air (berenang/mandi) adalah pantai Parangtritis, Pantai Parangkusumo, dan Pantai Depok. Salah satu upaya pemerintah daerah dalam menerapkan kebijakannya terkait manajemen bencana *rip current* adalah memasang papan informasi peringatan dini bahaya berenang. Hasil lapangan menunjukkan jika terdapat dua jenis media informasi, yaitu *portable* (berpindah-pindah) dan *permanent* (di tempat). Berikut jenis media informasi peringatan dini bencana *Rip Current* yang bisa diakses wisatawan.

Dari ke-9 jenis media tersebut, terdapat tiga (3), yaitu nomor 4, 5, dan 9 yang sulit untuk diakses wisatawan pada saat hari-hari biasa, dimana jumlah wisatawan sedikit. Papan *portable* nomor 4 dan 5 sengaja di letakkan di area pantai dan berpindah-pindah di beberapa titik lokasi yang diperkirakan muncul tanda-tanda *rip current*, seperti disaat pasang surut gelombang normal dan terlihat jelas buih-buih ombak terputus. Hasil di lapangan juga menunjukkan jika pada hari libur nasional, papan tersebut tidak dapat dijumpai di tempat yang semestinya, seperti yang dapat kita lihat pada gambar 1.

Sedangkan untuk media "*loudspeaker*" nomor 9, meskipun memiliki keunggulan untuk dapat diakses secara mudah dan kapanpun tanpa harus mengganggu kegiatan wisata, sangat disayangkan jika keberadaannya hanya dapat dijumpai ketika jumlah wisatawan banyak atau pada pada hari *weekend*/ libur nasional/*event-event* tertentu.

Media informasi berupa papan *permanent*, seperti nomor 2 dan 3 memiliki keunggulan untuk dapat diakses wisatawan setiap saat, namun sangat disayangkan jika dari sepanjang pantai di kawasan wisata

Parangtritis yang mencapai $\pm 13,5$ km hanya terdapat dua unit saja dan terletak di obyek wisata pantai parangtritis. Sedangkan menurut informasi dari tim SAR bahwa selain Pantai Parangtritis, obyek wisata pantai yang memiliki potensi untuk dikunjungi wisatawan adalah Pantai Depok, dan Pantai Parangkusumo. Dengan demikian, dapat terlihat dengan jelas jika keberadaan papan ini belum tersebar dengan rata dan hasil lapanganpun menunjukkan jika keberadaan dan peletakan dari papan-papan tersebut belum terdata dengan jelas, baik di tim SAR (sebagai unit pelaksana satuan tugas penanggulangan bencana), BPBD Bantul (lembaga yang berfungsi sebagai pelaksana, koordinator, dan komando dalam penanggulangan bencana) dan Disbudpar Bantul di seksi sarana prasarana pariwisata (lembaga yang memiliki fungsi pelayanan umum bidang pariwisata). Hal tersebut menjelaskan bahwasanya koordinasi diantara lembaga pemerintahan daerah dalam hal penanggulangan bencana *rip current* di kawasan wisata Parangtritis masih belum terjalin dengan baik.



Gambar 3. Wisatawan bermain air (Berenang dan mandi) di Pantai Parangtritis.



Gambar 2. Tidak Dijumpai Papan *Portable* di Sepanjang Pantai.

Selain itu, untuk media nomor 1 (karcis), dirasa lebih efektif dibandingkan media lainnya untuk memberikan informasi peringatan dini ke wisatawan. Selain bentuknya *simple*, isinya sangat padat dan jelas, karcis ini dapat diakses seluruh wisatawan dan dapat dibawa setiap saat, sehingga berpeluang untuk dapat dibaca kapanpun. Namun tidak menutup kemungkinan jika media ini dapat diacuhkan begitu saja, karena dari bentuknya yang kecil dan mudah dibawa kemana saja berpeluang untuk diletakkan secara sembarangan.

Keberadaan dari media cetak tersebut secara tidak langsung masih belum bisa mendukung bagi wisatawan yang tentunya tidak dan belum bisa membaca, seperti komunitas difabel maupun manula dan anak kecil. Kelompok rentan ini seharusnya memiliki sistem komunikasi informasi secara khusus.

Untuk media nomor 6, 7, dan 8, meskipun tersedia informasi kebencanaan yang lebih lengkap dibandingkan dengan media lainnya, seringkali penyaluran informasi kebencanaan terhambat karena wisatawan harus datang dan bertanya ke tim SAR. Sedangkan jika mengingat tujuan wisatawan di setiap perjalanan wisatanya adalah memanfaatkan seluruh waktu yang dimilikinya untuk berwisata atau bersenang-senang, maka tidak heran jika sangat jarang bahkan tidak pernah dijumpai wisatawan menghampiri posko SAR untuk menanyakan informasi kebencanaan.

Sosialisasi melalui beberapa media tersebut, ternyata masih kurang efektif untuk dapat memperingatkan wisatawan agar tidak bermain air (berenang, mandi) di pantai, seperti yang dapat kita lihat pada gambar berikut:

Data selama lima tahun terakhir pun menunjukkan bahwa lebih dari tigapuluh orang setiap tahunnya terdampak dari bahaya *rip current*.

Tabel 2. Jumlah Wisatawan Terdampak dari Bahaya *Rip Current*

Tahun	Selamat	Meninggal	Hilang
2009	61	6	2
2010	70	9	3
2011	58	4	-
2012	107	1	-
2013	37	1	1
2014	59	5	-

Sumber: SARLINMAS Parangtritis-Depok, 2014

Menurut informasi dari salah satu petugas SARLINMAS Parangtritis-Depok menyatakan bahwa terdapat beberapa wisatawan yang memang sangat susah untuk diingatkan, karena seringkali mereka berdalih jika dengan *skill* berenangny, mereka akan aman.

Sedangkan untuk media informasi secara *online* yang dimiliki oleh BPBD Kabupaten Bantul berupa website dan media sosial (*twitter* dan *facebook*) bahwasannya untuk topik *rip current* masih minim disajikan. Menurut informasi dari staff pusat pengendali oprasional penanggulangan bencana (pusdalops PB) BPBD Kabupaten Bantul menjelaskan bahwa keberadaan media online diharapkan dapat menjadi salah satu media alternatif bagi masyarakat untuk dapat *sharing* situasi dan kondisi maupun pengetahuan kebencanaan di Daerah Bantul secara mudah, khususnya bagi para pengguna *smartphone* yang dengan mudah dapat mengaksesnya kapanpun dan dimanapun.

Tabel 3. Jenis Media Online BPBD Bantul

No.	Keterangan	Visual
1.	Website hanya tersedia PRB tsunami, Kebakaran, Tanah longsor, dan Banjir.	
2.	Twitter lebih banyak digunakan untuk <i>share</i> kegiatan BPBD.	
3.	Facebook lebih banyak digunakan untuk <i>share</i> kegiatan yang dilakukan.	
4.	Di Youtube hanya tersedia video PRB tsunami.	

Sumber: Survei, 2015

Meskipun ke depan media secara online tersebut dapat memuat informasi pengurangan risiko bencana *rip current*, dirasa masih kurang efektif untuk dapat di akses kapan saja dan dimana saja, karena sistem online dalam hal ini tidak bisa lepas dari keberadaan sinyal. Sedangkan kita ketahui jika sebagian besar wilayah di Indonesia koneksi *sinyal* ini dapat padam kapan saja, khususnya ketika bencana datang. Selain itu, sasaran yang harapkan dapat mencakup seluruh kalangan dari anak-anak hingga manula, baik yang berpendidikan maupun tidak, dan seringkali sarana teknologi tersebut belum tentu dapat digunakan oleh semua kalangan.

Berdasarkan berbagai fakta diatas tentunya upaya pengurangan risiko bencana tidak hanya keterlibatan pemerintah daerah dalam menerapkan kebijakannya, namun partisipasi aktif dari setiap wisatawan demi meningkatkan kesiapsiagaan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa masih minimnya media peringatan dini terkait informasi risiko bencana arus retas dan penyelenggaraan media peringatan dini masih belum terkoordinasi dengan baik. Agar pengurangan risiko bencana dapat berorientasi pada keberlanjutan, diperlukan keterlibatan multipihak dan partisipasi aktif dari wisatawan. Semakin besar keaktifan wisatawan akan dapat meningkatkan kapasitas dalam meminimalisir risiko bencana *rip current*.

Mengingat tujuan wisatawan di setiap perjalanan wisatanya adalah memanfaatkan seluruh waktu yang dimilikinya untuk berwisata, maka untuk tidak mengurangi waktu tersebut, selain media cetak seperti papan dan tiket, jasa pemandu menjadi satu diantara sarana media informasi alternatif bagi wisatawan yang berkelompok besar atau dalam hal ini adalah rombongan bus.

Pola pemanduan wisata ini dapat diterapkan dengan dua cara, pertama dimulai dari Tempat Penarikan Retribusi (TPR) hingga *parking area* (pemandu masuk kedalam rombongan bus wisatawan dan memberikan himbauan dengan *loudspeaker*) dan tahap selanjutnya jasa pemandu ditempatkan secara *standby* di suatu titik kerumunan wisatawan dengan melakukan himbauan lewat *loudspeaker*. Jasa pemandu dapat diambil dari masyarakat lokal/penduduk sekitar obyek wisata. Selain menyerap tenaga kerja yang dapat memberikan kesejahteraan bagi wilayah tersebut, jasa pemandu memiliki kelebihan pada sistem komunikasinya yang *face to face* (secara langsung) kepada wisatawan yang dirasa lebih efektif untuk menyampaikan informasi risiko bencana dibanding dengan media cetak maupu media elektronik/*online*.

Agar proses pemanduan dapat berjalan baik, tertib dan teratur, jasa pemandu baiknya dikelola langsung dibawah pemerintah daerah melalui dinas pariwisata dan bekerjasama dengan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD), sehingga mereka akan terpantau dan terdidik dan akhirnya akan menghasilkan pemandu-pemandu wisata yang handal dan terpercaya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2011. Indeks Rawan Bencana Indonesia. Jakarta: BNPB, hal.163.
2. Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Bantul. 2014. Laporan Akhir Tahun BPBD Bantul, 2014. Yogyakarta: BPBD, hal 09.
3. Cangara, H. 2009. Pengantar Ilmu Komunikasi. Jakarta: Rajawali Pers.
4. Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Kabupaten Bantul. 2012. Laporan Akuntabilitas Kinerja Instansi Pemerintah Disbudpar Kab. Bantul tahun 2011
5. Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Kabupaten Bantul. 2014. Realisasi Pendapatan dari Jumlah Pengunjung. Sektor Pariwisata, Seni dan Budaya APBD Kabupaten Bantul sampai dengan Bulan Berjalan 2014. Yogyakarta: Disbudpar.
6. Dinas Pariwisata Daerah Istimewa Yogyakarta. 2013. Statistik Kepariwisataaan 2012. Yogyakarta: Dispar Daerah Istimewa Yogyakarta, hal. 62 .
7. Undang-Undang Nomor. 10 tahun 2009 tentang Kepariwisataaan dalam ketentuan pasal 20 huruf a, b, dan c.
8. Undang-Undang Nomor. 10 tahun 2009 Kepariwisataaan dalam ketentuan pasal 23 ayat (1) huruf a

KONSEP PENANGANAN BENCANA LONGSOR DAN BANJIR DI KOTA SEMARANG

Oleh:

Mohammad Agung Ridloa*

^aJurusan Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota
Fakultas Teknik – Universitas Islam Sultan Agung

*E-mail: agungridlo@unissula.ac.id

Abstrak

Realisasi pembangunan perumahan dan permukiman banyak yang tidak mengindahkan aturan rencana tata ruang yang telah ada. Terjadi banyak penyimpangan pemanfaatan ruang, membangun perumahan dan permukiman pada lahan yang tidak sesuai/layak untuk itu, misalnya pada lahan dengan kemiringan lebih dari 45 %, terdapat sesaran, rawan longsor, gerakan tanah. Hal ini bisa dipastikan karena kurangnya informasi tentang karakteristik kawasan yang berpotensi (rawan) terjadinya bencana. Pemicu utama terjadinya bencana gerakan tanah longsor adalah kuantitas curah hujan yang tinggi, didukung pula oleh kondisi geologi, morfologi, tata guna lahan, dan tentunya karena ulah manusia. Pada gilirannya terjadilah malapetaka antara lain berupa bencana longsor maupun banjir, yang mengakibatkan jatuhnya korban jiwa dan kerugian harta benda yang tidak sedikit. Tujuan penelitian ini: adanya suatu kajian yang dapat dimanfaatkan oleh pemerintah daerah, swasta (investor maupun developer) serta masyarakat dalam pelaksanaan pembangunan. Diharapkan pembangunan yang akan dilakukan semua pihak dapat lebih terarah dan tertata dengan baik, memperhatikan dan mempertimbangkan kelestarian lingkungan hidup perkotaan (keseimbangan ekosistem kota), sehingga terwujud pembangunan berwawasan lingkungan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian diskriptif, mengenai keadaan suatu obyek, suatu set kondisi, suatu sistem pemikiran ataupun suatu klas peristiwa pada masa sekarang. Sedangkan dalam menganalisis data menggunakan teknik: Analisis Pemetaan melalui Super Impose informasi pemetaan, Analisis diskripsi kualitatif, untuk menggambarkan ciri atau karakteristik suatu variabel, mengetahui keterkaitan antar berbagai variabel tersebut. Dalam hal ini berbagai variabel yang mempunyai keterkaitan atau hubungan dengan permasalahan longsor dan banjir. Dari hasil penelitian ini didapatkan informasi Karakteristik Kawasan Rawan Bencana Longsor dan Banjir di Kota Semarang. Sehingga penelitian ini dapat digunakan atau dimanfaatkan sebagai dasar dalam merencanakan pembangunan kota secara komprehensif dengan pemanfaatan ruang kota sesuai dengan potensi sumber daya alam, dihindari pembangunan secara sporadis, incremental atau sepotong-sepotong, Demi terciptanya pembangunan kota yang berwawaskan lingkungan, sehingga terwujud pembangunan yang berkelanjutan (sustainable development) Dari hasil penelitian ini ditemukan beberapa hal penting, antara lain: Dapat digunakan dan atau dimanfaatkan sebagai dasar dalam merencanakan pembangunan kota secara komprehensif dengan pemanfaatan ruang kota sesuai dengan potensi sumber daya alam, dihindari pembangunan secara sporadis, incremental atau sepotong-sepotong, demi terciptanya pembangunan kota yang berwawaskan lingkungan, sehingga terwujud pembangunan yang berkelanjutan (sustainable development). Terdapatnya zona/kawasan rawan bencana longsor dan banjir yang terjadi di Kota Semarang. Hal ini tentu akan sangat berguna bagi para pelaku pembangunan (pemerintah, swasta dan masyarakat) yang merupakan stakeholder pembangunan. Terdeteksinya bencana yang terjadi sebagai akibat implementasi pembangunan Semarang bagian atas karena adanya pemanfaatan ruang yang tidak/kurang memperhatikan dan mempertimbangkan tatanan geografi dan geologi (land dan soil) wilayah secara serius, matang dan menyeluruh.

Kata Kunci: Longsor, banjir di Kota Semarang.

1. PENDAHULUAN

Beberapa Kawasan di Kota Semarang rawan terhadap bencana seperti longsor, banjir, sedimentasi, abrasi, akresi, instruksi air laut dan rob serta membawa efek terhadap rusaknya kawasan-kawasan perumahan dan permukiman masyarakat.

Terjadi kerusakan wilayah dalam bentuk meningkatnya limpasan (*run off*) air yang mengakibatkan erosi, sedimentasi, pendangkalan pada sungai, saluran, embung sampai ke pantai, di samping tidak berfungsinya wilayah aliran sungai dengan baik, serta terjadinya tanah longsor pada daerah-daerah kritis jika musim hujan. Artinya bahwa ancaman tersebut dapat terjadi sewaktu-waktu tidak hanya terjadi di daerah hulu tetapi juga menghantui kawasan hilir.

Permasalahan bencana longsor dan banjir yang terjadi adalah sebagai akibat implementasi pembangunan di Kota Semarang yang tidak memperhatikan dan mempertimbangkan tatanan geografi dan geologi (*land dan soil*) wilayah secara serius, matang dan menyeluruh (*comprehensive*).

Bencana merupakan peristiwa atau rangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam, manusia, atau keduanya yang mengakibatkan korban dan penderitaan manusia, kerugian harta benda, kerusakan lingkungan, kerusakan sarana dan prasarana, utilitas umum, serta menimbulkan gangguan terhadap tata kehidupan dan penghidupan masyarakat (Keppres No. 43/1990 dan Kepsekilda Jateng No. 460.05/017201).

Bencana dapat dibagi menjadi empat jenis yaitu bencana alam, bencana karena ulah manusia, bencana akibat interaksi alam dan manusia, serta wabah penyakit. Jenis-jenis bencana alam meliputi gunung meletus, gempa bumi, tanah longsor, tsunami, angin ribut, banjir lahar, gas beracun, dan kekeringan. Jenis bencana karena ulah manusia meliputi kebakaran, pergolakan sosial, perang, dan pencemaran. Jenis bencana akibat interaksi manusia dan alam antara lain banjir. Jenis bencana akibat wabah antara lain meliputi serangan hama wereng atau belalang, endemik malaria. (Anjasmara, 1994).

2. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian diskriptif, mengenai keadaan suatu obyek, suatu set kondisi, suatu sistem pemikiran ataupun suatu klas peristiwa pada masa sekarang.

Sedangkan dalam menganalisis data menggunakan teknik: Analisis Pemetaan melalui *Super Impose* informasi pemetaan, Analisis deskripsi kualitatif, untuk menggambarkan ciri atau karakteristik suatu variabel, mengetahui keterkaitan antar berbagai variabel tersebut. Dalam hal ini berbagai variabel yang mempunyai keterkaitan atau hubungan dengan permasalahan longsor dan banjir.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kajian Teoritis

Beberapa Faktor Penyebab Tanah Longsor

Tanah longsor (longsoran) adalah pergerakan massa tanah/batuan ke arah miring, mendatar, atau vertikal pada salah satu lereng (Karnawati, 2001). Dengan demikian tanah longsor dapat terjadi pada batuan, tanah, timbunan, maupun kombinasi diantaranya. Gerakan material tersebut dapat berupa runtunan, guguran, gelinciran, penyebaran maupun aliran.

Longsor terjadi karena terganggunya keseimbangan lereng akibat pengaruh gaya-gaya yang berasal dari dalam lereng seperti gaya gravitasi bumi, tekanan air pori dalam tanah/lereng, dan gaya dari luar lereng seperti getaran kendaraan dan pembebanan pada lereng (Karnawati, 2001). Terganggunya kestabilan tanah tersebut menyebabkan terjadinya tanah longsor. Lereng atau lahan yang kemiringannya melampaui 20° atau 40% umumnya mempunyai risiko untuk bergerak atau longsor. Potensi terjadinya gerakan pada lereng juga tergantung pada kondisi batuan, dan tanah penyusun lereng, struktur geologi, curah hujan, vegetasi, dan bentuk penggunaan lahan pada lereng.

Pemicu utama terjadinya bencana gerakan tanah longsor adalah kuantitas curah hujan yang tinggi, didukung pula oleh kondisi geologi, morfologi, tata guna lahan, dan tentunya ulah manusia. Berdasarkan peta kerentanan gerakan tanah, bencana terjadi di:

- Daerah kerentanan Gerakan Tanah Menengah artinya gerakan tanah/tanah longsor dapat terjadi pada tebing sungai, pemotongan lereng secara tegak tanpa memperhatikan stabilitas lereng. Gerakan tanah lama dapat aktif kembali atau gerakan tanah baru akibat curah hujan yang tinggi dalam kurun waktu

yang relatif lama dan erosi lateral sungai.

- Daerah kerentanan Gerakan Tanah Tinggi artinya daerah ini labil, gerakan tanah/tanah longsor dapat terjadi sewaktu-waktu, dalam skala kecil dan besar, gerakan tanah/tanah longsor lama dapat aktif kembali akibat kuantitas curah hujan yang tinggi dalam kurun waktu yang lama, dan erosi lateral sungai.
- Di Kota Semarang terdapat beberapa daerah rawan bencana. Permasalahan yang telah terjadi antara lain:
- Terjadinya gerakan tanah yang sering dijumpai di daerah bencana berupa longsor bahan rombakan, antara lain seperti di daerah Tandang Kecamatan Tembalang, Tinjomoyo Kecamatan Banyumanik, Lemponsari Kecamatan Gajahmungkur. Jenis ini sering mengakibatkan korban jiwa dan harta benda karena kejadian bersifat tiba-tiba.
- Adanya nendatan atau sesaran yang dijumpai di beberapa tempat di kompleks perumahan mewah daerah Gombel Semarang (Bukit Semarang Indah Regency). Akibat yang ditimbulkan berupa retakan dan ambruknya bangunan permukiman, serta retakan pada jalan beraspal. Korban jiwa diakibatkan oleh tertimpa rumah yang ambruk.
- Adanya daerah labil di daerah manyaran, tinjomoyo
- Terjadinya banjir di daerah Semarang bawah.

Tabel 1. Kriteria Kerawanan Terhadap Bencana Longsor

No.	Jenis Kerusakan	Faktor Penyebab	Keterangan
1.	Sangat Rawan	Tingkat kerawanan sangat tinggi, kampung terancam longsor, slope 30 - 50°, batuan terpotong patahan & struktur kekar, tebal tanah 4 cm, sudah terjadi retakan di beberapa titik.	Tidak disarankan untuk permukiman untuk ditanami pohon berakar tunggang dan ringan, jarak tanam 10 m di sela-selanya ditanami rumput, hindari galian dan pencetakan ladang dan sawah pada lereng.
2.	Rawan	Tingkat kerawanan tinggi, kebun dan ladang terancam longsor, slope 45°, batuan terpotong patahan & kekar, sudah terjadi retakan tanah dan longsor di beberapa titik.	Tidak layak untuk permukiman, lereng ditanami tanaman penguat, jarak tanam 10 m di sela-selanya ditanami rumput/ tanaman perdu, hindari galian dan pencetakan ladang dan sawah pada lereng.
3.	Menengah	Tingkat Kerawanan menengah, perkampungan terancam longsor, slope 20° - 50°, tebal tanah 4 cm, belum banyak titik longsor.	Tidak layak untuk permukiman, lereng ditanami tanaman penguat (ringan dan berakar tunggang), jarak tanam 10 m di sela-selanya ditanami rumput/ tanaman perdu, hindari galian dan pencetakan ladang/sawah pada lereng.
4.	Rendah	Tingkat kerawanan rendah dengan potensi longsor kecil, slope 45°, kondisi batuan stabil, tidak terpotong oleh struktur patahan/kekar.	Layak untuk kebun dan ladang, layak huni dengan syarat dibuat saluran drainase berupa parit atau bambu dan teras-teras pada lereng.
5.	Aman	Ancaman longsor sangat kecil.	Layak huni dan untuk pertanian, dibuat saluran drainase, penghijauan/terasering/konstruksi.

Sumber: Tim Universitas Gadjah Mada, 2001, Laporan Sementara Longsor Purworejo dan Upaya Penanggulangannya, Yogyakarta.

Ada beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya kelongsoran, antara lain:

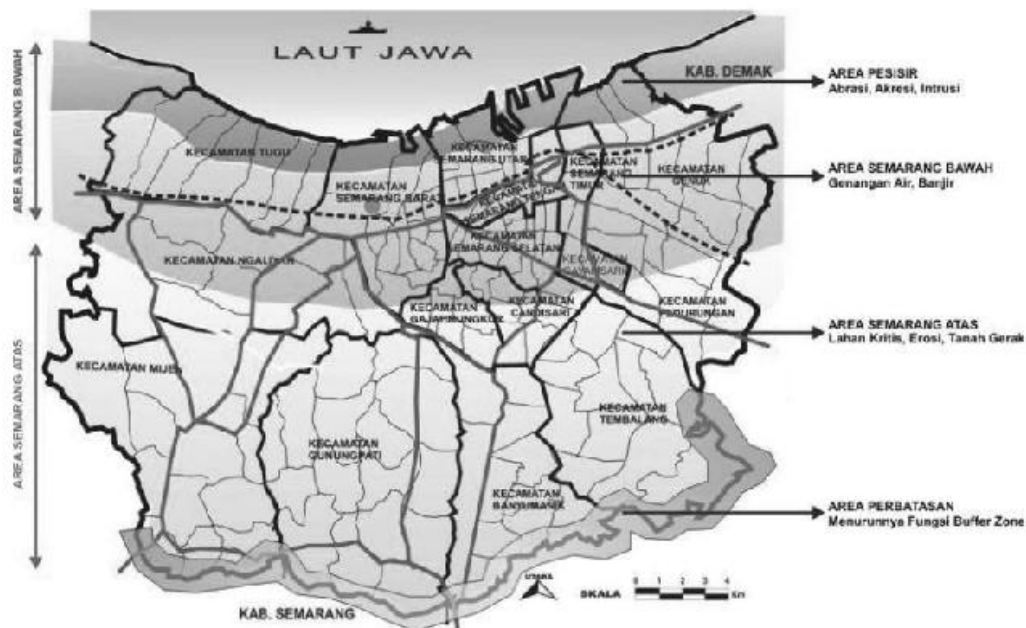
Penyebab terjadinya longsor menurut adalah:

a. Faktor Morfologi

- Peningkatan beban pada masa tanah, hal ini dapat terjadi karena peningkatan air at tanah akibat infiltrasi air, beban di atas permukaan tanah, peningkatan tebal lapisan tanah di atas batuan datar, dan timbulnya gaya yang diakibatkan getaran.
- Pengurangan kekuatan penahan yang melawan tegangan geser. Hal ini dapat terjadi karena peningkatan tegangan air pori akibat infiltrasi yang menurunkan daya kohesi tanah dan sudut friksi, pelapukan yang

menyebabkan gradasi butiran tanah semakin lembut sehingga sudut friksi menjadi minimum dan terjadi degradasi struktur tanah.

- Perubahan geometri lereng yang mengarah pada peningkatan ketinggian maupun kecuraman lereng sehingga mengurangi kestabilan lereng. (Sudarta, 2002)



Gambar 1. Peta Kondisi Area Di Kota Semarang.

b. Faktor Geologi

- Proses geologi dalam pembentukan lapisan-lapisan kulit bumi dengan cara pengendapan sedimen ternyata memungkinkan terbentuknya suatu lapisan yang potensial mengalami kelongsoran. (Dwiyanto, JS, 2002).

c. Faktor Air Dalam Tanah

- Tekanan air pori memiliki nilai besar sebagai tenaga pendorong terjadinya kelongsoran, semakin besar tekanan air pori semakin besar pula tenaga pendorong.
- Penyerapan maupun konsentrasi air di dalam lapisan tanah kohesif dapat melunakkan lapisan tanah tersebut yang pada akhirnya mereduksi nilai kohesif dan sudut geser dalam sehingga kekuatan gesernya berkurang.
- Aliran air dapat menyebabkan erosi yaitu pengikisan lapisan oleh aliran air sehingga keseimbangan lereng menjadi terganggu. (Dwiyanto, JS, 2002).

d. Faktor Sifat Tanah Pelapukan

- Sifat tanah pelapukan (di permukaan) bersifat lolos air tinggi, bersifat lepas, relatif tebal dan terdapat pada bidang miring sehingga cenderung bergerak (labil). Faktor lain yang sering dijumpai adalah akibat pemotongan lereng dengan sudut lereng mendekati tegak ($>50^\circ$). Hujan dengan kuantitas tinggi menyerap ke dalam permukaan sehingga menambah berat masa tanah dan berfungsi sebagai pelumas pada bidang longsor, ditambah pula berat beban perumahan penduduk yang terlanjur berada di daerah bencana, karena penyebaran penduduk bersifat horizontal tidak vertikal. (Surono, 2002).
- **Eksisting Kawasan Rawan Bencana Longsor dan Banjir**
- Pemanfaatan ruang Semarang bagian atas untuk aktivitas permukiman, merupakan proses alih fungsi (konversi) dari lahan pertanian menjadi non pertanian yang kurang terkendali. Menurut data Dinas Kehutanan Jawa Tengah, ditunjukkan bahwa Kota Semarang memiliki lahan kategori kritis seluas 14.923 hektare, kemudian lahan yang masuk kategori lahan berpotensi kritis seluas 29.709 hektare, dan 10.612 hektare agak kritis. Lahan-lahan kritis tersebut sebagian besar terletak di kawasan Semarang bagian atas. Lahan kritis tersebut dengan kemiringan lebih dari 45%.
- Adanya konversi tersebut tentu membawa konsekuensi dan berpengaruh/berdampak negatif terhadap

lembah/daratan Kota Semarang bawah sampai pada wilayah yang berbatasan langsung dengan wilayah laut (pantai).

- Terjadi kerusakan wilayah dalam bentuk meningkatnya limpasan (*run off*) air yang mengakibatkan erosi, sedimentasi, pendangkalan pada sungai, saluran, embung dan pinggir laut serta terjadinya tanah longsor pada daerah-daerah kritis jika musim hujan. Tidak berfungsinya wilayah aliran sungai dengan baik, pada gilirannya kondisi lingkungan Kota Semarang bagian bawah mengalami degradasi lingkungan yang cukup memprihatinkan, seperti banjir, sedimentasi, abrasi, akresi, instrusi air dan rob serta membawa *effect* terhadap rusaknya kawasan-kawasan perumahan dan permukiman masyarakat. Artinya bahwa ancaman tersebut dapat terjadi sewaktu-waktu tidak hanya terjadi di kawasan hulu tetapi juga menghantui kawasan hilir.
- Sebagai contoh, terjadinya longsor pada tahun 2002 lalu yang pada umumnya terjadi di kawasan yang bertanah labil, seperti di Gumpilsari Kelurahan Tandang Kecamatan Tembalang, Tinjomoyo Kecamatan Banyumanik, Lempongsari Kecamatan Gajahmungkur, Kecamatan Banyumanik. Kemudian sejumlah wilayah yang rawan longsor karena adanya penambangan liar galian C. Serta peristiwa longsor jalan tumpang (Sampang). Jenis ini sering mengakibatkan korban jiwa dan harta benda karena kejadian bersifat tiba-tiba. Adanya nendatan atau sesaran yang dijumpai di beberapa tempat di kompleks perumahan mewah daerah Gombel Semarang (Bukit Semarang Indah Regency). Akibat yang ditimbulkan berupa retakan dan ambruknya bangunan permukiman, serta retakan pada jalan beraspal. Korban jiwa diakibatkan oleh tertimpa rumah yang ambruk.
- Menurut penelitian tim kami tentang karakteristik pemanfaatan ruang dengan memperhatikan kawasan rawan bencana longsor dan banjir di Kota Semarang, kami temukan bahwa pada Kecamatan Gunung Pati terdapat kawasan rawan longsor/tanah labil seluas kurang lebih 1200 Ha, meliputi wilayah Kelurahan Mangunsari, Patemon, Sekaran, Kalisegoro, Sukorejo, Pongangan, Sadeng dan Kandri, serta Jatirejo. Kawasan ini mempunyai kemiringan antara 0 s/d 40 % dengan batas tertinggi tidak lebih dari 40 %. Jenis tanahnya adalah Latosol Coklat Kemerahan, dengan bahan induk tuf vulkan intermedier dan fisiografi berupa vulkan dan bukit lipatan. Kondisi Geologi pada kawasan Gunung Pati terdapat formasi sesar patahan memanjang di sebelah selatan dari Ungaran ke arah barat menuju Gunungpati sampai dengan Boja.
- Pada Kecamatan Mijen terdapat kawasan rawan longsor berada pada sepanjang Kali Kreo meliputi Kelurahan Kedung Pane, dan Kelurahan Jatibarang seluas \pm 110 Ha. Kawasan ini mempunyai kemiringan antara 0 s/d 40 % dengan batas tertinggi tidak lebih dari 40 %. Jenis tanahnya sama dengan kawasan Gunung Pati yaitu Latosol Coklat Kemerahan, dengan bahan induk tuf vulkan intermedier dan fisiografi berupa vulkan dan bukit lipatan. Kondisi Geologi terdapat formasi sesar patahan memanjang di sebelah selatan dari ungaran ke arah barat menuju Gunung Pati memanjang menuju Rembes Mijen sampai dengan Boja. Pada sebelah utara wilayah ini terdapat formasi patahan dimulai dari Ngaliyan ke arah barat sepanjang Wonosari sampai Kaliwungu/formasi antiklin.
- Sedangkan pada daerah Banyumaik mempunyai kemiringan tanah 2 - > 40% dengan batas tertinggi > 40%, terletak antara 200 – 720 dpl. Untuk kawasan rawan longsor berada pada Tinjomoyo dan sekitarnya mempunyai kemiringan tanah antara 8 – 25 %, di sepanjang tebing Kali Garang sampai daerah Bendan disebelah utara dan Pucung di sebelah selatan. Kondisi kemiringan tanah curam sampai sangat curam di sisi tebing timur dan barat Kali Garang merupakan daerah rawan erosi. Kawasan rawan bencana longsor meliputi luas \pm 212 Ha yang meliputi wilayah Kelurahan Gedawang, Pudak Payung, Sronдол Kulon, Jabungan, Tinjomoyo. Jenis tanahnya adalah Latosol Coklat Tua kemerah-merahan yang merupakan residu dari pelapukan breksi tufaan dan pasir tufaan, serta terdapat jenis tanah Grumosol di daerah Tinjomoyo. Kondisi Geologi terdapat formasi patahan antiklin Tinjomoyo, Gunung Malang dan Karang Kumpul, Sesar naik di Bendan dan Kali Garang serta Kali Kreo. Sesar geser pada kali Kripik serta adanya formasi Sinklin Karang Kempel. Fisiografi kawasan Tinjomoyo dan sekitarnya termasuk perbukitan sedimen vulkanik Kedungmundu-Ngemplak Simongan-Ngaliyan.
- Untuk Kecamatan Tembalang tingkat erosi yang terjadi secara umum adalah erosi permukaan. Kemiringan tanahnya 15 - > 40% sebagian besar wilayah Kecamatan Tembalang merupakan kawasan perbukitan serta sebagian kecil merupakan dataran rendah dan dataran tinggi. Terletak antara 50 - 350 m dpl. Jenis tanahnya adalah Mediteran Coklat dan Hitam dan Tanah Grumosol. Litologi penyusun terdiri dari endapan permukaan aluvium, lapisan marin, batuan sedimen formasi damar, batuan sedimen breksi vulkanik. Sebagian besar wilayah Kecamatan Tembalang merupakan zona Kerentanan Gerakan Tanah rendah dan menengah.
- Selanjutnya pada Kecamatan Ngaliyan dengan kemiringan tanah 2 - > 40 % dengan topografi datar sampai berbukit. Terletak antara 10 s/d 500 m dpl. Pada kawasan bagian barat merupakan kawasan tanah labil dan pada bagian timur merupakan kawasan rawan longsor. Bahaya erosi terdapat pada

kawasan aliran sungai, terutama Sungai Beringin, sedangkan banjir sering terjadi di Kelurahan Wonosari. Jenis tanahnya adalah Aluvial Kelabu, Mediteran Coklat Tua, dan Latosol Coklat Tua. Litologi penyusun terdiri dari batuan sedimen formasi damar, lapisan marin, dan endapan alluvial. Di Kecamatan Ngaliyan terdapat beberapa zona Kerentanan Gerakan Tanah rendah dan menengah dan tinggi.

- Pada umumnya longsor terjadi di kawasan yang bertanah labil, seperti di Gumpilsari Kelurahan Tinjomoyo, Kecamatan Banyumanik. Sejumlah wilayah yang rawan longsor karena adanya penambangan liar galian C. Contoh peristiwa longsor jalan tumpang (sampang) serta banjir kanal timur dan Kelurahan Muktiharjo Lor.

3.2. Analisis Kerentanan Gerakan Tanah Kota Semarang

Zona kerentanan gerakan tanah Kota Semarang ditentukan berdasarkan indeks kejadian gerakan tanah pada setiap jenis batuan dalam kisaran kemiringan lereng tertentu dan hasil analisis kemantapan lereng. Parameter yang digunakan untuk menentukan tingkat kerentanan gerakan tanah adalah didasarkan pada kondisi faktor penyebab terjadinya gerakan tanah. Faktor penyebab tersebut adalah,

- Geologi, yaitu sifat fisik dan keteknikan batuan dan pelapukan tanah, susunan dan kedudukan batuan, dan struktur geologi,
- Morfologi yang dimaksudkan untuk mengetahui kemiringan lereng lahan,
- Curah hujan, yaitu intensitas dan lama hujan,
- Penggunaan lahan merupakan bentuk pengolahan lahan dan vegetasi penutup,
- Kegempaan dimaksudkan untuk mengetahui intensitas gempa.

Berdasarkan kondisi faktor penyebab terjadinya gerakan tanah tersebut, maka Sugalang dan Siagian (1991) membagi zona kerentanan menjadi 4 zona kerentanan gerakan tanah. Kota Semarang memiliki 4 zona kerentanan sebagai berikut.

1. Zona Kerentanan Tanah Sangat Rendah (*Zone of Very Low Susceptibility to Landslide*)

Zona ini mempunyai tingkat kerentanan yang sangat rendah terhadap gerakan tanah. Pada zona ini sangat jarang atau tidak pernah terjadi gerakan tanah baik gerakan lama maupun baru kecuali pada wilayah sekitar tebing sungai. Zona ini merupakan daerah datar sampai landai menggelombang dengan sudut kemiringan lereng alam kurang dari 15% dan lereng tidak dibentuk oleh lempung yang bersifat mengembang maupun talus - ongkongan material gerakan tanah. Batuan dasarnya pada umumnya berupa endapan alluvium dan lahar endapan Gunung Sindoro. Zona ini cocok untuk dimanfaatkan sebagai lahan permukiman atau untuk berdirinya bangunan.

2. Zona Kerentanan Tanah Rendah (*Zone of Low Susceptibility to Landslide*)

Pada zona ini Kota Semarang dilihat berdasarkan tingkat kerentanan rendah untuk terjadi gerakan tanah. Zona ini umumnya jarang terjadi gerakan tanah kecuali mengalami gangguan pada lerengnya, dan jika terdapat gerakan tanah lama pada umumnya lereng telah menjadi mantap kembali. Kisaran kemiringan lereng mulai dari landai (5-15%) sampai terjal (50 - 70%), tergantung pada sifat fisik dan keteknikan batuan dan tanah pembentuk lereng. Pada lereng yang terjal sampai sangat terjal umumnya dibentuk oleh tanah hasil pelapukan batuan yang termasuk tipis dan vegetasi penutup dibentuk oleh lahar dan endapan larva Gunung Ungaran, Merbabu, Sumbing, dan Breksi vulkanik.

3. Zona Kerentanan Tanah Menengah (*Zone of Moderate Susceptibility to Landslide*)

Zona ini, Kota Semarang mempunyai tingkat kerentanan menengah untuk terjadi gerakan tanah. Gerakan tanah yang terjadi pada zona ini, terutama pada daerah yang berbatasan dengan lembah sungai, gawir, tebing pemotong jalan dan lereng yang mengalami gangguan. Gerakan tanah lama masih memungkinkan untuk dapat aktif kembali terutama akibat adanya curah hujan dengan intensitas yang tinggi dan erosi yang kuat. Kisaran kemiringan lereng alam mulai dari landai (5-15%) sampai sangat terjal atau curam (> 70%) tergantung pada sifat fisik dan keteknikan dari batuan dan tanah sebagai material pembentuk lereng. Umumnya lereng mempunyai vegetasi penutup yang kurang sampai sangat kurang. Batuan pembentuk lereng umumnya berupa lapirsan endapan laut yang terdiri atas perselingan antara batu lempung, napal, batu pasir, lahar hasil endapan Gunung Sumbing, Merbabu, Gilipetung, Telomoyo dan Ungaran; tufa dan breksi dari Formasi Penyatan.

4. Zona Kerentanan Tanah Tinggi (*Zone of High Susceptibility to Landslide*)

Zona ini menjelaskan Kota Semarang ditinjau dari derajat kerentanan tinggi untuk terjadi gerakan tanah.

Pada zona ini gerakan tanah sering terjadi. Gerakan tanah lama dan baru masih ada dan aktif akibat curah hujan yang tinggi dan proses erosi yang kuat. Kisaran kemiringan lereng mulai agak terjal (15-30%) sampai sangat terjal - curam (>70%), tergantung sifat fisik dan keteknikan batuan dan tanah. Vegetasi penutup lereng umumnya sangat kurang/jarang sehingga batuan dan tanah tidak mampu terikat oleh akar tanaman. Batuan pembentuk lereng berupa batuan endapan laut yang terdiri atas selingan batuan lempung, napal dan batu pasir; tufa, breksi dan batu lempung dari Formasi Penyatan. Zona dengan tingkat kerentanan tanah tinggi agar dihindarkan sebagai lokasi permukiman dan tempat berdirinya bangunan. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya bahaya akibat tanah yang bergerak (*landslide*).

Secara umum kerentanan gerakan tanah di Kota Semarang berdasar zona kerentanan disajikan pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Kecamatan Dengan Kerentanan Gerakan Tanah Tinggi

No.	KECAMATAN	Tingkat Kerentanan Gerakan Tanah			
		Sangat Rendah	Rendah	Menengah	Tinggi
1.	Semarang Tengah	Seluruh	-	-	-
2.	Semarang Timur	Seluruh	-	-	-
3.	Mijen	Sebagian	Sebagian	-	-
4.	Gunungpati	Sebagian	Sebagian	Sebagian	Sebagian
5.	Banyumanik	Sebagian	Sebagian	Sebagian	Sebagian
6.	Tembalang	Sebagian	-	-	Sebagian
7.	Pedurungan	Seluruh	-	-	-
8.	Genuk	Seluruh	-	-	-
9.	Tugu	Seluruh	-	-	-
10.	Ngaliyan	Sebagian	Sebagian	Sebagian	Sebagian
11.	Semarang Barat	Seluruh	-	-	-
12.	Gajahmungkur	Sebagian	-	Sebagian	Sebagian
13.	Candisari	Sebagian	Sebagian	-	Sebagian
14.	Semarang Selatan	Sebagian	-	-	Sebagian
15.	Semarang Utara	Seluruh	-	-	-
16.	Gayamsari	Seluruh	-	-	-

Sumber: Peta Kerentanan Gerakan Tanah, 1991, Peta Rupa Bumi Digital Indonesia, 2001
Keterangan: (-) Tidak terdapat wilayah rentan gerakan tanah.

Tabel 3. Zona/Kawasan Rawan Longsor dan Banjir di Kota Semarang

No.	KECAMATAN	KELURAHAN	
		Zona/Kawasan Rawan Longsor	Zona/Kawasan Rawan Banjir
1.	Gajahmungkur	Lempongsari, Petompon	Sampangsan, Bendanggisor
2.	Gunungpati	Sukorejo, Sadeng, Sekaran	-
3.	Candisari	Candi, Jatingaleh, Jomblang, Tegalsari, Wonotingal, Karanganyargunung	-
4.	Ngaliyan	Kalipancur, Purwoyoso, Banbankerep	-
5.	Tugu	Mangkangwetan, Mangunharjo	Mangkangwetan, mangkangkulon, Mangunhardjo
6.	Tembalang	Meteseh, Tandang, Bulusan, Jangli	Rowosari, Sendangmulyo
7.	Semarang Selatan	Mugasari	Pleburan, Wonodri, Lampertengah
8.	Semarang Barat	Ngemplak, Simongan, Krapyak, Gisikdrono, Bongsari	Ngemplak, Simongan, Tambakharjo, Gisikdrono, Bongsari
9.	Banyumanik	Ngesrep, Tinjomoyo	-
10.	Semarang Utara	-	Bandarhardjo, Purwosari, Panggung Lor, Panggung Kidul, Tanjungmas, Dadapsari

11.	Semarang Timur	-	Kemijen, Rejomulyo, Mlatibaru, Kebonagung
12.	Gayamsari	-	Tambakharjo, Kaligawe, Sawahbesar
13.	Pedurungan	-	Tlogosariwetan, Kalicari
14.	Genuk	-	Kudu, Gebangsari, Trimulyo, Muktiharjo
15.	Mijen	-	-
16.	Semarang Tengah	-	-

Sumber: Hasil observasi & Analisis Penyusun, 2009.

3.3. Rusaknya Sistem Tata Air

Terjadinya konversi lahan (beralihnya fungsi penggunaan lahan) di daerah Semarang bagian atas tampaknya tidak memperhatikan keseimbangan ekologi dan tata lingkungan secara menyeluruh. Kawasan hutan lindung semakin berkurang, begitu pula dengan luasan tangkapan air (*catchment area*), sehingga daya resap air (permeabilitas) semakin sedikit karena sebagian permukaan tanah semakin banyak yang dipadatkan atau tertutup aspal dan bahan perkerasan jalan lainnya.

Berkurangnya jenis tanaman yang mempunyai kemampuan tinggi menahan air, terjadinya penebangan pohon tanpa adanya penggantian yang memadai, kondisi jaringan drainase kurang memadai (adanya pendangkalan dan kurang lancar) atau tidak berfungsi secara optimal, terjadinya sedimentasi dan pendangkalan daerah pantai maupun muara sungai.

Telah terjadi kerusakan sistem tata air atau siklus hidrologi, karena daerah tangkapan air (*Catchment Area*) tersebut tidak lagi berfungsi sebagai mana mestinya. Beralihnya fungsi lahan konservasi menjadi lahan permukiman, maka air hujan sedikit sekali yang masuk ke dalam tanah melalui infiltrasi, akan tetapi air hujan langsung mengalir berupa aliran permukaan (*surface run off*). Disamping itu, berkurangnya proses infiltrasi, menyebabkan aliran air dalam tanah pun semakin berkurang.

Kerusakan sistem tata air atau siklus hidrologi di Kota Semarang bagian atas, akan berdampak tidak sekedar berubahnya sistem tata air, namun merupakan permasalahan yang saling berkait, penyebab terjadinya banjir (banjir kiriman, luapan air limpasan maupun genangan) di kota Semarang bagian bawah yang meliputi daerah permukiman kawasan kota, kawasan perdagangan, jaringan jalan protokol maupun permukiman di sekitar pantai. Disamping itu juga berkurangnya sumber air bersih di Kota Semarang bagian bawah. Dampak ikutan lainnya adalah akan terganggunya berbagai kegiatan di Kota Semarang bagian bawah, baik secara fisik, sosial, ekonomi maupun budaya.

Permasalahan banjir di Kawasan Semarang Bagian Utara, Banjir Kanal Timur, Kelurahan Muktiharjo Lor dan kawasan Kaligawe tampaknya merupakan kawasan yang rutin menjadi langganan banjir. Artinya bahwa Bencana yang terjadi, sebagai akibat implementasi pembangunan Semarang bagian atas, sebagai pusat-pusat pertumbuhan, tanpa memperhatikan dan mengkaji tatanan geografi dan geologi (*land dan soil*) serta masalah keseimbangan ekologi dan tata lingkungan secara serius, matang dan menyeluruh (*comprehensive*).

Pada gilirannya, banjir mengakibatkan kegiatan sehari-hari masyarakat (kegiatan ekonomi maupun sosial) yang berorientasi di Kota Semarang bagian bawah menjadi terganggu, rusaknya lingkungan fisik, berbagai sarana dan prasarana kota akibat air banjir, menurunnya tingkat kesehatan masyarakat, karena lingkungan kota fisik kota menjadi tidak sehat.

3.4. Keseimbangan Ekologi dan Tata Lingkungan secara “Comprehensive”

Menurut Constantin Doxiadis dalam bukunya *The Ekistict* (1980) memunculkan konsep *Human Settlement : Man settle in earth*. Terdapat 5 (lima) elemen yang perlu diperhatikan antara lain *Man and society (the subjects of human settlement)*, *Nature (Land, sea, air dan mahluk lain fauna dan flora)*, *shell and network* sebagai *man made space (man made resource)*.

Dengan paham akan hal ini diharapkan dapat mewujudkan struktur ruang dengan membentuk susunan pusat-pusat permukiman dan sistem jaringan prasarana dan sarana yang berfungsi sebagai pendukung kegiatan sosial ekonomi masyarakat yang secara hierarkis memiliki hubungan fungsional. Demikian pula halnya dalam pola ruang yang mengatur distribusi peruntukan ruang dalam suatu wilayah yang meliputi peruntukan ruang untuk fungsi lindung dan peruntukan ruang untuk fungsi budi daya.

Kawasan Kota Semarang: terdiri dari matra darat yang terbagi wilayah atas (perbukitan) dan wilayah bawah (peralihan antara ekosistem darat dan laut) serta matra laut. Morfologinya terbagi menjadi dua satuan, yaitu satuan bentuklahan dataran pantai delta K. Garang dan satuan bentuklahan struktural denudasional dengan morfologi dataran tinggi Kaligetas dan perbukitan Candi. Disamping itu, sebagian besar penduduk lebih kurang 55% bertempat tinggal di wilayah satuan bentuklahan dataran pantai delta K. Garang dan 45% menempati wilayah satuan bentuk lahan morfologi dataran tinggi Kaligetas dan perbukitan Candi.

Pengembangan Kota Semarang cenderung membentuk “pusat-pusat pertumbuhan permukiman baru” yang diharapkan tersebar secara merata. Dengan pengembangan di Semarang bagian atas (khususnya kawasan Mijen, Gunungpati, Banyumanik, Ngalian, Tembalang dan sekitarnya). Kemungkinan besar arahan tersebut berdasar mengingat Kota Semarang bagian bawah (pusat kota dan sekitarnya) dirasa sudah padat penduduknya. Artinya bahwa terdapat kecenderungan pusat-pusat pertumbuhan berkembang ke kawasan pinggiran, sehingga tidak terkonsentrasi di pusat kota.

Namun demikian pusat-pusat pengembangan baru tersebut berkembang dan tidak dapat menghindari kawasan perbukitan yang merupakan kawasan penyimpanan/sumber air bagi Kota Semarang. Artinya bahwa pengembangan yang terjadi merambah pada kawasan konservasi (kawasan lindung) dan terjadi konversi (beralih fungsi) menjadi kawasan budidaya. Hal ini perlu serius diperhatikan.

Pengembangan pusat-pusat pertumbuhan permukiman baru di Kota Semarang bagian atas tersebut tentunya sedikit banyak akan mempengaruhi pola tata air yang ada. Dengan kata lain perubahan fungsi lahan di kawasan Kota Semarang bagian atas, dari kawasan “konservasi” atau “*catchment area*” ke fungsi perumahan dengan kegiatannya, pada dasarnya akan mempengaruhi/merubah sistem tata air secara keseluruhan.

Dengan demikian perlu diwaspadai, apakah arahan pusat-pusat pertumbuhan tersebut telah memperhatikan dan mengkaji masalah keseimbangan ekologi dan tata lingkungan secara menyeluruh (“*comprehensive*”)?.

3.5. Pengaturan Sistem Drainase Menyeluruh

Untuk mengantisipasi dampak ikutan yang diakibatkan adanya perkembangan pusat-pusat pertumbuhan permukiman baru di Kota Semarang bagian atas (Kawasan Mijen, Gunungpati dan sekitarnya), perlu diatur dan direncanakan kembali sistem tata air secara menyeluruh Kota Semarang dengan *hinterlandnya*.

Disamping itu juga perlu memperhatikan kondisi topografinya. Kota Semarang bagian atas (Bagian Selatan) merupakan wilayah perbukitan dengan ketinggian berkisar antara 90 - 348 meter DPL. Merupakan kawasan *agroforestry* dan *agriculture* yang berfungsi sebagai daerah tangkapan air (*Catchment area*) untuk Kota Semarang, kemudian diarahkan menjadi wilayah pengembangan baru sebagai kawasan permukiman dan pendidikan, maka jika kawasan tersebut dikonversi, perlu diperhatikan bagaimana dengan sistem tata air atau siklus hidrologinya? Kerusakan sistem tata air atau berubahnya siklus hidrologi di Semarang atas akan mempengaruhi sistem tata air pada Semarang bagian bawah.

Beberapa kebijaksanaan dan program yang tampaknya perlu serius dalam pelaksanaannya seperti normalisasi beberapa sungai, penataan saluran drainase kota, penggalakan pembangunan taman-taman kota dan lingkungan permukiman, serta penetapan fungsi lindung di Kawasan Mijen dan Gunungpati (Kota Semarang Bagian Barat Daya dan Selatan) sebagai daerah konservasi (*Agroforestry & Agriculture*).

Penataan sistem tata air di kota Semarang bagian atas tersebut dapat berupa pembuatan waduk (embung) di bagian hulu dengan tujuan pokok pengendalian banjir dan konservasi air. Selain itu dapat difungsikan untuk kepentingan lain, misalnya: air baku, listrik tenaga air, pariwisata, perikanan dan lain-lain. Kemudian dianjurkan dibuat sumur-sumur resapan di setiap permukiman penduduk, pembuatan taman-taman lingkungan permukiman dengan menggunakan jenis tanaman yang mempunyai kemampuan tinggi dalam menyerap dan menyimpan air. Disamping itu perkerasan jalan-jalan di lingkungan permukiman hendaknya diarahkan dengan menggunakan bahan yang memungkinkan dapat meresapkan air ke permukaan tanah.

Semarang Bagian Bawah yang mempunyai Ketinggian kurang dari 25 meter DPL, membentang dari Barat ke Timur dan mempunyai jarak dari garis pantai antara 3,5 km sampai 10 km. Bagian tengah terdapat kota lama (pusat kota) yang merupakan pusat perdagangan, perkantoran, pendidikan, permukiman padat. Bagian Barat dan Timur ini dibatasi oleh Sungai Banjir Kanal Barat dan Sungai Banjir Kanal Timur serta bagian Selatan dibatasi oleh saluran Sriwijaya dan CBZ. Saluran-saluran ini berfungsi untuk menampung air hujan dan buangan di pusat Kota Semarang. Disamping itu terdapat pula dua saluran drainase utama, yaitu Kali Banger dan Kali Semarang untuk mengatasi banjir lokal.

Bagian Timur yang pengembangannya sebagai kawasan industri dan permukiman, terdapat dua saluran drainase utama, yaitu Kali Tenggang dan Kali Sringin yang berfungsi untuk mengatasi banjir lokal. Disamping itu, di bagian Timur ini terdapat pula Kali Babon yang berfungsi untuk mengatasi banjir kiriman dari daerah atas.

Bagian Barat yang pengembangannya sebagai kawasan industri dan permukiman, terdapat beberapa saluran drainase utama yaitu Kali Mangkang, Kali Beringin, Kali Tapak, dan beberapa saluran kecil lainnya, yaitu Kali Ronggolawe dan Kali Karangayu yang berfungsi untuk mengatasi banjir dari daerah atas, kemudian Kali Silandak yang berfungsi untuk mengatasi banjir di sekitar Bandara Ahmad Yani.

Ada keterkaitan antara perubahan fungsi lahan di Semarang atas dengan sistem tata air di Semarang bawah. Oleh karenanya, maka beberapa drainase utama di Kota Semarang tersebut perlu secara menyeluruh dan kontinyu ditata dan dipelihara baik volume sesuai dengan *catchment areanya*, serta dihindarkan dari pendangkalan akibat erosi, sedimentasi dan sampah.

3.6. Mitigasi Dan Penanganan Bencana

Mitigasi dan penanganan bencana yang terjadi di Kota Semarang, maka perlu:

- Kegiatan rehabilitasi dan rekonstruksi paska bencana khususnya di bidang perumahan, permukiman, dan perluasan lapangan kerja bagi masyarakat korban bencana.
- Kelembagaan yang berwenang melakukan koordinasi mitigasi dan penanggulangan bencana. Artinya bahwa perlu adanya penguatan kelembagaan dalam penanggulangan bencana. Penguatan kelembagaan ini dalam rangka penegakan rencana tata ruang dan rencana wilayah. Dalam hal ini untuk mengurangi dan mencegah risiko bencana.
- Adanya kerangka hukum atau peraturan pelaksanaan penanggulangan bencana.
- Peningkatan sarana dan prasarana dalam rangka mengurangi risiko bencana
- Adanya sistem pencegahan bencana melalui identifikasi dan pengenalan sumber bencana
- Terwujudnya sistem mitigasi: pembangunan infrastruktur, pengaturan tata bangunan, pendidikan, penyuluhan, dan pelatihan.
- Terwujudnya sistem kesiapsiagaan dalam mengantisipasi dan mengatasi dampak bencana, termasuk peningkatan kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi bencana.
- Terwujudnya sistem penanganan tanggap darurat bencana.
- Terwujudnya sistem penanganan masyarakat yang terkena dampak bencana.
- Terwujudnya sistem penanggulangan bencana yang terpadu dan menyeluruh.

3.7. Penataan Ruang Berbasis Mitigasi Bencana

- Pemanfaatan ruang dengan memperhatikan/mencegah/menghindari/menghilangkan bahaya bencana terhadap kawasan.
- Pemanfaatan ruang dengan mengurangi kerentanan dan meningkatkan ketahanan kawasan (Pemanfaatan lahan yang sesuai dengan ekologi kawasan).
- Pengembangan sarana dan prasarana wilayah yang mendukung keseimbangan ekologis.
- Pengendalian dalam penggunaan lahan serta pengaturan koefisien dasar bangunan.
- Mengembalikan fungsi ekologis dan ekosistem kawasan.
- Adanya pembatasan perizinan yang tegas kawasan terutama pada kawasan konservasi yang dimanfaatkan sebagai kawasan terbangun.
- Wilayah yang memiliki zona kerentanan gerakan tanah agar dihindarkan sebagai lokasi pengembangan untuk wilayah permukiman, dan tetap dipertahankan untuk daerah konservasi.

3.8. Pelibatan Masyarakat (*Participatory Planning*) dalam Penataan Ruang

- Tahap perencanaan, masyarakat paling tahu apa yang mereka butuhkan, dengan demikian mengarahkan pada produk rencana tata ruang yang optimal dan proporsional untuk berbagai kegiatan, sehingga terhindar dari spekulasi dan distribusi alokasi ruang yang berlebihan untuk kegiatan tertentu.
- Tahap pemanfaatan, masyarakat akan menjaga pendayagunaan ruang yang sesuai dengan peruntukan dan alokasi serta waktu yang direncanakan, sehingga terhindar dari konflik pemanfaatan ruang.
- Tahap pengendalian, masyarakat merasa memiliki dan bertanggung jawab dalam menjaga kualitas ruang yang nyaman dan serasi serta berguna untuk kelanjutan pembangunan.

4. KESIMPULAN

- Pada prinsipnya tata ruang harus ada kompromi antara konsepsi ideal (*total safe*) dengan tataran pragmatisme masyarakat.
- Tata ruang sebagai alat mitigasi bencana pada prinsipnya adalah menetapkan tingkat risiko yang dapat diterima/ditanggung oleh seluruh *stakeholders*.
- Tata ruang pada prinsipnya sudah harus memasukkan faktor-faktor kerawanan bahaya alam seperti gempa, longsor, banjir, badai/angin kencang, dan lain-lain, disamping bencana akibat ulah manusia.
- Peran Perguruan Tinggi adalah *Transfer Knowledge* dan *Transfer Morality* tentang penataan ruang dan *Sustainability*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Budihardjo, Eko, Sudanti Hardjohudojo, 1993, Kota Berwawasan Lingkungan, Cetakan III, Penerbit Alumni, Bandung.
2. Budihardjo, Eko, 1997, Lingkungan Binaan dan Tata Ruang Kota, Cetakan I, Penerbit Andi, Yogyakarta.
3. Budihardjo, Eko, Djoko Sujarto, 1998, Kota yang Berkelanjutan (Sustainable City), Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi - Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta. Dinas Pertambangan dan Energi Propinsi Jawa Tengah, Pengembangan Sikap Tanggap Masyarakat Terhadap Ancaman Bencana Alam Tanah Longsor, Seminar Nasional Mitigasi Bencana Alam Tanah Longsor, Semarang 11 April 2002, Pusat Studi Kebumihan – Lembaga Penelitian , Universitas Diponegoro.
4. Dwiyanto, JS, Penanggulangan Tanah Longsor dengan Grouting, Seminar Nasional Mitigasi Bencana Alam Tanah Longsor, Semarang 11 April 2002, Pusat Studi Kebumihan – Lembaga Penelitian, Universitas Diponegoro.
5. Karsiadi Yulianto, 2002. Tata Ruang dan Tata Guna Tanah sebagai Instrumen Pencegahan Bencana Alam tanah Longsor di Kabupaten Purworejo, Proceeding simposium Nasional Pencegahan Bencana Sedimen: 12 – 13 Maret 2002, Yogyakarta.
6. Surono, Evaluasi Mitigasi, Pemantauan, dan Penyelidikan Derah Bencana Gerakan Tanah Periode Januari-April 2002, Seminar Nasional Mitigasi Bencana Alam Tanah Longsor, Semarang 11 April 2002, Pusat Studi Kebumihan – Lembaga Penelitian , Universitas Diponegoro.
7. Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal), 2001. Peta Rupa Bumi Digital Indonesia 1: 25.000 lembar 1409-222, 1409-221, 1408-543, 1408-554, Bakosurtanal, Bogor.
8. Sugalang dan Yousa O.P. Siagian, 1991. Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah, Lembar Magelang dan Semarang, Skala 1: 100.000, Direktorat Geologi tata Lingkungan, Bandung.
9. Sulistyanto, Edy, Tinjauan Peruntukan Tanah, Penggunaan dan Penguasaan Tanah, Kota Semarang Bagian Atas (Kecamatan Gunungpati, Mijen, Banyumanik, Tembalang dan Ngaliyan), Anggota Tim Teknis Penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah/Rencana Detail Tata Ruang Kota, Kota Semarang (Badan Pertanahan Nasional Kota Semarang), 2002
10. Thaden, Robert E.; Sumadirdja, Harli; Richards, Paul W.; 1975, Peta Geologi Lembar Magelang dan Semarang, Jawa, Jawa geologic map of the Magelang and Semarang quadrangles, Java, Direktorat Geologi, Bandung.
11. Thaden, Robert E.; Sumadirdja, Harli; Richards, Paul W.; 1975, Penjelasan Geologi Lembar magelang dan Semarang, Jawa geologic map of the Magelang and Semarang quadrangles, Java, Direktorat Geologi, Bandung.
12. Tim Universitas Gadjah Mada, 2001. Laporan Sementara Longsoran Purworejo dan Upaya Penanggulangannya, UGM, Yogyakarta.

STRATEGI MENGHADAPI PENINGKATAN RISIKO EROSI PANTAI DAN PENGGENANGAN DI DATARAN PESISIR

Oleh:

Otto S. R. Ongkosongo^{a,*}

^aAnggota, Dewan Sumber Daya Air Nasional (DSDAN)

*ottoongkosongo@yahoo.co.id, sudarmadjiotto@gmail.com

Abstrak

Pertumbuhan pemukiman seirama dengan pertumbuhan pesat jumlah penduduk dunia semakin mengumpul di kota-kota besar, sementara kota-kota besar cenderung semakin banyak berada di dataran pesisir (*coastal plain*). Banyak dataran pesisir yang berupa lahan basah (*wetland*) yang selalu atau sering digenangi air, bahkan bukan pada musim hujan, mulai semakin banyak ditinggali manusia. Pertumbuhan dan perkembangan di dataran pesisir yang secara umum berelevasi rendah sehingga secara alami sudah rentan bencana akibat daya rusak air ini secara langsung maupun tidak langsung, semakin cenderung akan meningkatkan risiko mengalami bencana erosi pantai serta penggenangan dan banjir. Apalagi pemanasan global dan perubahan iklim global, sudah banyak dianggap menyebabkan peningkatan kejadian cuaca ekstrim dan menyebabkan kenaikan muka air laut sehingga dataran pesisir yang rendah semakin rentan mengalaminya. Oleh karena dampaknya dapat sangat membahayakan dan terus-menerus merugikan, maka perlu dibuat konsepsi cara penanggulangannya, baik secara keras (*hard*) maupun lunak (*soft*), sebagai antisipasi Indonesia yang sebagian besar dataran pesisirnya telah dan akan terus-menerus mengalaminya. Di sini hanya disampaikan beberapa pokok-pokok hasil kajian konsepsi penanggulangan secara struktur (*keras*) akibat bencana tersebut secara holistik dan komprehensif yang sudah dapat ditemukan, yang berupa lima konsep besar yang sudah ada. Pertama, *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2000)* telah memperkenalkan tiga pilihan, yaitu cara adaptasi yang berupa *retreat, accomodation dan protection*. Kedua, *EuroSION Consortium* yang dikelola oleh *Directorate General of Environment* dari *European Commission (EuroSION 2004)* menyebutkan lima pilihan kebijakan generik yang terdiri dari *do nothing, managed realignment, hold the line, move seaward, dan limited intervention*. Ketiga, *United States Army Corps of Engineers (USACE, 2008)* mengemukakan empat konsep adaptif yang meliputi *accomodation, protection, beach nourishment, dan retreat*. Ke empat adalah cara Ongkosongo (2011a) yang meliputi praktis tidak berbuat apapun (*practically do nothing*), pindah (*escape*) atau menyerah (*give up*), cara seperti biasa (*business as usual*), adaptasi (*adaptation*) atau menyesuaikan, atau menerima kenaikan muka air laut (*accomodation*); modifikasi (*modification*) atau penyesuaian (*adjustment*), penanggulan atau perlindungan (*protection*), dan konfrontasi atau penantangan (*confrontation*) atau cara Belanda (*Dutch solution*). Dari hasil kajian dan ulasan yang dilakukan, terakhir disajikan sembilan strategi Ongkosongo (2011b) yang mencakup tak berbuat apapun (*practically do nothing*), pindah/lari/menghindar/menyerah (*escape, give up*), cara seperti biasa (*business as usual*), adaptasi/akomodasi/menyesuaikan (*adaptation, accomodation*), modifikasi/penyesuaian (*modification, adjustment*), penanggulan/perlindungan (*protection*), penantangan/cara Belanda (*confrontation, Dutch solution*), pengimbuhan pasir/sedimen lain (*nourishment, replenishment*), dan cara polder atau kapal (*polder system*), yang secara keseluruhan masih perlu dikaji, dikembangkan, dan dirinci lebih lanjut untuk implementasinya.

Kata Kunci: Strategi, Erosi pantai, Penggenangan, Banjir, Dataran.

1. PENDAHULUAN

Perairan laut menempati sekitar dua per tiga permukaan bumi. Perairan laut Nusantara yang dicakup dalam Wawasan Nusantara juga menempati sekitar dua per tiga wilayah negara Indonesia. Daratan yang berbatasan dengan perairan dapat berupa daratan berbatuan (*rocky*), bersedimen lepas (*loose sediment*),

atau campuran keduanya. Di sepanjang garis pantainya (*coastline, shoreline*) morfologi daratannya dapat berupa lereng perbukitan yang sangat terjal sampai dengan dataran rendah (*lowland*) yang sangat landai. Terutama pada yang beresedimen lepas daratannya dapat memiliki muara sungai. Muara sungainya berkisar dari yang sangat aktif (banyak) menjadi penyalur air dan sedimen khususnya yang dari daratan, sampai dengan ada yang sangat sedikit menyalurkan air dan sedimen dari daratan. Muara sungainya ada yang bermulut sungai sangat lebar (lebar ratusan m) sampai dengan yang bermulut sangat sempit (lebar beberapa m). Dalam sejarah geologinya, pada bagian tepi perairan dapat terbentuk dataran pesisir, yang bahkan dapat sangat luas, dan merupakan bagian utama dari daratan tepi pantai yang beresedimen lepas tersebut. Pantai yang berupa gisik (*beach*) merupakan bentukan proses geologi resen hasil sedimentasi, dengan bentuk lahan (*landform*) yang berelevasi rendah dan cenderung datar, dan merupakan bagian terdepan dari dataran pesisir yang berbatasan dengan batas perairannya, khususnya yang berupa laut atau lautan. Namun demikian, apalagi pada daerah pesisir yang bergumuk (*dune*) seperti di Parangtritis-Parangkusumo di Selatan Yogyakarta, bentuk permukaan lahannya dapat bergunduk-gunduk.

Pusat pemukiman penduduk di negara-negara pantai (*coastal states*) termasuk di Indonesia cenderung semakin banyak dan cepat menggeser ke arah wilayah pesisir (*coastal area, coastal zone*) di dekat pantai (*shore*). Akibatnya, seperti di Indonesia, semakin banyak kota-kota besar baru yang terletak di wilayah pesisir. Dapat disebut sebagai contoh nyata adalah kota-kota pertumbuhan pemukiman di sekeliling kota-kota lama Jakarta, Surabaya, Medan, Semarang, Denpasar, Ujung Pandang, Manado, dan Balikpapan, dan kota-kota baru seperti Batam dan Cilegon. Padahal banyak pantai belum matang (*mature*) dari segi proses pembentukan datarannya secara geomorfologi dan penataan ruangnya kurang atau tidak didasarkan atas kesesuaian keadaan asal lahannya. Sebagai penciri akan ketidak sesuaiannya adalah banyak lahan pantai berelevasi rendah yang masih sangat mudah mengalami pemadatan (*compaction*) atau amblesan tanahnya sebagai dilaporkan oleh Abidin (2008), Abidin dkk. (2001, 2004, 2008), dan Bird 1993), dan sedimen pembentuknya yang cenderung mawur belum mengalami sementasi. Dataran pantai yang belum matang, apalagi bila penataan ruang dan tata aliran air permukaannya buruk, akan cenderung semakin sering mengalami penggenangan atau banjir.

Selain itu lahannya belum matang karena merupakan bagian dataran pesisir bawah (*lower coastal plain*) yang sangat rentan banjir dan genangan dari luapan air laut dan air sungai, apalagi sewaktu air pasang atas (*high tide*), dan bagian dataran pesisir atasnya (*upper coastal plain*) yang masih sangat rentan akan banjir dari luapan air sungai. Apalagi bila bersamaan mengalami curah hujan setempat dan aliran air permukaan dari hulu yang ekstrem. Sedimentasi di dataran pesisir terjadi terutama akibat masukan sedimen dari daratan khususnya melalui muara-muara sungai ke perairan sebagai lingkungan pengendapannya yang kemudian membentuk dataran pantai dan melalui luapan ke tepi-tepi sungai melampaui elevasi tepi sungainya (*levee*). Semakin banyak angkutan sedimen dari sungai semakin aktif pembentukan pantai baru. Apalagi pada daerah yang bertunggang pasut (pasang-surut, *tidal range*) kecil (sekitar 1 m). Dataran pesisir semakin meluas karena pantai semakin maju ke arah laut. Apalagi bila lingkungan pengendapannya merupakan perairan yang dangkal dan sedimentasi melalui muara sungainya sangat banyak dan cepat. Semakin dangkal perairannya, semakin cepat sedimentasi membentuk dataran pantainya. Kecepatan pertumbuhan daratan baru juga akan meningkat manakala gelombang laut sering menghempas karena pengaruh angin kuat yang mengarah ke daratannya. Namun bila masukan sedimen ke pantainya kecil, maka akan cenderung mengalami erosi pantai, apalagi bila permukaan airnya naik, oleh berbagai sebab.

Sedimen tertransport bermigrasi dan atau mengendap terkait dengan energi yang mengenainya dan ukuran butir sedimennya. Secara umum semakin lemah energi maka sedimen akan dapat semakin cepat berhenti mengendap. Semakin kuat energi yang menggerakkan perairan dan sedimennya, semakin tinggi elevasi pantai dan semakin kasar sedimen yang terbentuk di pantai. Energi yang berperan terutama gelombang laut yang dapat memilah ukuran butir dalam sedimen sangat baik. Semakin kuat angin yang berhembus, semakin kuat gelombang, dan selanjutnya semakin tinggi elevasi dataran pantai yang terbentuk, dan semakin kasar sedimen pembentuk pantainya. Apalagi bila anginnya mengarah ke pantai. Selain itu ada energi lain yang juga berperan secara langsung ikut membentuk pantai seperti pasang-surut (pasut, *tides*), arus dalam berbagai macam, dan selain itu juga yang tak langsung khususnya dari kegiatan biota non manusia. Walau demikian manusia dapat melakukan perubahan bentang lahan (*landscape*) dan bentuk lahan tebing pantai, dataran pesisir, dan pantai dengan sangat cepat karena manusia dapat menggunakan berbagai wahana dan peralatan berat yang dapat mengubah lahan secara cepat seperti kapal keruk (*dredge, dredger*), *backhoe*, *escavator*, dan *bulldozer*, dan bahan peledak untuk menghancurkan batuan. Perubahan oleh manusia seperti ini telah ditunjukkan sangat nyata, antara lain di banyak tempat di Belanda, Dubai, Singapore, Jepang, dan Batam. Sebaliknya, pengubahan lahan dengan perluasan dan peninggian elevasi lahan sangat nampak di pesisir DKI Jakarta, yang terutama sejak lima dekade terakhir telah dilakukan reklamasi, baik di dataran pesisir, pantai, maupun di perairan dekat pantainya serta di pulau-pulau di

Kepulauan Seribu. Kegiatan serupa banyak dilakukan pula di berbagai pesisir dan tepi pantai di Indonesia, misalnya di Semarang, Makassar, Manado, dan Denpasar (Bali), bahkan juga pada tempat-tempat yang semula sepi seperti di hampir semua Pembangkit Tenaga Listrik Tenaga Uap (PLTU) dan Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) yang semakin banyak dibangun di tepi pantai sejak beberapa dekade terakhir.

Pertumbuhan jumlah penduduk sangat pesat di wilayah pesisir menyebabkan berbagai peningkatan pembangunan bangunan tinggi (*sky scrapper, high building*) yang besar dan sangat berat, pembangunan sarana dan prasarana lain, dan penyedotan air tanahnya, yang selanjutnya terutama akan memperkecil daya/laju resapan air ke dalam tanah dan kelancaran transportasi darat. Semua hal ini merupakan faktor yang menyebabkan banyak lahan dataran pesisir yang belum matang ini mengalami pemadatan tanah dan ambles (*subsiding*), dan cenderung semakin sering dan atau lama mengalami genangan air, bahkan yang bersifat permanen, dan sering banjir, terutama pada musim hujan dan curah hujan tinggi setempat maupun di hulu dari sungai yang melewati dataran pesisir tersebut. Apalagi pada waktu kondisi pasut air pasang atas. Kedua proses yang langsung maupun tak langsung, yang cenderung semakin lebih bersifat disebabkan oleh kegiatan manusia (*anthropogenic*) ini menjadi masalah multi sebab berkelanjutan yang sangat merugikan (Ongkosongo 1979, 1991, 1993a, 1993b, 1994, 1997, 2004, 2008a, b; Ongkosongo and Supriyana 1993; Ongkosongo dkk. 1979), terutama ditinjau dari segi ekonomi, kesehatan, serta kenyamanan hidup dan kehidupan manusia yang terpengaruh olehnya. Dampak negatif akan semakin besar apabila muka laut semakin meninggi (*sea level rise*) sebagaimana diramalkan banyak ahli, khususnya yang melalui Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (1990a, b, c; 2001a, b, c, d).

Masalah kenaikan muka air laut ini sudah sejak beberapa dekade terakhir menjadi perhatian para ahli berbagai bidang, terutama para ahli lingkungan. Kenaikan muka air laut ini sering dihubungkan dengan pemanasan global (*global warming*) yang menyebabkan peningkatan pencairan permukaan lapisan es yang menyelimuti sebagian permukaan bumi yang selanjutnya akan menaikkan muka air laut, dan selanjutnya oleh perubahan iklim global (*global climate change*) yang meningkatkan frekuensi dan intensitas badai angin ribut dan badai hujan yang dapat mendorong air laut ke arah dataran pesisir sebagaimana yang telah terjadi pada badai Katrina pada Agustus 2005 di Amerika Serikat. Amblesan, genangan dan banjir yang mengenai tepi pantai akan meningkatkan erosi pantai (Bird 2000, Bird and Ongkosongo 1980). Apalagi bila tameng pantai alami bentukan biota seperti mangrove, lamun, terumbu karang, dan endapan kerang-kerangan, atau bentukan geologi seperti beting pasir (*sand bar*) dan endapan *caliche* yang semula mungkin ada di perairan pantai setempat, rusak atau dirusak. Baik pertumbuhan penduduk yang bersifat hulu (penyebab) sampai dengan pemanasan global dan perubahan iklim global yang bersifat hilir (akibat), merupakan perubahan global, terjadi di semua negara di dunia. Makalah ini mencoba menyoroti pilihan strategi atau cara-cara untuk menghadapi bahaya (*hazard*) dan bencana (*disaster*) akibat perubahan global dimaksud pada dataran pesisir ini.

2. METODE

Penelitian ini merupakan usaha mengulas (*review*) dengan menggunakan metode pengkajian, perbandingan, evaluasi, dan pengembangan secara holistik dan komprehensif dari berbagai pustaka yang dapat ditemukan, serta bersifat antardisiplin dan eklektik (*eclectic*).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

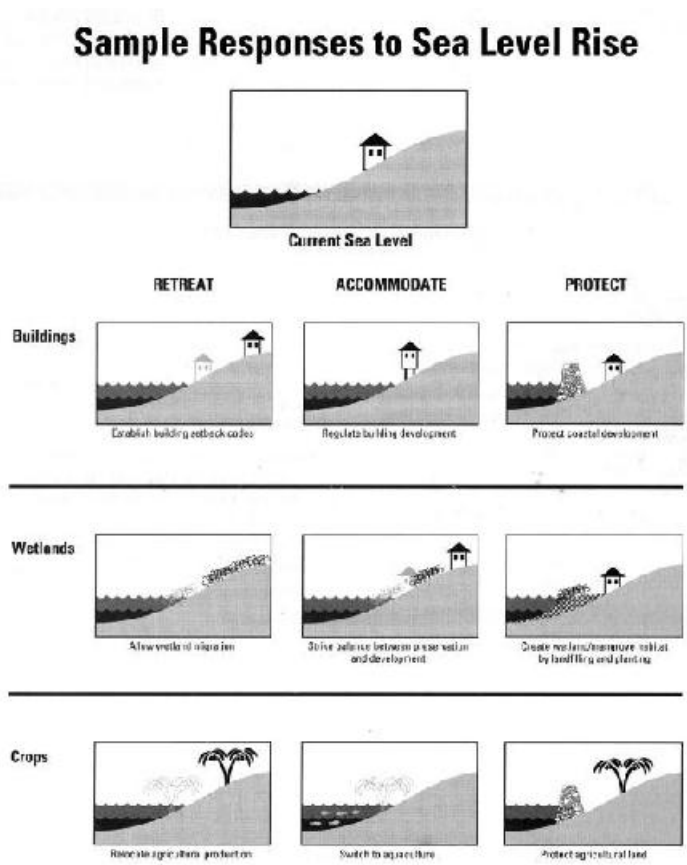
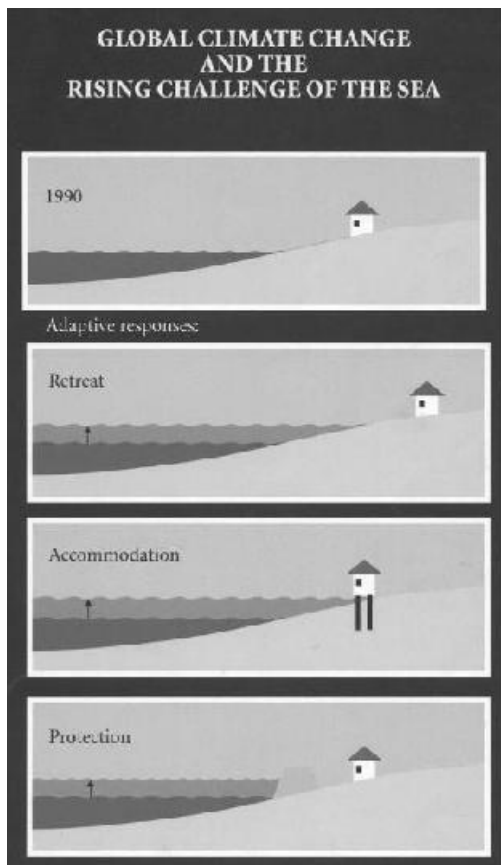
Pemanasan global dan perubahan iklim global diperkirakan semakin meningkat. Demikian pula amblesan lahan pesisir khususnya yang dimanfaatkan sebagai perkotaan, apalagi yang semakin padat penduduk dengan eksploitasi air tanahnya yang sangat banyak dan intensif sebagaimana yang terjadi di Jakarta. Masalah yang dihadapi semua negara pantai menjadi perhatian besar dari beberapa badan dunia semisal IPCC. Pilihan langkah tindakan penanganan masalah sebagai disebut di muka yang dipilih oleh berbagai badan dunia dan hampir semua negara umumnya dikelompokkan ke dalam kegiatan-kegiatan mitigasi di tingkat hulu (penyebab), dan adaptasi di tingkat hilir (penanganan dampak negatif). Namun Ongkosongo (2011b) mengemukakan sembilan macam pilihan disertai dengan kombinasi menggunakan *armour/armor* dan atau cara-cara lain yang lebih bersahabat dengan lingkungan hidup seperti cara-cara bioproteksi dan teknik rekayasa drainase bawah tanah gisik (*beach dewatering*). Berikut diuraikan keempat strategi yang telah dapat dikumpulkan dan dianggap mewakili pemikiran kelembagaan maju yang ada, diajukan strategi integrasi yang telah dilakukan oleh Ongkosongo (2011b), dan dilakukan perbandingan cara/strateginya sebagai disampaikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Konsep Umum 9 (Sembilan) Strategi Ongkosongo Dalam Menangani dan Menghadapi Risiko Bencana Dari Pemanasan Global dan Perubahan Iklim Global di Wilayah Pesisir, Dengan Penekanan Pada Dampak Erosi Pantai Serta Genangan dan Banjir.

No.	Pilihan Strategi/Cara Ongkosongo	Karakteristik Umum	Contoh
1.	Praktis tidak berbuat apapun (<i>Practically do nothing</i> , PDN)	Ketidakpedulian tinggi, karena kemiskinan, menerima risiko konsekuensi IPTREK (kebodohan), kengawuran cukup tinggi.	Dulu: Cilincing, Marunda, Kamal; Sekarang: Kuntul, Gembong, Wetan
2.	Pindah/menyerah (<i>Escape, Give up; E/GU</i>)	Terpaksa/dipaksa oleh proses alam/kegagalan sistem/kesalahan manusia/kejahatan.	Tanjung Pasir, Lampung Timur, Pontang (Serang),
3.	Cara seperti biasa (<i>Bussines as usual</i> , BAU)	Bertindak ketika akan atau sedang ada kejadian (dampak negatif).	Sungai Buntu, Suka Jaya, dan Tanjung Baru (Krawang), Kali Baru, Cilincing, Marunda (dalam waktu dekat akan diubah oleh IPC), sangat banyak di Indonesia
4.	Adaptasi/akomodasi/menyesuaikan (<i>Adaptation, Accomodation; A/A</i>)	Menyesuaikan diri dengan keadaan dengan tindakan nyata berdasar pengalaman dan atau pengetahuan serta teknologi dan rekayasa yang dapat diterapkan.	Kamal, Kali Baru, Cilincing, Marunda (Jakarta Utara, dalam waktu dekat akan diubah oleh IPC, <i>Indonesia Port Corporation/Pelindo II</i>)
5.	Modifikasi/penyesuaian (<i>Modification/Adjusment; M/A</i>)	Direncanakan diperbaiki/dibangun/disesuaikan/ditata/dirawat dengan baik dan benar.	Ancol, Serangan (Bali)
6.	Penanggulangan/perindungan (<i>Protection; P</i>)	Ketersediaan bahan, tenaga, dana, kemampuan, keberanian, dan kemauan.	Ancol, sangat banyak di Indonesia
7.	Konfrontasi/penantangan (<i>Confrontation /Dutch solution; C/DS</i>)	Ketersediaan dana besar, tingkat kerentanan lingkungan sangat tinggi, tingkat risiko dan kepaparan (<i>exposure</i>) akan bencana sangat tinggi.	Muara Baru, Pantai Mutiara, Ancol (Jakarta Utara), rencana Jakarta <i>Coastal Defence</i>
8.	Pengimbuhan sedimen (<i>Nourishment/Replenishment; N/R</i>); Reklamasi (<i>Reclamation; R</i>)	Mungkin diperlukan kapal keruk, pemompaan sedimen, biaya sangat tinggi, bisa berkelanjutan/berulang kali.	Muara Baru, Pantai Mutiara, Ancol (Jakarta Utara), Pantai Nusa Dua, Tanjung Benoa
9.	Polder/cara kapal (P/K)	Diperlukan tanggul (dike), pembangunan saluran air, pemompaan, dan tempat pembuangan air.	Pantai Indah Kapuk (Jakarta Utara), PLTU Muara Karang

3.1. Strategi IPCC

Dalam menghadapi dan menangani kenaikan muka air laut akibat pemanasan global dan perubahan iklim global, untuk tindakan adaptasi terhadap dampak penggenangan air karena kenaikan muka air laut IPCC (1990) telah mengemukakan tiga (3) alternatif pilihan, yaitu mundur (*retreat*) yang berarti menyerah oleh erosi pantai, akomodasi atau menerima (*accommodation*) dengan cara beradaptasi dengan kondisi muka air laut yang baru, dan melakukan perlawanan dengan perlindungan (*protection*) pantai melalui penanggulangan pantai (*shoreprotection, coastal defence*) sebagaimana disajikan secara skematik pada Gambar 1. Tiga contoh dengan tiga (3) alternatif pilihan tersebut diberikan, yakni masing-masing untuk mengamankan bangunan, lahan basah (*wetland*), dan tanaman (*crop*) sebagai nampak pada Gambar 2.

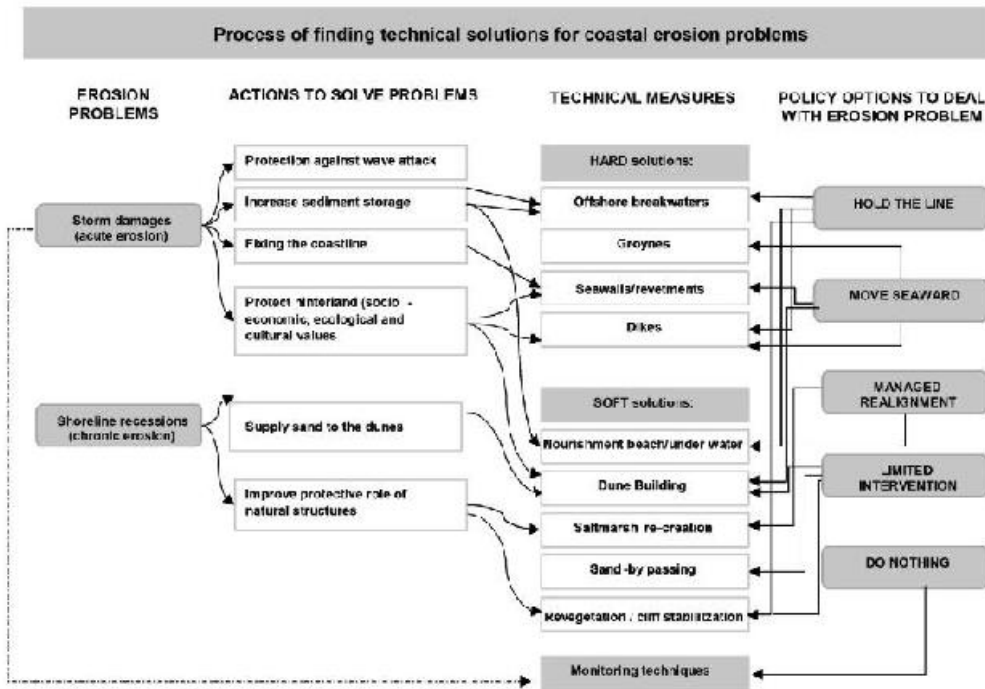


Gambar 1 (Kiri). Strategi Adaptasi IPCC (2000) Dalam Menghadapi Dampak Negatif Akibat Kenaikan Muka Air Laut.
 Gambar 2 (Kanan). Tiga Pilihan Strategi Adaptasi Untuk Menghadapi dan Menangani Kenaikan Muka Air Laut Menurut IPCC (2000) Dengan Contoh-contoh Untuk Mengamankan Bangunan, Lahan Basah, Dan Tanaman.

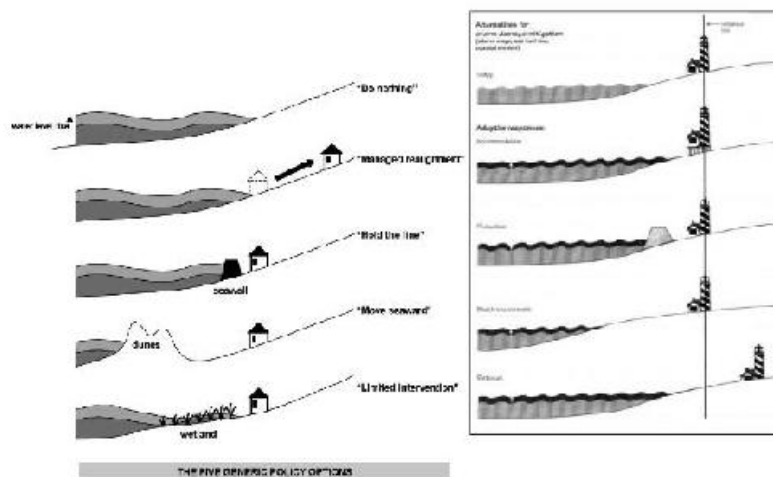
3.2 Strategi Eropa (Eurosion)

Melalui *Eurosion consortium* yang dikelola *Directorate General Environment* dari *European Commission*, 22 negara Eropa yang memiliki pantai mengembangkan konsep bersama dalam usaha untuk menangani masalah erosi pantai (Eurosion 2004). Masing-masing negara memiliki dan membuat laporan masing-masing mengenai keadaan dan konsep yang dikembangkan masing-masing negara. Secara menyeluruh dikemukakan konsep penanganan dan menghadapi masalah erosi pantai dengan mengelompokkan kebijakan strategi ke dalam 5 (lima) pilihan kebijakan (Gambar-gambar 3 dan 4). Dari laporan-laporan yang telah dapat dipelajari dapat disimpulkan bahwa negara-negara yang paling maju dalam menghadapi masalah erosi pantai di Eropa adalah Belanda, Inggris dan Perancis.

Lima (5) alternatif pilihan strategi (Gambar-gambar 3 dan 4) Eurosion meliputi tidak berbuat apapun (*do nothing*), pindah ke tempat yang aman dengan pengelolaan pantai baru yang baik (*managed realignment*), mempertahankan garis pantai yang ada (*hold the line*) dengan pembangunan tanggul pantai, memajukan garis pantai ke arah laut (*move seaward*) dengan membangun gunduk (*dune*) di depan pantai, dan perubahan terbatas atau intervensi terbatas (*limited intervention*) yang terutama dimaksudkan untuk mengamankan lingkungan yang berupa lahan basah (*wetland*) di tepi pantai. Secara umum macam pilihan dalam menghadapi dan menangani erosi pantai, baik dengan cara keras (*hard solution*, atau cara struktur) maupun cara lunak (*soft solution*, non struktur) disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Langkah Tindakan, Cara-Cara Teknis, dan Lima Pilihan Kebijakan Untuk Menangani Erosi Pantai Terutama Akibat Kenaikan Muka Air Laut (Periksa Pula Gambar 4, EuroSION 2004).



Gambar 4. Lima Pilihan Utama Konsep yang Dikembangkan Oleh Eropa Untuk Menghadapi dan Menangani Erosi Pantai Terutama Akibat Kenaikan Muka Air Laut (Periksa Pula Gambar 3, EuroSION 2004).

Gambar 5. Empat (4) Pilihan Adaptasi yang Dikembangkan Amerika Serikat Melalui USACE (2008).

3.3 Strategi Amerika Serikat (USACE)

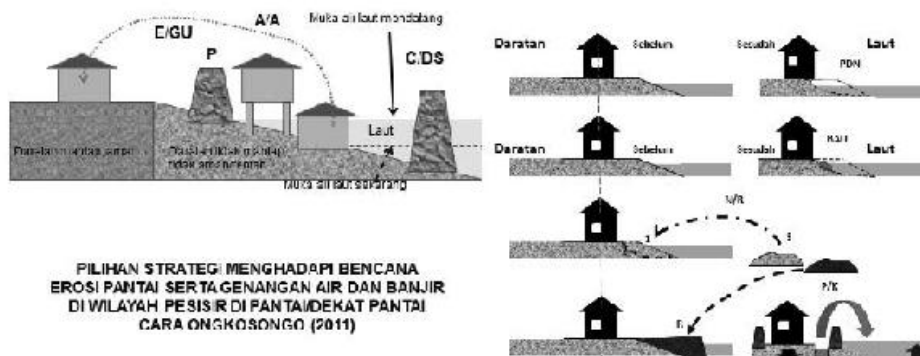
Amerika Serikat adalah negara yang sangat canggih dalam menangani dan menghadapi masalah erosi pantai, meskipun banyak pantainya masih tererosi. Hasil pengembangan Amerika melalui USACE (*United States Army Corps of Engineers*) yang menerbitkan *Shore Protection Manual* tahun 1972, 1977 dan kemudian diperbarui tahun 1984, akhirnya memperbarui Pedoman Penanggulangan Pantai tersebut dengan menggunakan istilah Pedoman Rekayasa Pesisir (*Coastal Engineering Manual*). Hasil penelitian USACE sangat banyak dan rinci untuk berbagai masalah. Namun secara umum diterbitkan dalam banyak bagian, antara lain dari tahun 1970an, 1995, 2008 sampai dengan 2010, dan terus-menerus diperbarui (USACE 2005a, b; 2008, 2010).

Secara berurutan dikembangkan empat (4) alternatif pilihan, yaitu menerima (*accommodation*) dengan cara beradaptasi dengan kondisi muka air laut yang baru, melakukan perlawanan dengan penanggulangan pantai (*protection*), melakukan pengimbuhan (*nourishment*) sedimen (umumnya pasir, pasir kerikilan, atau

kerikil pasiran), dan mundur (*retreat*) yang berarti menyerah menerima kejadian erosi pantai yang akan dialami (Gambar 5).

3.4 Strategi Pengembangan Ongkosongo

Strategi Pengembangan Ongkosongo (2011b) di sini merupakan pengembangan dari tujuh (7) pilihan strategi yang telah disusun oleh Ongkosongo (2011a). Ketujuh pilihan strategi ini berupa praktis tidak berbuat apapun (*practically do nothing*), pindah (*escape*) atau menyerah (*give up*), cara seperti biasa (*business as usual*), adaptasi (*adaptation*) atau menyesuaikan, atau menerima kenaikan muka air laut (*accomodation*); modifikasi (*modification*) atau penyesuaian (*adjustment*), penanggulangan atau perlindungan (*protection*), dan konfrontasi atau penantangan (*confrontation*) atau cara Belanda (*Dutch solution*). Pengembangan yang dilakukan berupa penambahan dengan dua strategi baru, yaitu strategi cara pengimbuhan sedimen dan cara polder, sehingga secara keseluruhan menjadi sembilan (9) strategi, sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Tujuh dari sembilan strategi diskematisasi ke dalam Gambar-gambar 6 dan 7.

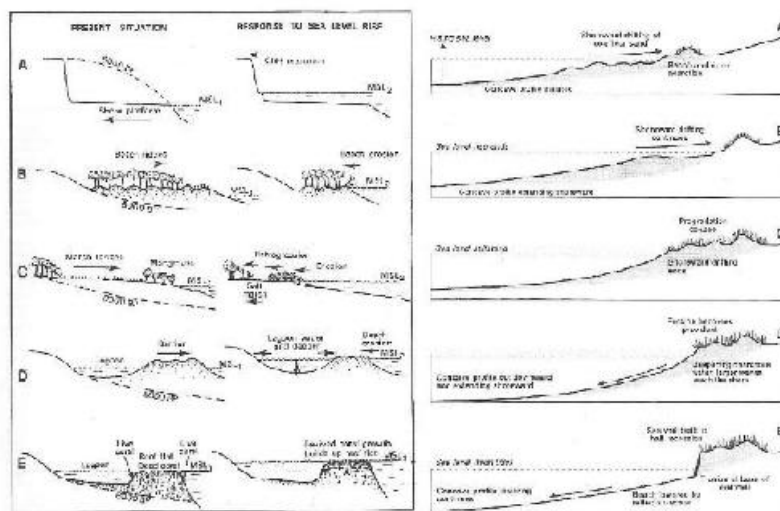


Gambar 6. Skematisasi Empat Pilihan Strategi (E/GU, A/A, P, C/DS) Dalam Menghadapi Dampak Akibat Kenaikan Muka Air Laut dan Erosi Pantai (Periksa Tabel 1 dan Juga Gambar 7).

Gambar 7. Konsep PDN, BAU, N/R, R, dan P/K Untuk Menanggulangi Dampak Erosi Pantai, Genangan dan Banjir Di Wilayah Pesisir (Periksa Tabel 1 dan Juga Gambar 6).

Proyeksi Bird

Masalah erosi pantai atau terjadinya pantai yang maju tergantung pada neraca sedimennya (*sediment budget*) di pantai. Bila banyak pasir atau sedimen lain yang berada di pantai meninggalkan pantai, maka pantainya akan tererosi. Sebaliknya pantai akan maju bila masukan sedimennya lebih besar dari yang ke luar pantai. Bird (2000) mengemukakan arah tujuan larinya sedimen di pantai yang menyebabkan pantai tererosi, dan sumber sedimen yang mungkin (dapat) mengisi pantai yang menyebabkan pantai menjadi maju (Gambar 8). Dampak kenaikan muka air laut dan adaptasi secara alaminya disajikan secara skematik oleh Bird (2000) sebagai pada Gambar 9.



Gambar 8. Perkiraan Perubahan Lingkungan di Lima Jenis Pantai dan Sekitarnya Disebabkan Oleh Perubahan Muka Laut (Bird 2000).

Gambar 9. Dinamika Pantai yang Disebabkan Oleh Perubahan Muka Laut yang Dapat Menyebabkan Penurunan Elevasi Muka Pantainya (Shore Face, Bird 2000).

3.4.1 Penjelasan Strategi Pengembangan Ongkosongo (2011) dan Perbandingan Secara Umum Antar Strategi

Dari uraian di depan, dapat dikompilasi, dikembangkan, dan dibandingkan keempat pilihan strategi sebagai dibahas di depan dalam menghadapi erosi pantai, dan sekaligus genangan air dan banjir di wilayah pantai dan sekitarnya (Tabel 2). Untuk maksud yang kurang lebih sama dapat digunakan beberapa istilah yang berbeda. Sebagai misal tak berbuat apapun dengan *practically do nothing* atau tak berbuat apa-apa (*do nothing*). Istilah pindah atau pergi (*escape*) dengan menyerah (*give up*), pindah ke tempat yang aman dengan pengelolaan pantai baru yang baik (*managed realignment*), atau mundur (*retreat*). Istilah adaptasi (*adaptation*) dengan menyesuaikan, atau menerima kenaikan muka air laut (*accomodation*), Istilah penanggulangan pantai atau perlindungan (*protection*) serupa dengan mempertahankan garis pantai yang ada (*hold the line*) dengan pembangunan tanggul pantai. Dalam penanggulangan pantai sering diperkuat dengan armor (*armour*). Kemudian istilah konfrontasi atau penantangan (*confrontation*) dengan cara Belanda (*Dutch solution*), atau memajukan garis pantai ke arah laut (*move seaward*) dengan membangun gumuk di depan pantai. Cara pengimbuhan (*nourishment, replenishment*) sedimen dapat serupa dengan *beach nourishment*. Cara reklamasi (*reclamation*) dan cara polder atau cara kapal tidak ada yang membahas. Mungkin cara polder sudah dicakup dalam penanggulangan pantai atau perlindungan pantai.

Tabel 2. Hasil Kompilasi dan Perbandingan Pilihan Strategi Menangani dan Menghadapi Erosi Pantai dari Beberapa Sumber.

No.	Pilihan Strategi	IPCC (2000)	EuroSION (2004)	USACE (2008)	Ongkosongo (2011)
1.	Tak berbuat apapun		v		v
2.	Pindah/lari/menghindar/ menyerah	v	v	v	v
3.	Cara seperti biasa				v
4.	Adaptasi/akomodasi/ menyesuaikan	v		v	v
5.	Modifikasi/penyesuaian				v
6.	Penanggulangan/perlindungan	v	v	v	v
7.	Penantangan/cara Belanda		v		v
8.	Pengimbuhan pasir/sedimen lain			v	v
9.	Polder atau kapal				v
10.	Intervensi terbatas		v		

Bagi kebanyakan manusia nampak jelas secara terus menerus terjadi perubahan lingkungan, baik oleh proses alami maupun apalagi oleh kegiatan manusia, berlangsung secara lambat sampai cepat, dalam bentuk perubahan kecil sampai besar, dalam wilayah sempit sampai masif yang luas, merusak hanya tingkat kecil sampai besar, dan seterusnya. Strategi ini terutama untuk menghadapi dampak erosi pantai yang semakin besar dan diperkirakan pasti semakin intensif terjadi. Secara ringkas kesembilan cara atau strategi Ongkosongo (2011b) sebagaimana disarikan pada Tabel 1 serta pada Gambar 6 dan Gambar 7 diuraikan secara ringkas satu per satu berikut ini.

3.4.1.1. Cara Praktis Tidak Berbuat Apapun

Secara alami baik akan terjadi pemanasan global dan atau perubahan iklim global atau tidak, lingkungan hidup akan berubah. Lingkungan pantai secara umum dan ringkas dapat berupa:

1. Pantai berbatu
 - a. Pantai terjal,
 - b. Pantai miring,
 - c. Pantai landai rendah;
2. Pantai campuran berbatu dan bersedimen lepas
 - a. Pantai terjal,
 - b. Pantai miring,
 - c. Pantai landai rendah;

3. Pantai bersedimen lepas
 - a. Pantai bersedimen kerakal dan kerikil (sangat kasar),
 - b. Pantai bersedimen pasir (kasar),
 - c. Pantai bersedimen campuran kasar-halus,
 - d. Pantai bersedimen halus.

Pada hakekatnya, kalau pantainya tidak dihuni penduduk dan tidak memiliki nilai penting tertentu yang berupa fasilitas atau infrastruktur yang harus diselamatkan seperti jalan nasional atau jalan provinsi, keunikan atau nilai penting dalam keanekaragaman geologi, keanekaragaman hayati, kawasan lindung (periksa Keputusan Presiden No. 32 tahun 1990 tentang Pengelolaan Kawasan Lindung), kawasan konservasi seperti Taman Nasional, dan atau keanekaragaman budaya, maka tindakan yang diperlukan cukup dengan strategi cara praktis tidak berbuat apapun (*practically do nothing*, disingkat PDN). Kalaupun lingkungan ini seandainya merupakan kawasan ekosistem mangrove yang alami, namun kalau terletak jauh dari permukiman dan apalagi diperkirakan akan dapat pulih kembali secara sendiri/alami, maka lingkungan ini dibiarkan untuk berubah apa adanya. Bila strategi ini diterapkan, maka secara umum dilakukan pada pantai yang bersedimen lepas (*loose sedimentary coast*) karena cenderung dapat menerima kembali masukan sedimen baru. Pantai berbatu yang terjal dan memiliki nilai keanekaragaman geologi (*geological diversity*) tinggi dan merupakan singkapan (*outcrop*) penting serta memiliki nilai wisata tinggi tidak patut dibiarkan saja dan layak diselamatkan dengan sistem perlindungan melalui penanggulangan pantai.

3.4.1.2. Cara Pindah

Pilihan cara pindah (*escape, give up, E/GU*) sudah diterapkan secara turun-temurun oleh masyarakat yang tinggal di tepi pantai dan tidak mampu menanggulangi erosi tersebut sekalipun telah dilakukan usaha-usaha perlindungan dan pengamanan pantai, baik oleh usaha sendiri maupun oleh pemerintah. Bila memungkinkan, masyarakat yang umumnya secara ekonomi termasuk kelas bawah, akan terpaksa memindahkan rumahnya sebelum rumahnya dihancurkan oleh gelombang laut. Banyak pula masyarakat yang langsung pindah dan merelakan rumah dan lahan miliknya hilang musnah/rusak tererosi (Gambar 10), dan/atau mengalami ambles dan tergenang air laut secara terus-menerus (Gambar 11).

3.4.1.3. Cara Seperti Biasa

Cara seperti biasa (*business as usual, BAU*) di Indonesia adalah cara yang biasa dilakukan oleh pemerintah, baik dalam tingkat nasional (pusat) maupun daerah dalam berbagai tingkatan, provinsi sampai dengan kabupaten. Ciri-ciri tindakan yang dilakukan biasanya adalah menanggul seadanya, kurang didasarkan pada hasil studi yang benar dan atau menggunakan/menerapkan cara-cara yang baik, sehingga hasilnya sekenanya. Oleh karena itu sering cepat rusak dan tidak nyaman dilihat. Hanya apabila diperoleh dana pinjaman atau bantuan dari negara lain, kualitasnya dapat lebih baik sampai baik. Namun pada prakteknya dari pinjaman dan atau bantuan dari luar negeri sekalipun banyak hasilnya sangat buruk, misal yang dibangun di pantai Timur Nangroe Aceh Darussalam, atau pantai Utara di Kabupaten Krawang (Gambar 12). Pada hakekatnya secara umum cara seperti biasa lebih kepada penyelesaian masalah dengan cara penanggulangan secara sementara. Namun cara seperti biasa cara Jepang sangat lain karena meskipun sudah dilakukan secara canggih akan secara terus-menerus disesuaikan dengan ancaman bencana yang mungkin terjadi, sebagaimana dengan pengalaman di Sendai, Jepang akibat tsunami pada tanggal 11 Mei 2011.



Gambar 10 (kiri). Masyarakat yang Terpaksa Pindah Karena Rumahnya Seperti Tererosi di Lampung Timur.
Gambar 11 (Kanan). Lingkungan Terus-Menerus Tergenang Air Karena Tanahnya Ambles Seperti di Pasar Ikan, Jakarta Utara.

3.4.1.4. Cara Adaptasi

Pengertian istilah adaptasi di sini agak lain dibandingkan dengan pengertian adaptasi yang sederajat dengan mitigasi dalam menangani bencana. Pengertian adaptasi di sini bermakna lebih sempit dibandingkan dengan istilah yang sama yang digunakan pada strategi menghadapi bencana seperti akibat pemanasan global dan perubahan iklim global pada umumnya. Cara adaptasi (*adaptation, accommodation, A/A*) adalah cara menghadapi masalah, dalam hal ini erosi pantai, dengan sejak awal telah menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan dan muka laut yang selalu berubah, khususnya dengan membangun rumah yang tidak tergenang air pasang atau muka air yang tinggi. Tindakan yang dilakukan umumnya berupa telah membangun rumah panggung (Gambar 23), di mana elevasi permukaan dasar lantai rumah yang umumnya dari kayu dan atau bambu berada lebih tinggi dari muka air pasang laut yang paling tinggi. Bahkan dengan kenaikan muka laut yang telah dan akan terus terjadi, secara umum elevasi lantai masih aman dalam kenaikan muka laut beberapa dekade mendatang karena umur rumah dibandingkan dengan laju kenaikan muka air laut jauh masih sekurang-kurangnya sepadan. Bila muka laut mencapai, misal 50 cm pada tahun 2100, maka rumah masyarakat pantai ini masih relatif aman. Hanya bila terjadi gelombang badai (*storm surge*) dan sejenisnya (siklon tropika dll.), maka rumah panggung dapat dirusaknya dan penghuninya dapat celaka.



Foto 12. Cara Menanggul Pantai Dengan Cara Seperti Biasa Yang Nampak Asal-Asalan.

Foto 13. Contoh Adaptasi Dengan Membangun Rumah Panggung Yang Banyak Diterapkan di Kamal, Muara Baru, Kalibaru, Cilincing, dan Marunda, DKI Jakarta, di Mana Pada Waktu Air Pasang dan Genangan Tinggi Lantai Rumahnya Tidak Tergenang Air.

Namun pada umumnya kelompok masyarakat yang menerapkan strategi ini, dengan disadari atau tidak, sudah mencari lokasi yang relatif aman dari bencana dari energi laut. Masyarakat bahkan secara berkelompok sudah membentuk kampung laut atau kampung rumah panggung laut, seperti yang ada di banyak pedesaan pantai, seperti di Kamal, Cilincing dan Marunda dewasa ini (Gambar 13). Di Amerika Serikat oleh karena banyak rumah dibangun dalam bentuk *knocked down*, sebelum dierosi, sebagian rumah dapat dipindahkan ke tempat di dekatnya atau tempat lain yang lebih aman dari erosi pantai (Gambar 14).

3.4.1.5. Cara Pengubahan dan Penyesuaian

Strategi dengan cara pengubahan (*modification, M*) atau penyesuaian (*adjustment, A*) dilakukan terutama dengan menurunkan atau memperkecil sumber energi yang menyebabkan bencana yang disebut dengan pemicu (*driver*), atau dengan mengembalikan sumber-sumber sedimen yang hilang, yaitu dengan cara pengimbuhan (*nourishment, replenishment*) dan atau cara pelimpasan (*by passing*) sedimen, atau yang lain. Sebagai contoh, cara lain yang dapat diterapkan adalah mengatur atau memperkecil aliran air sungai di hulu dengan berbagai cara seperti pembuatan bendungan, bendung, kolam penampung (*retention basin*), penyudetan, pemindahan aliran, dan menggeser lokasi hujan. Foto 6 merupakan contoh pengimbuhan di Belanda. Melalui buku ini juga dikemukakan mengenai strategi Ongkosongo (2011b) dengan menerapkan pengimbuhan dalam mengembalikan kesuburan ekosistem mangrove di sepanjang pantai yang telah rusak didasarkan atas pengalaman sukses di sekitar muara Jaya dari kompleks delta Citarum yang berada di Teluk Jakarta. Secara tidak sengaja pembuangan material kerukan telah menyuburkan lingkungan yang mangrovenya rusak menjadi lingkungan yang bermangrove subur. Kejadian serupa juga dialami di beberapa pulau di Kepulauan Seribu dengan pertumbuhan cemara laut (*Casuarina equisetifolia*). Diperkirakan hal ini karena terjadi oksidasi yang menjadi lebih baik dalam substrat di samping lahannya sendiri juga menjadi berelevasi lebih tinggi sesuai dengan kebutuhan mangrove untuk hidup lebih subur. Pada kenyataannya banyak dataran pesisir bagian bawah banyak dimanfaatkan untuk aneka keperluan termasuk pemukiman dengan risiko mudah terkena bencana yang sangat besar, mudah tererosi dan sering digenangi air pasang tinggi.



Gambar 14. Contoh Adaptasi Yang Bersifat Sementara Dari Lingkungan Pantai Yang Tererosi Dengan Memindahkan Rumah di Amerika Serikat (Foto Dari Internet). Cara Ini Hampir Serupa Dengan Cara Menyerah Atau Pindah. Perbedaannya Bangunannya Relatif Masih Sama.

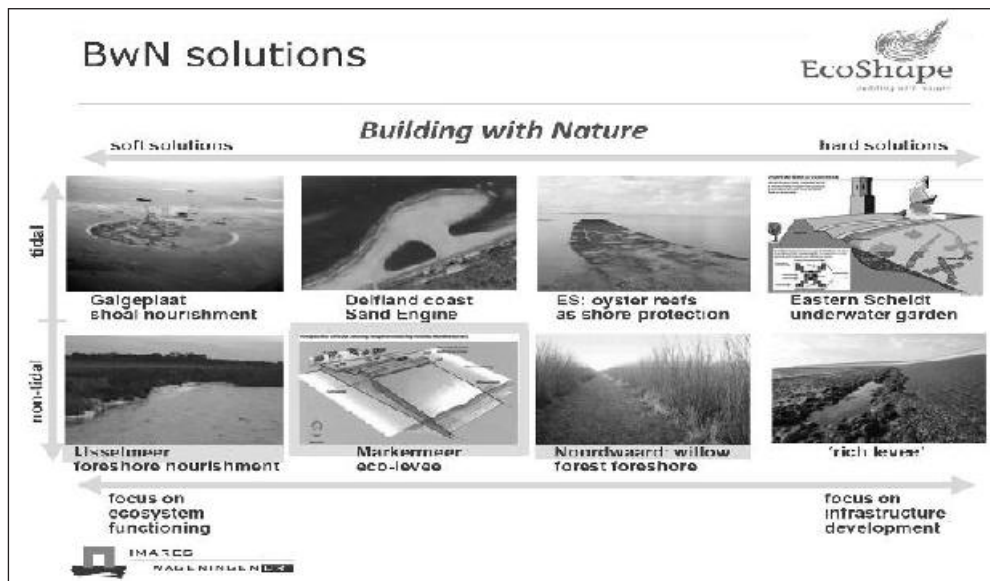
Gambar 15. Contoh Pengimbuhan Sedimen Pada Pantai Yang Tererosi di Belanda Sehingga Daratannya Relatif Tidak Berkurang.

3.4.1.6. Cara Penanggulangan/Perlindungan

Penanggulangan/perlindungan (*protection, P*) adalah cara yang biasa dikenal sebagai penanggulangan pantai (*shore protection* atau *coastal defence*). Cara ini adalah cara keras (Gambar 16). Namun perkembangan kemudian, banyak cara-cara lunak (cara non struktur) dikembangkan, misalnya dengan menggunakan *geotextile* (Gambar 17), baik yang diletakkan di dasar laut atau mengapung, atau misalnya dengan cara-cara bioproteksi tradisional (*bioprotection*, Gambar 19 dan 20, Gambar 18). Aliran muka air yang tinggi dari laut lewat sungai dapat ditahan sebelum airnya memasuki dan membanjiri daratan, misalnya dengan pintu air. Jakarta juga sudah membangun serupa dalam ukuran sangat kecil seperti di Selatan marina Ancol, Jakarta. Ongkosongo (2010) telah membahas mengenai tujuh macam penanggulangan pantai atau penanganan cara keras (cara struktur) yang secara ringkas terdiri dari tembok pantai atau dinding pantai (*seawall*), tameng pantai (*revetment*), sekat pantai (*bulkhead*), groin, jeti (*jetty*), pemecah gelombang bersambung pantai (*shore connected breakwater*), dan pemecah gelombang lepas pantai (*offshore breakwater*). Beberapa istilah lain sering digunakan untuk tembok pantai seperti dike, dan krib untuk tameng pantai. Ongkosongo (1981, 1984, 1988, 1995, 2009, 2010, 2011b) dan Ongkosongo dkk. (2009) telah membahas masalah ini.



Gambar 16. Contoh Cara Keras/Struktur Dengan Membangun Tanggul Pantai Groin Tipe J dan Y di Bali,
 Gambar 17. Contoh Cara Semi Lunak Dengan Groin Menggunakan Geobag atau Geotube yang Terbuat Dari Material Dari Geotextile di Pantai Daerah Kabupaten Krawang, yang Kurang Berhasil Dalam Menghadapi Erosi Pantai



Gambar 18. Konsep Cara Keras Disandingkan Dengan Cara Lunak Bioproteksi (Bioprotection) yang Mulai Diterapkan Oleh Belanda Dalam Mengurangi Masalah Erosi Pantai Disertai Dengan Perbedaan Tekanan Sasarannya (Ysebaert Et Al. 2011).

Menurut *US Army Corps of Engineers* dari *Coastal Engineering Research Center, Department of the Army* dalam *Shore Protection Manual* (1984) yang telah dan terus diperbarui edisinya berkali-kali, dan terakhir dengan sebutan *Coastal Engineering Manual*, klasifikasi masalah keteknikan pantai secara teknis dimaksudkan untuk:

1. Stabilisasi garis pantai (*shoreline stabilization*),
2. Perlindungan belakang pantai (*backshore protection*),
3. Stabilisasi muara (*inlet stabilization*),
4. Perlindungan pelabuhan (*harbor protection*).

Dalam skala teori, banyak sekali contoh tentang penanggulangan pantai yang diterapkan di berbagai belahan dunia (Anonim 1990, *Corps of Engineers* 1977, EuroErosion 2004, Kim 2009, Silvester and Hsu 1997, USACE 2005a, b; 2008, 2010; dan Warga Dalam 2010)..



Gambar 19. Contoh Penanggulangan Pantai Cara Tradisional Dengan Menggunakan Sekat Pantai Dari Pancangan Bambu (Dari Bengen 2011).

Gambar 20. Penerapan Material Cangkang Moluska Sebagai Cara Bioproteksi Menghadapi Erosi Pantai di Daerah Marunda, Jakarta Utara.

3.4.1.7. Cara Konfrontasi atau Penantangan

Belanda telah menerapkan cara melawan/konfrontasi/penantangan (*confrontation*) atau yang sering disebut dengan cara penyelesaian Belanda (*Dutch solution, C/DS*). Meskipun muka laut cenderung menaik, namun Belanda berani menerapkan cara-cara dengan membendung tanggul laut (*sea dike*) di lepas pantai (*offshore*) sebagai nampak pada Gambar 24. Dalam tahap awal Taman Impian Jaya Ancol di Jakarta juga

sedang membangun tanggul serupa meskipun dengan cara yang sangat sederhana (Gambar 25). Beberapa negara seperti Inggris (Gambar 22) dan Belanda juga memasang pintu pasut, misal di kota Rotterdam (Gambar 21), di mana waktu muka air dari laut sangat tinggi karena air pasang atau badai di laut, maka pintu pasut di dekat atau di muara sungai tersebut ditutup.



Gambar 21. Cara Pembuatan Penutup Muara Sungai Maeslantkering untuk Storm Surge Barrier di Rotterdam, Belanda untuk Menghindari Pengaruh Air Pasang dan Gelombang Tinggi.

Gambar 22. Pintu Banjir (Flood Barrier) di Muara Sungai Thames, London Yang Dibangun Untuk Mencegah Masuknya Air Laut ke Darat Ketika Muka Air Laut Mencapai Tingkat Tinggi Atau Ekstrim Tinggi.

3.4.1.8. Cara Pengimbuhan Sedimen

Terutama dalam strategi melawan, dan juga sering diterapkan dan dikombinasikan dalam cara-cara yang lainnya (semua strategi Ongkosongo kecuali setelah menyerah), selalu dikombinasikan dengan kegiatan-kegiatan pengerukan (*dredging*), pengurugan atau reklamasi (*reclamation*, Gambar 15 dan 26), serta penanggulangan pantai (*shore protection, coastal defence*, Gambar 27) dan rekayasa pesisir (*coastal engineering*). Reklamasi dapat dilakukan di daratan (Gambar 27), tepi pantai, sebagaimana kedua pengurugan ini telah dilakukan di Ancol, atau di perairan laut seperti di Teluk Jakarta bagian Barat Daya dewasa ini. Ongkosongo dan Sumadhiharga (1997) telah membahas dampak reklamasi.

Cara pengimbuhan (*nourishment, replenishment; N/R*, Gambar 26) adalah cara menambah sedimen pantai, baik untuk mengembalikan dan atau mengisi pantai yang mengalami defisit sedimen karena tererosi, maupun untuk memperoleh lahan baru di depan pantai. Kegiatan yang dilakukan pada hakekatnya berupa pengurugan dengan sedimen, dan seringkali untuk memperoleh lahan baru, diperkuat dengan sistem penanggulangan pantai (*shore protection*), antara lain dengan membangun tameng pantai atau revetmen (*revetment*), atau dengan cara yang lain, misal tembok pantai (*seawall*), sekat pantai (*bulkhead*), diperkuat dengan armor ataupun tidak. Armor dapat berupa batu-batu besar yang lepas-lepas, ataupun terbuat dari batu beton dalam berbagai bentuk seperti kubus, tetrapod, dan akmon (Gambar 21).



Gambar 23. Storm Surge Barrier di Oosterschelde, Belanda Untuk Melindungi Negara tersebut dari Hempasan Gelombang Badai Yang Mengenai Pantainya dan Penggenangan Air Laut ke Daratannya (USACE 2008).

Gambar 24. Cara Penanggulangan Yang Diterapkan Belanda Dengan Membangun Tanggul di Lepas Pantai Sehingga Terkenal Dengan Istilah *Dutch Solution*.



Gambar 25. Penanggulan Lepas Pantai Ancol Dalam Rencana Reklamasi Pada Sebagian Perairan Pantainya Yang Akan Dilakukan (Foto Dari Kushariadi).

Gambar 26. Bentang Lahan dan Bentuk Lahan Buatan Manusia Pada Lahan Hasil Reklamasi di Pantai Indah Kapuk (PIK), Jakarta Utara Pada Lahan Yang Semula Berupa Rawa Mangrove dan Kemudian Diubah Menjadi Pertambakan.

3.4.1.9. Cara Polder

Cara polder (P) adalah cara atau sistem mengamankan lahan yang berelevasi rendah yang sering atau kadang-kadang tergenang air dan atau banjir, atau yang berpotensi akan banjir karena lahannya ambles, atau muka air laut dan atau muka air sungai di dekatnya sering atau diperkirakan akan menaik sehingga lahan tersebut akan selalu mendapat masalah berkaitan dengan genangan air, banjir, dan erosi pantai. Cara ini diibaratkan dengan kapal, di mana penumpang kapal tidak tergenang air meskipun berada di dalam kapal pada elevasi yang di bawah muka air di mana kapal tersebut berada. Oleh karena itu di sini diibaratkan dengan cara kapal (K). Contoh yang paling baik di Indonesia adalah di Pantai Indah Kapuk (PIK), Jakarta Utara (Gambar 26 dan 27). Belanda adalah negara yang paling maju dan ahli dalam membangun sistem polder. Mungkin cara ini berasal dan ditemukan oleh Belanda karena sebagian besar wilayahnya berelevasi lebih rendah dari muka air laut. Sebagai contoh lapangan udara internasionalnya Schipoll, di Amsterdam, Belanda berada pada elevasi sekitar - 4,5 m di bawah muka air laut.

Prinsip utama cara polder adalah pertama, membatasi lahan yang akan dikelola dengan membangun tanggul (*dike*) membatasi lahan tersebut sampai elevasinya sedapat mungkin di atas elevasi muka air maksimum yang pernah menggenangi lahan tersebut. Kemudian kedua, menata tata air pada lahan tersebut dengan sistem tata air agar aliran airnya menuju suatu kolam penampung air yang berelevasi jauh lebih rendah dibandingkan dengan elevasi lahan tersebut pada umumnya. Ketiga adalah selalu mengelola muka air pada kolam agar elevasi maksimumnya selalu di bawah muka air yang mengalir pada lahan dengan cara melakukan pemompaan air ke badan perairan umum, khususnya sungai yang sedapat mungkin sudah terkelola baik (tepinya ditanggul) dan atau langsung ke laut.



Gambar 27. Urut-Urutan Kerja Cara Reklamasi Dengan Sistem Polder di Pantai Indah Kapuk, Jakarta Barat Sebagai Cara Yang Umum Diterapkan di Belanda Dalam Memperoleh Lahan Rendah Kering Air.

4. KESIMPULAN

Dari uraian di muka, dapat disampaikan catatan akhir yang berisi sari dan kesimpulan umum yang berkaitan dengan dampak negatif di wilayah pesisir sebagai berikut:

1. Ongkosongo (2011b) telah menyusun sembilan (9) pilihan strategi (cara) dalam menghadapi aneka dampak negatif akibat kenaikan muka air laut, amblesan tanah, genangan, banjir, dan erosi pantai. Penerapan cara yang dipilih sangat tergantung pada lokasi, masalah yang ada, nilai kepentingan, dan ketersediaan dana. Cara Ongkosongo ini lebih rinci dibandingkan dengan klasifikasi pilihan cara dari IPCC untuk dunia, EuroSION untuk Eropa, dan USACE untuk Amerika Serikat,
2. Setiap pilihan cara yang akan diterapkan pasti memiliki kekurangan masing-masing, namun pasti ada cara yang paling rendah risiko dan kerugiannya, atau biaya yang paling pantas.
3. Diperkirakan Indonesia akan semakin menghadapi dan mengalami masalah serius dan sangat merugikan dari berbagai segi seperti dana, waktu, tenaga, dan kesehatan baik pada masyarakat maupun kondisi fisik di wilayah pesisirnya, apalagi pada perkotaan pantainya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abidin, H.Z. 2008. Land subsidence characteristics of the Jakarta basin (Indonesia) estimated from leveling GPS and InSAR and its environmental impacts. *Fac. Geoinformation Science and Engin., UTM, Johor Bahru*: 49 p.
2. Abidin, H.Z. dkk. 2001. Land subsidence of Jakarta (Indonesia) and its geodetic monitoring system. *Natural Hazards* 23: 365-387.
3. Abidin H.Z. dkk. 2004. Capabilities and constraints of geodetic techniques for monitoring land subsidence in the urban areas of Indonesia. *Geomat. Res. Aust.* 81: 45-58
4. Abidin, H.Z. dkk. 2008. Land subsidence characteristics of Jakarta between 1997 and 2005 as estimated using GPS Surveys. *GPS Solutions* 12(1): 23-32.
5. Anonim 1990. A new coastal defence policy for the Netherlands. *Rijkswaterstaat, 's-Gravenhage*: 103 p.
6. Bird, E.C.F. 1993. *Submerging coasts*. John Wiley & Sons, Chichester: 184 p.
7. Bird, E.C.F. 2000. *Coastal geomorphology, An introduction*. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester: 322 p.
8. Bird, E.C.F. and O.S.R. Ongkosongo 1980. *Environmental changes on the coasts of Indonesia*. Un. Nat. Univ., Tokyo: 52 p.
9. Brinkman, JJ. 2010. *Jakarta Coastal Defence Strategy (JCDS) study*. Seminar Awal KLHS Teluk Jakarta: Towards a public-private partnership for the coastal development and protection of Jakarta. *Deltares-Delft Hydraulics, Jakarta*: 72 p.
10. Corps of Engineers 1977. *Shore protection manual*. U.S. Army Coastal Engineering Center, Third. Ed., Vol. I, II, III, Fort Belvoir.
11. EuroSION 2004. *Living with coastal erosion in Europe: Sediment and space for sustainability; A guide to coastal erosion management practices in Europe*. *Dir. Gen. Envir., European Comm.*, 162 p.
12. Hoitink, A.J.F. 2003. *Komunikasi pribadi*.
13. IPCC (Houghton, J.T., G.J. Jenkins and J.J. Ephraums, Eds.) 1990a. *Climate change 1990: Climate change: The IPCC scientific assessment*. IPCC, Geneva: 410 p.
14. IPCC (Tegart, W.J. McG., G.W. Sheldon and D.C. Griffiths, Eds.) 1990b. *Climate Change: The IPCC Impacts Assessment*. IPCC, Geneva: 294 p.
15. IPCC 1990c. *Climate change: The IPCC response strategies*. IPCC, Geneva: 330 p.
16. IPCC 2000. *Global climate change and the rising challenge of the sea*. IPCC, Geneva.
17. IPCC 2001a. *Climate change 2001: The scientific basis*. IPCC, Geneva.
18. IPCC 2001b. *Climate change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability*. IPCC, Geneva.
19. IPCC 2001c. *Climate change 2001: Mitigation*. IPCC, Geneva.
20. IPCC 2001d. *Climate change 2001: Synthesis report*. IPCC, Geneva.
21. Kim, Y.C. (Ed.) 2009. *Handbook of coastal engineering*. World Scientific Publ. Co., Washington, D.C.: 1192 p.
22. Kushariadi 2011. *Komunikasi pribadi*.
23. Ongkosongo, O.S.R. 1979. Human activities and their environmental impacts on the coasts of Indonesia. *Proc. Worksh. Coastal Area Devel. Manag. In Asia and the Pacific (M.J. Valencia, Ed.)* 67-74. East West Center, Hawaii.
24. Ongkosongo, O.S.R. 1980. *Perubahan pantai Jakarta*. Kantor Men. Neg. PPLH dan Lemb. Oseanol. Nas.-LIPI, Jakarta: 204 p.
25. Ongkosongo, O.S.R. 1981. *Penanggulangan dan tataguna pantai di Jakarta*. *Geol. Indon.* 8(1): 24-34.

26. Ongkosongo, O.S.R. 1984. Evolution et effets des aménagements dans l'environnement côtier de la Baie de Jakarta, Indonésie. TesisDoktor, Univ. Bordeaux I, Talence: 414 p.
27. Ongkosongo, O.S.R. 1988. Indonesia. Dalam: Artificial structures and shorelines (H.J. Walker, ed): 393-408. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
28. Ongkosongo, O.S.R. 1991. Mechanism and factors affecting inundations of coastal environment. Pros. Lok. Nas. Pemanfaatan Data Pasang Surut dan Data Lain Yang Terkait (S. Soemodihardjo, L. Effendi, dan Soeyarso, Eds.), 77-84. Puslitbang. Oseanol. – LIPI, Jakarta.
29. Ongkosongo, O.S.R. 1993a. Impact of sea level rise in coastal areas of Indonesia and the need for coastal zone management. Proc. Coastal Zone Manag. Of Small Island Ecosystem (M.K. Moosa, et al., Eds.), 77-84. Puslitbang. Oseanol. – LIPI, Jakarta.
30. Ongkosongo, O.S.R. 1993b. Complementing factors to sea level rise impacts in Indonesia. Malaysian J. Trop. Geogr. 20(1/2): 103-106.
31. Ongkosongo, O.S.R. 1994. Environmental changes and impacts of upstream dams construction to the lower reaches of the Citarum watershed, West Java, Indonesia. SARCS/LIPI/WOTRO Worksh. Coastal Zone Research in Southeast Asia, Jakarta.
32. Ongkosongo, O.S.R. 1995. Penanggulangan pantai di Jakarta. Dalam: Himpunan karangan ilmiah di bidang perkotaan dan lingkungan: pengelolaan wilayah pesisir, KPPL DKI Jakarta, 4(4): 52-63.
33. Ongkosongo, O.S.R. 1997. Complexity of environmental problems in Jakarta Bay. Proc. Intern. Symp. Natural Disaster Prediction and Mitigation, 461-473. Disaster Prevention Research Inst., Kyoto Univ., Kyoto.
34. Ongkosongo, O.S.R. 2004. Perubahan lingkungan di wilayah pesisir. Proc. Workshop & Training Deteksi, Mitigasi dan Pencegahan Degradasi Lingkungan Pesisir dan Laut di Indonesia (M.R. Wahyono dan Y. Budiyo, Eds.), CSI Unesco-LIPI-BPPT-IndoRepro, Jakarta: 30-46.
35. Ongkosongo, O.S.R. 2005. Urban Training Programme Water-Related Risk Management in Urban Agglomerations, UNU-EHS, Bonn.
36. Ongkosongo, O.S.R. 2008a. Human activities and their significant impact to the dynamics of deltaic plains in Indonesia. First Joint Congr. IAG/AIG Work. Groups: Human Impact on the Landscape (HILS) & Geomorphological Hazards (IAGeomhaz), Dept. Geogr. Ruhr-Univ. Bochum, Bochum.
37. Ongkosongo, O.S.R. 2008b. Human activities and their significant impact to the dynamics of deltaic plains in Indonesia. First Joint Congr. IAG/AIG Work. Groups: Human Impact on the Landscape (HILS) & Geomorphological Hazards (IAGeomhaz), Dept. Geogr. Ruhr-Univ. Bochum, Bochum.
38. Ongkosongo, O.S.R. 2009. Erosi pantai di Indonesia. Seminar Ilmiah Nasional Tahunan Penelitian Masalah Lingkungan Di Indonesia 2009. Program Studi Teknik Lingkungan Undip, Semarang.
39. Ongkosongo, O.S.R. 2010. Kuala, muara sungai, dan delta. P20-LIPI, Jakarta: 419 p.
40. Ongkosongo, O.S.R. 2011a. Strategi menghadapi risiko bencana di wilayah pesisir akibat pemanasan global dan perubahan iklim global. P20-LIPI, Jakarta: 329 p.
41. Ongkosongo, O.S.R. 2011b. Intisari dan pelajaran dari penanggulangan pantai di Indonesia. PIT VIII ISOI, Makassar: 34 p.
42. Ongkosongo, O.S.R. and Supriyana, D. 1993. Existing and future hydraulic engineering works on the coast of Jakarta, Indonesia. Proc. UNESCO-IHP Worksh. Sea Level Changes and Their Consequences for Hydrology and Water Management, Noordwijkerhout, 1-13.
43. Ongkosongo, O.S.R. dan O.K. Sumadhiharga 1997. Prakiraan dampak rencana reklamasi di perairan pesisir Jakarta. Pros. Reklamasi Kawasan Pantai, UNTAR-UK PETRA, Illinois Inst. Techn., Jakarta: 1-22.
44. Ongkosongo, O.S.R. dkk. 2009. Perubahan lingkungan di pesisir kota Jakarta Utara. Pus. Penel. Osean.-LIPI, Jakarta: 97 p.
45. Ongkosongo, O.S.R. 2010. Kuala, muara sungai, dan delta. Kel. Penel. Geologi Laut, P20-LIPI, Jakarta: 419 p.
46. Ongkosongo, O.S.R., S. Imami, S. Hardijanti, dan Susmiati, 1979. Perubahan pantai Jakarta. PIT IAGI ke VIII, Jakarta: 24 p.
47. Silvester, R. and J.R.C. Hsu 1997. Coastal stabilization. Advanced Series on Ocean Engineering Vol. 14, World Scientific Publ. Co., Washington, D.C.: 596 p.
48. UNU-EHS 2005. Water-related risk management in urban agglomerations. Urban Training Programme, UNU Inst Envir and Human Security, Bonn.
49. USACE 2005a. Engineering and design: Design of coastal revetments, seawalls, and bulkheads. Doc. EM 1110-2-1614, US Army Corps Engin., Washington: F-2.
50. USACE 2005b. Engineering and design: Design of coastal revetments, seawalls, and bulkheads. Doc. EM 1110-2-1614, US Army Corps Engin., Washington: 6-4.
51. USACE 2008. Coastal engineering. US Army Corps Engin., Washington.

52. USACE 2010. Coastal engineering. US Army Corps Engin., Part I-VI, App. A and Updates, Fort Belvoir.
53. USAID 2009. Adapting to coastal climate change: A guidebook fo development planners. U.S. Agency Intern. Dev., Washington: 163 p.
54. Wanless, H.R. 2009. Climate change & sea level rise: The coming century. Space Coast Climate Change Initiative, Miami: 52 p.
55. Warga Dalam, J. 2010. Kebijakan pengamanan pantai di Indonesia dalam menghadapi perubahan iklim. Seminar Nasional dan Workshop Perkembangan Teknik Pantai Di Indonesia Menghadapi Perubahan Iklim, Puslit. SD Air, PU, Denpasar: 7 p.
56. Ysebaert, T. et al. 2011. Towards an ecosystem based, adaptive management for the SW Delta (The Netherlands). World Delta Summit, Jakarta: 27 p

EVALUASI INTRUSI AIR LAUT AKIBAT EKSPLOITASI AIR TANAH DI SEPANJANG PANTAI KOTA PADANG

Oleh

Tri Annisa Fajri^{a,1*}, Yet Sudarsih^{a,2}, Ahmad Salim Ridwan^{a,3}, Muhammad Habib^{a,4},
Ade Fitria Dori^{a,5}

^aUniversitas Negeri Padang,
Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar, Kota Padang
*ftriannisa@gmail.com

Abstrak

Banyak kota besar di Indonesia yang terletak di kawasan pantai dan memiliki populasi penduduk yang padat yaitu sekitar 70%. Perubahan fungsi lahan dan penggunaan air tanah yang berlebihan dapat memengaruhi keseimbangan air tanah dengan interface di kawasan tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebaran daerah intrusi air laut di sepanjang pantai Kota Padang berdasarkan sifat fisika dan kimia air tanah yang akan dihasilkan dalam peta isosaline. Berdasarkan pada penelitian sebelumnya yaitu dampak pengambilan air tanah di Kota Padang yang sudah diteliti pada tahun 2001 mengindikasikan adanya intrusi air laut pada tingkat belum membahayakan di sepanjang Pantai Padang (Gustiana, 2001). Penelitian ini dilakukan dengan metode deskriptif kuantitatif. Populasi penelitian adalah sumur air tanah dangkal dan air tanah dalam milik penduduk di Sepanjang Pantai Kota Padang antara Batang Air dingin di Padang Utara sampai Batang Arau di Padang Selatan. Teknik Penarikan sampel dilakukan dengan metode purposive sampling, yaitu pemilihan lokasi sampel dengan pertimbangan jarak dari pinggir pantai yaitu 100 sampai dengan 500 m jarak dari pinggir pantai. Berdasarkan hasil penelitian ditemukan bahwa persebaran intrusi air laut di sepanjang pantai Kota Padang sudah berada pada klasifikasi sangat tinggi. Terutama di daerah yang dekat dengan pantai serta pemukiman dan aktivitas penduduk yang tinggi. Selain dengan mengurangi eksploitasi air tanah, terutama di daerah yang sudah berada sangat banyak pengaruh air laut, membuat sumur resapan juga diperlukan untuk meningkatkan infiltrasi air hujan sehingga dapat mengurangi intrusi air laut.

Kata Kunci: Intrusi Air Laut; Eksploitasi Air tanah.

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia merupakan negara maritim yang luas. Banyak kota besar di Indonesia yang terletak di daerah pantai dan merupakan daerah populasi penduduk cukup padat sekitar 70%. Diperkirakan akhir abad ke-21 lebih dari 3/4 penduduk dunia akan tinggal di daerah pantai. Jelas ini akan meningkatkan eksploitasi air tanah di daerah pantai (Hamzah S, 2005).

Dampak pengambilan air tanah di Kota Padang sudah diteliti pada tahun 2001 yang mengindikasikan adanya intrusi air laut pada tingkat belum membahayakan di sepanjang Pantai Padang (Gustiana, 2001). Berdasarkan pengamatan awal, ditemukan adanya keluhan penduduk di daerah Muaro mengenai air sumur yang digunakan terasa asin dan di daerah Tabing juga ditemukan air berbau lumpur, kekuningan dan terasa asin pada sumur penduduk, hal ini mengindikasikan semakin besarnya pengaruh intrusi air laut akibat eksploitasi air tanah di sepanjang pantai Padang.

Hasil sensus penduduk 2011 mencatat sekitar 846.731 penduduk di Kota Padang (dinkeskotapadang1.wordpress.com). Seiring dengan tingginya pertumbuhan penduduk Kota Padang sebagai pusat pemerintahan, industri, pendidikan dan pemukiman menimbulkan permasalahan kualitas air tanah sehingga perlu dilakukan penelitian kembali oleh Penulis yang diajukan dengan judul "Evaluasi Intrusi Air Laut Akibat Eksploitasi Air tanah di Sepanjang Pantai Kota Padang".

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana kondisi air tanah berdasarkan sifat fisika di sepanjang pantai Kota Padang?
2. Bagaimana kondisi air tanah berdasarkan sifat kimia di sepanjang pantai Kota Padang?
3. Bagaimana penyebaran daerah intrusi air laut di sepanjang pantai Kota Padang?

Sehingga tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui kondisi air tanah berdasarkan sifat fisika di Pantai Kota Padang.
2. Mengetahui kondisi air tanah berdasarkan sifat kimia di Pantai Kota Padang.
3. Memetakan penyebaran daerah intrusi air laut di sepanjang pantai Kota Padang.

Luaran yang diharapkan adalah informasi berupa tabel, data dan peta intrusi air laut akibat eksploitasi air tanah di sepanjang pantai Kota Padang. Manfaat yang diharapkan dari pelaksanaan program ini adalah:

1. Bagi Mahasiswa, mahasiswa dapat mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh untuk dipadukan dengan pengalaman di lapangan serta referensi beberapa sumber sehingga tercipta informasi berupa data riil tentang kualitas air tanah dan intrusi air laut akibat eksploitasi air tanah di sepanjang pantai Kota Padang.
2. Bagi Masyarakat, masyarakat mendapatkan informasi mengenai kualitas air tanah sehingga masyarakat mempertimbangkan dan mewaspadaai penggunaan air tanah untuk kebutuhan sehari-hari.
3. Bagi Pemerintah, sebagai bahan masukan dalam penataan ruang dan acuan untuk mengambil kebijakan yang berhubungan dengan pemanfaatan air tanah serta meminimalisir intrusi air laut di sepanjang Pantai Kota Padang.

2. METODOLOGI

Jenis Penelitian

Penelitian ini tergolong kepada jenis penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daerah penyebaran intrusi dengan data primer dan sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil uji laboratorium dan hasil observasi untuk melihat besarnya intrusi berdasarkan kualitas air tanah sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari studi pustaka, peta dari instansi terkait dan data pendukung lainnya.

Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini ada dua, yaitu kualitas air berdasarkan sifat fisika dan kimia. Sifat fisika yang diukur antara lain suhu, warna, kekeruhan, rasa, bau dan DHL dan kimia yaitu nilai pH, Natrium, Klorida, Kalsium, Magnesium, Kalium.

Bahan dan Alat Penelitian

- a. Bahan Penelitian
 1. Peta topografi Kota Padang skala 1: 50.000.
 2. Peta administrasi, geologi dan penggunaan lahan Kota Padang skala 1: 100.000.
 3. Peta satuan bentuk lahan Kota Padang skala 1: 75.000.
- b. Alat yang digunakan
 1. Botol sampel untuk menyimpan sampel yang diteliti.
 2. Thermometer air raksa untuk mengukur suhu sampel air.
 3. Thermometer udara untuk mengukur suhu udara saat pengambilan sampel air tanah.
 4. Meteran untuk mengukur kedalaman sumur.
 5. pH meter untuk mengukur pH air tanah.
 6. Buku catatan dan alat tulis, untuk mencatat data hasil pengukuran penelitian.

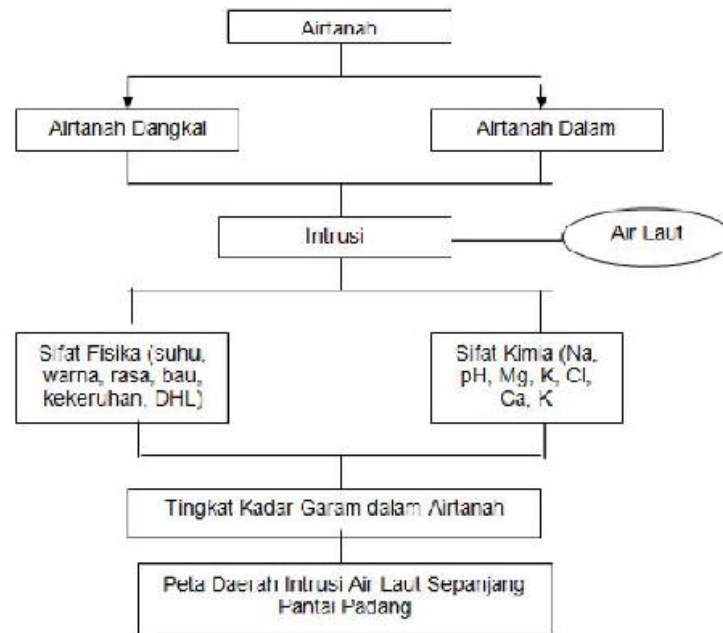
Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam 3 tahap, yaitu:

- a. Tahap pra lapangan, dilakukan studi pustaka untuk mengumpulkan bahan penelitian, mengurus izin penelitian, interpretasi peta-peta untuk membuat peta satuan bentuk lahan lokasi penelitian dan penentuan titik sampel untuk mengambil data kondisi fisik pada lokasi penelitian dengan menggunakan GPS (*Global Positioning System*).
- b. Tahap lapangan, dilakukan *survey* dahulu untuk mencocokkan peta dengan keadaan sebenarnya di

lapangan. Setelah peta sesuai dengan di lapangan dilakukan pengamatan dan pengukuran. Adapun pengukuran langsung yang diambil meliputi suhu, warna, rasa dan bau serta pengambilan sampel air untuk dianalisa di laboratorium.

- c. Tahap pasca lapangan, data yang telah terkumpul diinventarisasi dan dianalisis dengan metode komparasi yaitu membandingkan kualitas air di daerah penelitian dengan standar kualitas pada kriteria baku mutu air (Peraturan Menteri Kesehatan RI No.492 Tahun 2010) dan menentukan tingkat intrusi air laut pada daerah penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian ini adalah air tanah dangkal dan dalam milik penduduk di Sepanjang Pantai Kota Padang mulai dari Batang Air dingin di Padang Utara sampai Batang Arau di Padang Selatan. Teknik sampling adalah purposivesampling, yaitu pemilihan lokasi sampel dengan pertimbangan jarak dari pinggir pantai yaitu 100 sampai dengan 500 m. Jumlah keseluruhan sampel adalah 24 yang meliputi 8 titik di wilayah antara Batang Arau sampai Banjir Kanal, 8 titik antara Banjir Kanal sampai Batang Kuranji dan 8 titik antara Batang Kuranji sampai Batang Air Dingin. Masing-masing wilayah terdiri dari 4 sampel air tanah dangkal dan 4 sampel air tanah dalam dengan ketentuan air tanah diambil berdasarkan kepadatan dan aktivitas penduduk.

Tabel 2. Kriteria Tingkatan Pengaruh Air Laut Terhadap Air tanah

No	$\frac{Cl^-}{CO_3^{2-} + HC_3^{2-}}$	Tingkatan
1	< 0,5	Air tanah normal di akuifer
2	0,5 - 1,3	Sedikit pengaruh air laut
3	1,3 - 2,8	Menengah pengaruh air laut
4	2,8 - 6,6	Banyak pengaruh air laut
5	6,6 - 15,5	Sangat banyak pengaruh air laut
6	15,5 - 20	Air laut

Sumber : Ravelle dalam Murtianto.

Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian adalah data primer dan data sekunder. Data primer berupa sampel air tanah dangkal dari sumur gali dan sampel air tanah dalam dari sumur bor, yang meliputi parameter

fisika (suhu, warna, kekeruhan, rasa dan bau dan DHL) dan parameter kimia (pH, Natrium, Klorida, Kalsium, Magnesium, Kalium, CO_3^- dan HCO_3^{2-}). Data sekunder berupa data kepadatan penduduk, peta lokasi penelitian, peta geologi, peta jenis tanah, peta topografi dan peta penggunaan lahan.

Cara Penafsiran dan Penyimpulan Hasil Penelitian

Penentuan nilai intrusi air laut adalah dengan menggunakan perbandingan kloridabikarbonat (*Chlorida Bicarbonate Ratio*):

$$R = \frac{\text{Cl}^-}{\text{CO}_3^- + \text{HCO}_3^{2-}}$$

Satuan dalam ppm, Cl, CO_3^- , dan HCO_3^{2-} dalam satuan yang sama misalnya mg/l, dengan ketentuan: Nilai R = 1 maka air tanah dikategorikan sudah terintrusi air laut sedangkan nilai R tidak sama dengan 1 maka air tanah dikategorikan belum terintrusi air laut (Zeffitni, 2005). Selanjutnya kriteria pengaruh air laut terhadap air tanah dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 3. Analisis Fisika Air tanah

Wilayah	Lokasi Sampel	(T) Udara	(T) Air	Warna	Bau	Rasa	Kekeruhan	DHL
A	Simpang 6 muara dangkal	34	29	10,6 (v)	Logam (X)	Pahit(X)	Keruh(X)	460(X)
	Simpang 6 muara dalam	33	29	4,5 (v)	Lumpur(X)	Lumpur(X)	Jernih (v)	400(X)
	Simpang damar	34	32	2 (v)	Tidak berbau (v)	Tidak berasa (v)	Jernih (v)	380(X)
	Simpang damar dalam	34	29	10,3 (v)	Lumpur(X)	Lumpur(X)	Jernih (v)	490(X)
	Muaro	34	28	8,6 (v)	Lumpur(X)	Lumpur (X)	Keruh(X)	117 (v)
	Muaro dalam	33	30	7,8 (v)	Lumpur(X)	Payau(X)	Jernih (v)	209(X)
	Wisma Bakti	34	28,5	10,3 (v)	Lumpur(X)	Lumpur(X)	Keruh(X)	404(X)
	Wisma bakti dalam	32	29	8,1 (v)	Lumpur(X)	Lumpur(X)	Jernih (v)	960(X)
B	Ulak Karang	33	28	10,8 (v)	Tidak berbau (v)	Payau(X)	Jernih (v)	680(X)
	Ulak karang dalam	32	30	4,1 (v)	Tidak berbau (v)	Tidak berasa (v)	Jernih (v)	380(X)
	SMA 1	34	29	17,1 (v)	Lumpur(X)	Lumpur(X)	Keruh(X)	380(X)
	SMA 1 dalam	32	30	< 0,5 (v)	Tidak berbau (v)	Tidak berasa (v)	Jernih (v)	210(X)
	SMK Elektro	35	28,5	21,1 (X)	Lumpur(X)	Lumpur(X)	Keruh(X)	580(X)
	SMK Elektro DALAM	34	29	7 (v)	Lumpur(X)	Lumpur(X)	Jernih (v)	320(X)
	Utama Service	32	30	9 (v)	Tidak berbau (v)	Tidak berasa (v)	Jernih (v)	380(X)
	Lolong	33	29	17,4 (X)	Lumpur(X)	Lumpur(X)	Keruh(X)	410(X)
C	Jondul	33	29	1,7 (v)	tidak berbau (v)	tidak berasa (v)	Jernih (v)	190 (v)
	Jondul dalam	32	27	2,1 (v)	Lumpur(X)	Lumpur(X)	Jernih (v)	89 (v)
	Wisma Indah	32	27,5	3,3 (v)	tidak berbau (v)	tidak berasa (v)	Jernih (v)	90 (v)
	Wisma Indah dalam	33	29	2,4 (v)	Tidak berbau (v)	Payau(X)	Jernih (v)	230(X)
	Parkit	33,5	28	< 0,5 (v)	tidak berbau (v)	tidak berasa (v)	Jernih (v)	210(X)
	Eggang Raya	34	29	2,6 (v)	Tidak berbau (v)	Payau(X)	Jernih (v)	430(X)
	Muaro Penjalinan	32	28,5	2,4 (v)	Lumpur(X)	Payau(X)	Jernih (v)	360(X)
	SMP 13	32	29	2,8 (v)	tidak berbau (v)	tidak berasa (v)	Jernih (v)	210(X)

Sumber: Pengolahan Data Primer 2013

Setelah data hasil lapangan dan laboratorium didapatkan, penyimpulan data dituangkan dalam pemetaan digital SIG

Tabel 4. Analisis Kimia Air tanah

Wilayah	Lokasi Sampel	pH	K	Na	Mg	Ca
A	Simpang 6 muara dangkal	6,85 (v)	19,88(X)	24,67 (v)	6,26 (v)	28,30 (v)
	Simpang 6 muara dalam	7,42 (v)	13,36(X)	67,66 (v)	14,30 (v)	12,15 (v)
	Simpang damar	6,91(v)	9,82 (v)	243,77(X)	11,82(v)	70,80 (v)
	Simpang damar dalam	7,33(v)	12,12 (X)	25,95(v)	11,82(v)	39,35(v)
	Muaro	7 (v)	24,95 (X)	145,79(v)	27,09(v)	92,70 (v)
	Muaro dalam	7,52 (v)	25,64(X)	442,23 (X)	27,22 (v)	28,30 (v)
	Wisma Bakti	6,75 (v)	14,35(X)	20,71 (v)	9,60 (v)	42,15 (v)
	Wisma bakti dalam	6,46 (v)	10,65 (v)	11,59 (v)	5,18 (v)	69,20 (v)
B	Ulak Karang	6,62 (v)	5,40 (v)	8,05 (v)	3,93 (v)	14,55 (v)
	Ulak karang dalam	7,48 (v)	4,95 (v)	27,23 (v)	6,57 (v)	20,90 (v)
	SMA 1 dangkal	6,39 (v)	9,02 (v)	17,31 (v)	8,49 (v)	45,85 (v)
	SMA 1 dalam	7,48 (v)	7,24(v)	18,599 (v)	7,87 (v)	36,04(v)
	SMK Elektro	6,35(v)	9,98(v)	62,73(v)	4,25(v)	49,01 (v)
	SMK Elektro Dalam	6,04(v)	13,88(X)	32,12(v)	2,84 (v)	25,35(v)
	Utama Service	7,18(v)	10,80 (v)	30,90 (v)	9,11(v)	33,55 (v)
	Lolong	7,53(v)	7,81 (v)	13,06 (v)	4,08 (v)	72,40 (v)
C	Jondul	7,63(v)	31,06 (X)	17,74 (v)	20,90 (v)	80,15 (v)
	Jondul dalam	7,20 (v)	3,91 (v)	9,28 (v)	18,27 (v)	88,50 (v)
	Wisma Indah	7,01(v)	3,14 (v)	2,56(v)	0,67 (v)	28,10(v)
	Wisma Indah dalam	6,42 (v)	21,84(X)	18,11 (v)	3,65 (v)	159,90 (X)
	Parkit	8,96(X)	13,51(X)	21,23 (v)	22,68 (v)	82,40 (v)
	Enggang Raya	6,54 (v)	15,48(X)	31,58 (v)	3,46 (v)	63,90 (v)
	Muaro Penjalinan	7,44 (v)	9,08 (v)	27,65 (v)	10,94 (v)	11,55 (v)
	SMP 13	6,50 (v)	18,17 (X)	15,53 (v)	4,54 (v)	91,35(v)

Sumber: Pengolahan Data Primer 2013

(Sistem Informasi Geografi) untuk memetakan penyebaran intrusi air laut di sepanjang pantai Kota Padang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Fisika Air Tanah

Hasil pengamatan di lapangan dan laboratorium diperoleh data sebagai berikut dan berdasarkan sifat fisika, air tanah yang memenuhi syarat untuk diminum adalah pada titik sampel Jondul dan Wisma Indah.

Hasil Analisis Kimia Air Tanah

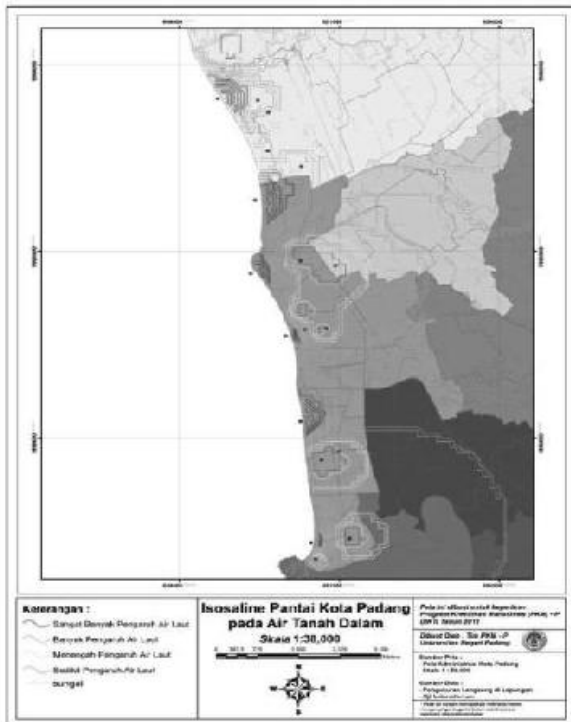
Hasil uji laboratorium diperoleh data pada Tabel 1. Berdasarkan tabel 1 di atas air tanah yang memenuhi syarat untuk minum adalah pada titik sampel Wisma bakti dalam, Ulak Karang, Ulak karang dalam, SMA 1 dangkal, SMA 1 dalam, SMK Elektro, Utama Service, Lolong, Jondul dalam, Wisma Indah, Muaro Penjalinan.

Hasil Intrusi Air Laut

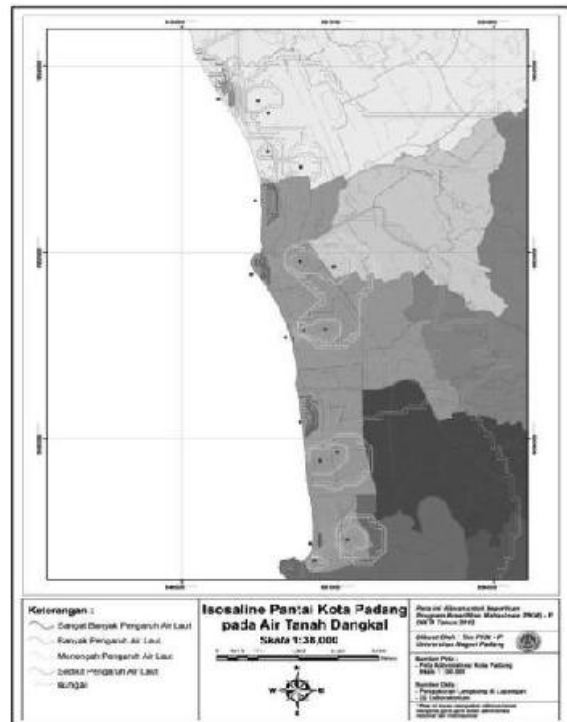
Berdasarkan Analisis Ratio Klorida Bikarbonat pada ketiga wilayah penelitian dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 5. Analisis Intrusi Air Laut

Wilayah	Lokasi Sampel	Cl-	CO3-	HC032-	$R = Cl / (CO_3 + HCO_3^2)$	R (Kategori)
A	Simpang 6 muara dangkal	27,69	0	17,6	1,57	Menengah pengaruh air Laut
	Simpang 6 muara dalam	13,6	0	19,8	0,69	Sedikit Pengaruh Air Laut
	Simpang damar	12,61	0	13,7	0,92	Sedikit Pengaruh Air Laut
	Simpang damar dalam	48,4	0	26,7	1,81	Menengah pengaruh air laut
	Muaro	367,3	0	23,1	15,90	Sangat Banyak Pengaruh Air Laut
	Muaro dalam	714,7	0	12,4	57,64	Sangat Banyak Pengaruh Air Laut
	Wisma Bakti	25,71	0	24,4	1,05	Sedikit Pengaruh Air Laut
	Wisma bakti dalam	202,2	0	30,5	6,63	Sangat Banyak Pengaruh Air Laut
B	Ulak Karang	53,2	0	17,32	3,07	Banyak Pengaruh Air Laut
	Ulak karang dalam	19,83	0	12,93	1,53	Menengah Pengaruh Air Laut
	SMA 1	87,62	0	19,52	4,49	Banyak Pengaruh Air Laut
	SMA 1 dalam	81,43	0	5,98	13,62	Sangat Banyak pengaruh Air Laut
	SMK Elektro	55,93	0	20,67	2,71	Menengah Pengaruh Air Laut
	SMK Elektro DALAM	11,75	0	11,4	1,03	Sedikit Pengaruh Air Laut
	Utama Service	2,413	0	20,98	0,12	Air tanah normal di akuifer
	Lolong	122,8	0	30,7	4,00	Banyak Pengaruh Air Laut
C	Jondul	217,4	0	1,7	127,88	Sangat Banyak Pengaruh Air Laut
	Jondul dalam	144,9	0	2,1	69,00	Sangat Banyak Pengaruh Air Laut
	Wisma Indah	72,46	0	3,29	22,02	Sangat Banyak Pengaruh Air Laut
	Wisma Indah dalam	238,1	0	2,4	99,21	Sangat Banyak Pengaruh Air Laut
	Parkit	155,3	0	tidak terdeteksi	-	-
	Enggang Raya	838,5	0	20,25	41,41	Sangat Banyak Pengaruh Air Laut
	Muaro Penjalinan	103,5	0	27,45	3,77	Banyak Pengaruh Air Laut
	SMP 13	176	0	2,8	62,86	Sangat Banyak Pengaruh Air Laut



Gambar 2. Peta Isosaline Air Tanah Dalam Pantai Kota Padang.



Gambar 3. Peta Isosaline Air Tanah Dangkal Pantai Kota Padang.

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa tingkat intrusi air laut di sepanjang pantai Kota Padang, umumnya sangat banyak dipengaruhi oleh air laut. Dengan daerah penyebarannya pada peta isosaline berikut:

4. KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini sebagai berikut:

1. Berdasarkan parameter fisika dan kimia yang telah dijelaskan di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwasanya titik sampel yang memenuhi syarat untuk diminum adalah Wisma Indah dan Jondul di Padang Utara.
2. Persebaran intrusi air laut di sepanjang pantai Kota Padang, air tanah sudah berada pada klasifikasi sangat banyak pengaruh air laut yaitu sebanyak 10 titik yang menggunakan rasio klorida bikarbonat. Terutama di daerah yang dekat dengan pantai serta pemukiman dan aktivitas penduduk yang tinggi.

Berdasarkan kesimpulan di atas, peneliti memberikan saran berikut ini:

1. Mengurangi eksploitasi air tanah, terutama di daerah yang sudah berada sangat banyak pengaruh air laut.
2. Membuat sumur resapan dan biopori, untuk meningkatkan infiltrasi air hujan sehingga dapat mengurangi risiko intrusi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Drs. Helfia Edial, M.T selaku pembimbing dalam pelaksanaan penelitian yang didanai oleh DIKTI dalam rangka program kreativitas mahasiswa bidang penelitian, sahabat-sahabat penulis di Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial dan Pusat Pengembangan Ilmiah dan Penelitian Mahasiswa (PPIP) Universitas Negeri Padang yang memberikan dorongan dan masukan dalam penulisan laporan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Dinkeskotapadang1.wordpress.com, diakses tanggal 16 Oktober 2012.
2. Gustiana, Jelli. 2001. Intrusi Air Laut Akibat Eksploitasi Air tanah di Sepanjang Pantai Kota Padang. Skripsi Universitas Negeri Padang.
3. Hamzah S, Muhammad. 2005. "Hidrologi Pantai dan Kebutuhan Air Masyarakat Pesisir". Jurnal Fisika "FUSI" ISSN 1412-0429. Volume 9. Nomor 1. Hal 72.
4. Indarto. 2010. Hidrologi; Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi. Jakarta: Bumi Aksara.
5. Kodoatie, Robert J dan Sjarief Roestam. 2010. Tata Ruang Air. Yogyakarta: Andi.
6. Murtianto, Hendro. 2010. "Studi Kualitas Air tanah untuk Pengembangan Wisata di Kawasan Parangtritis, DI Yogyakarta". Jurnal Gea. Vol10. No 2. Hal 173 & 175.
7. Sosrodarsono, Suyono dan Kensaku Takeda. 2003. Hidrologi untuk Pengairan. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
8. Todd, David Keith. 1980. Groundwater Hidrology. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore: John Willey & Sons.
9. Widada, Sugeng. 2007. "Gejala Intrusi Air Laut di Daerah Pantai Kota Pekanbaru". Jurnal Ilmu Kelautan ISSN 0853-9291. Vol12. No 1. Hal 47.
10. Zeffitni. 2005. "Kajian Geometri Akuifer Berdasarkan Karakteristik Hidrokimia Air tanah Penyediaan Air Bersih di Kab. Donggala". Jurnal Smartek. Vol 3. No1. Hal 60.

PENENTUAN ZONA KERAWANAN BANJIR BANDANG DENGAN METODE FLASH FLOOD POTENTIAL INDEX (FFPI) DI PERBUKITAN MENOREH KABUPATEN KULONPROGO DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Oleh:

Wahyu Widiyatmoko^{a,1*}, Dhoni Wicaksono^{a,2}, Afza Afgani S.^{a,3}, Achmad F.T.^{a,4}, Mustawan N. H.^{a,b}

^a Program Studi Ilmu Lingkungan, Minat Studi Geo-Informasi Untuk Manajemen Bencana, Sekolah Pasca Sarjana UGM, Jl. Teknik Utara, Pogung, Yogyakarta, 55281

^b Program Studi Geografi dan Ilmu Lingkungan, Fakultas Geografi UGM, Bulaksumur, Yogyakarta, 55281

^{1,2} Program Beasiswa Unggulan, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

*email : yoe.whie@gmail.com

Abstrak

Kawasan Perbukitan Menoreh memiliki karakteristik fisik yang potensial terjadi bencana banjir bandang. Kondisi tersebut nampak dari kondisi topografinya berupa perbukitan yang memiliki lembah sungai menyempit di bagian lereng kakinya. Disamping itu, kawasan ini memiliki curah hujan yang tinggi dan jumlah kejadian longsor yang cukup tinggi pula, sehingga berpotensi terjadi bendungan alami dan membuat kawasan ini menjadi semakin potensial untuk terjadinya banjir bandang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi kerawanan banjir bandang di tujuh kecamatan yang terletak di kawasan Perbukitan Menoreh, meliputi Kecamatan Kokap, Kecamatan Sentolo, Kecamatan Pengasih, Kecamatan Nanggulan, Kecamatan Girimulyo, Kecamatan Kalibawang dan Kecamatan Samigaluh. FFPI (Flash Flood Potential Index) merupakan metode penaksiran nilai kerawanan banjir bandang berbasis multi kriteria melalui pengolahan GIS (Geography Information System) berbasis raster image processing yang dikembangkan oleh Smith (2003) di CBRFC (Colorado Basin River Forecast Center). Melalui metode FFPI akan dapat diketahui kondisi kerawanan statis intristik berdasarkan karakteristik fisik wilayah yaitu kelerengan, penutup lahan, penggunaan lahan, dan tekstur tanah. Masing-masing parameter yang digunakan akan diberikan bobot dan skor (weighting and scoring method) yang kemudian ditumpang susunkan (overlay) menjadi nilai FFPI. Penelitian ini menggunakan tiga skenario untuk memperhitungkan nilai FFPI. Masing-masing skenario memiliki perbedaan pada pembobotan setiap parameter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kawasan yang paling rawan banjir bandang mayoritas terdistribusi di wilayah Perbukitan Menoreh bagian utara dan tengah, terdiri atas Kecamatan Samigaluh, Kecamatan Kalibawang dan Kecamatan Girimulyo.

Kata kunci : Banjir bandang, kerawanan, GIS, FFPI.

1. PENDAHULUAN

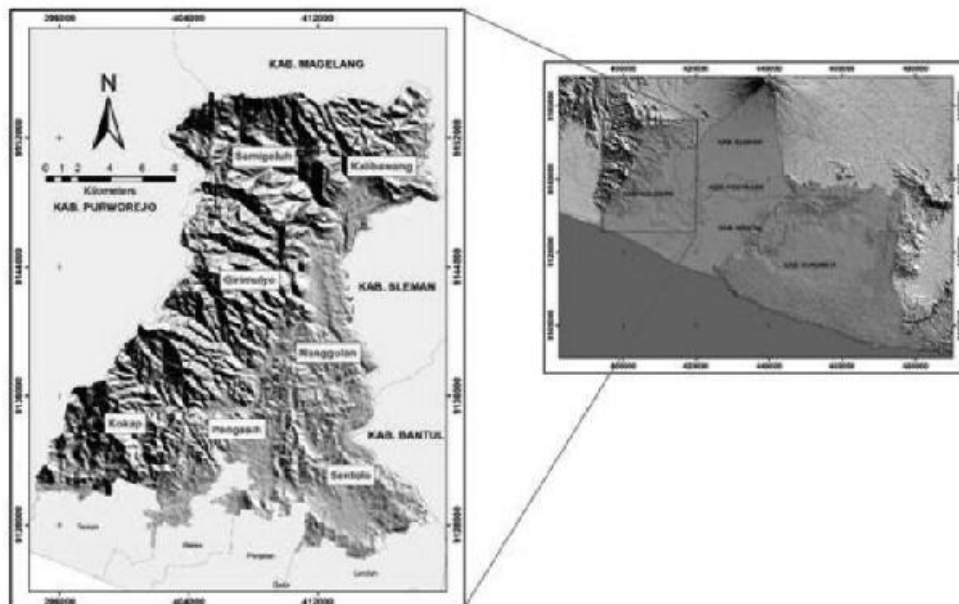
Bencana dapat diartikan sebagai sebuah rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan baik oleh faktor alam dan atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis (UU No, 24 Tahun 2007). Indonesia merupakan daerah tropis dengan curah hujan yang tinggi serta memiliki topografi yang sangat beranekaragam. Kondisi ini menyebabkan Indonesia memiliki potensi yang besar dalam menghadapi berbagai bencana alam. Salah satu jenis bencana yang sering melanda Indonesia adalah bencana hidrometeorologi seperti banjir, banjir bandang, badai tropis dan kekeringan. Dalam kurun waktu tahun 2002 hingga 2009 kejadian bencana di Indonesia meningkat secara signifikan dan didominasi oleh kejadian bencana akibat proses hidrometeorologi hingga mencapai angka 79% dari seluruh kejadian bencana (Imran, 2013). Bahkan pada tahun 2014 jumlah kejadian bencana yang menimpa Indonesia yang diakibatkan oleh proses hidrometeorologi mencapai angka 1.457 atau hampir

99% dari kejadian bencana yang menimpa Indonesia (Kompas, 2014). Hal ini menunjukkan telah terjadi peningkatan bencana akibat proses hidrometeorologi seiring dengan meningkatnya perubahan iklim global dan degradasi lingkungan.

Salah satu bencana yang berkaitan dengan proses hidrometeorologi adalah bencana banjir bandang. Banjir bandang dapat diartikan sebagai sebuah fenomena dimana aliran air mengalir sangat deras dan pekat yang terjadi secara cepat dan tiba-tiba dan disertai sedimen-sedimen, bongkahan batuan serta tanah (dijumpai juga bongkahan kayu) yang berasal dari daerah hulu sungai. Menurut *World Meteorological Organization*, banjir bandang merupakan banjir yang berlangsung singkat dengan debit puncak yang relatif tinggi. Sedangkan menurut *U.S. National Weather Service*, banjir bandang merupakan aliran cepat dengan debit yang besar yang meluap pada daerah yang biasanya kering, atau kenaikan muka air yang cepat pada sungai atau anak sungai di atas tingkat banjir yang telah ditentukan, dimulai dari enam jam dari peristiwa penyebabnya (misalnya: curah hujan yang tinggi, bendungan jebol, longsoran es. Namun, ambang waktu yang sebenarnya dapat bervariasi di berbagai bagian negara.

Banjir bandang berbeda dengan banjir pada umumnya karena memiliki aliran yang cepat dengan debit yang besar dan membawa material lumpur, tanah, batu bahkan material pepohonan yang besar. Dampak yang ditimbulkan dari bencana banjir bandang adalah kerusakan dan kehilangan harta benda sangat tinggi secara masif dan cepat, terutama terhadap bangunan rumah tinggal (hilang karena hanyut dan rusak), infrastruktur yang memerlukan biaya besar untuk rehabilitasinya. Beberapa kejadian banjir bandang besar yang pernah terjadi di Indonesia diantaranya adalah Situ Gintung (2009), banjir bandang Wasior (2010) di Papua Barat, serta banjir bandang Manado (2014).

Faktor-faktor yang menyebabkan banjir bandang adalah (a). Terbentuknya bendungan (DAM) pada aliran sungai di bagian hulu, baik bendungan alam maupun buatan. (b). Hujan deras dengan intensitas tinggi serta durasi waktu yang cukup lama (biasanya >2 hari berturut-turut pada daerah hulu. (c). Geometri DAS yang menunggang (lembah sempit, gradien sungai terjal) antara bagian hulu dan hilir. (Imran, 2013). Sedangkan menurut Seno Adi (2013) faktor yang menjadi penyebab terjadinya banjir bandang adalah: (a) Geomorfologi yang bergunung dan lereng curam. (b). Formasi geologi terdiri dari batuan vulkanik muda. (c). Vegetasi penutup tidak mendukung penyerapan air hujan seperti lahan gundul dan lahan kritis. (d). Perubahan tutupan lahan dari vegetasi hutan menjadi non hutan. (e). Perilaku manusia yang eksploitatif terhadap lingkungan sehingga pemanfaatan lahan tidak dilakukan konservasi tanah dan air.



Gambar 1. Lokasi Perbukitan Menoreh Kabupaten Kulonprogo.

Berdasarkan faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya banjir bandang maka dimungkinkan banyak wilayah Indonesia yang memiliki potensi untuk terjadi bencana tersebut. Salah satu kawasan yang rawan terhadap bencana rawan longsor adalah di perbukitan menoreh Kabupaten Kulonprogo, DIY. Kawasan Perbukitan Menoreh memiliki karakteristik fisik yang potensial terjadi bencana banjir bandang. Kondisi tersebut nampak dari kondisi topografinya berupa perbukitan yang memiliki lembah sungai menyempit di

bagian lereng kakinya. Disamping itu, kawasan ini memiliki curah hujan yang tinggi dengan jumlah kejadian longsor yang cukup tinggi pula, sehingga berpotensi terjadi bendungan alami dan membuat kawasan ini menjadi semakin potensial untuk terjadinya banjir bandang.

Pada saat musim penghujan sedikitnya terjadi 3-5 kali banjir bandang di kawasan perbukitan ini terutama pada sungai Tinalah, Kayangan, dan Tlegung. Dampak yang ditimbulkan Berdasarkan data historis yang ada, pada tahun 2000 pernah terjadi banjir bandang di Sungai Tlegung yang menyebabkan 3 rumah hancur dan menelan 7 korban jiwa. Oleh karena itu diperlukan kajian tentang kerawanan daerah perbukitan ini terhadap bahaya banjir bandang. Untuk mengetahui seperti apa kondisi kerawanan banjir bandang di daerah tersebut, maka diperlukan suatu analisis yang dapat menaksirkan nilai kerawanan banjir bandang di daerah penelitian. Oleh karena dipilih analisis terbaru yang diharapkan lebih efektif untuk menentukan kerawanan banjir bandang, Metode analisis ini adalah FFPI (*Flash Flood Potential Index*).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi kerawanan banjir bandang di tujuh kecamatan yang terletak di kawasan Perbukitan Menoreh, meliputi Kecamatan Kokap, Kecamatan Sentolo, Kecamatan Pengasih, Kecamatan Nanggulan, Kecamatan Girimulyo, Kecamatan Kalibawang dan Kecamatan Samigaluh.

2. METODOLOGI

Kajian mengenai kerawanan banjir bandang di Perbukitan Menoreh Kulon Progo menggunakan metode *Flash Flood Potential Index* (FFPI). Metode FFPI dirancang oleh Greg Smith dan tim di *Colorado Basin River Forecast Center* (CBRFC) (Smith, 2003). Tujuan dari pembuatan metode ini adalah untuk melengkapi metode konvensional yang sudah ada dalam mendeteksi banjir bandang. Metode konvensional ini dinamakan *Flash Flood Monitoring and Prediction System* (FFMP) (Jeffrey dan Kevin, 2013). Metode FFPI menekankan pada pengkajian faktor fisiografi yang menjadi penyebab terjadinya banjir bandang. Metode ini menggunakan empat parameter dalam menentukan indeks kerawanan suatu tempat terhadap banjir bandang. Empat faktor ini digunakan karena berkontribusi dalam kemungkinan terjadinya banjir bandang yang akan terjadi pada suatu bagian sistem drainase. Tekstur dan struktur tanah memiliki peran penting dalam menentukan *water holding* dan karakteristik infiltrasi. Lereng dan geometri basin berpengaruh dalam kecepatan dan tingkat konsentrasi aliran permukaan. Vegetasi dan tutupan kanopi memiliki pengaruh terhadap intersepsi air hujan. Penggunaan lahan dapat memainkan peran penting dalam proses infiltrasi, tingkat konsentrasi, dan karakteristik aliran permukaan (Smith, 2003). FFPI adalah sebuah tool sehingga metode ini juga memiliki keterbatasan. FFPI tidak mempertimbangkan kondisi kelembaban tanah sebenarnya yang dapat memiliki kondisi berbeda-beda sesuai dengan skala waktu. Walaupun kelembaban tanah adalah faktor penting dalam pertimbangan penaksiran kerawanan banjir bandang, FFPI tidak mempertimbangkan faktor ini untuk penyederhanaan metode. Tanpa mempertimbangkan faktor kelembaban tanah, FFPI menjadi sumber informasi yang bersifat statis (Jeffrey dan Kevin, 2013).

2.1. Sumber Data

Sumber data yang dibutuhkan dalam penelitian ini diperoleh dari data sekunder untuk menganalisis empat faktor yang digunakan dalam metode FFPI. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data kelerengan, data penggunaan lahan, data tutupan kanopi, dan data tekstur tanah. Teknik pengumpulan dan pengolahan data untuk memperoleh keempat data tersebut akan diuraikan dalam penjelasan berikut ini.

Data Kelerengan

Data kelerengan diperoleh dengan menggunakan citra *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) dengan resolusi spasial 30 meter. Informasi elevasi yang terkandung dalam setiap piksel citra SRTM dapat diolah menjadi informasi kemiringan lereng menggunakan analisis SIG. Pengolahan citra SRTM menggunakan software ArcGIS 10.1. Data kemiringan lereng ditampilkan dalam satuan persen. Data kemiringan lereng kemudian direklasifikasi sesuai indeks FFPI. Reklasifikasi kemiringan lereng dibagi

menjadi 10 kelas sesuai dengan rentang index FFPI yaitu 1-10. Pembagian kelas untuk konversi kemiringan lereng menjadi index FFPI menggunakan metode *Natural Breaks*. *Natural Breaks* merupakan teknik pengkelasan berdasarkan pengelompokan alami dalam data yang saling terkait. Interval kelas diidentifikasi dari grup terbaik yang memiliki nilai sama dan perbedaan nilai maksimum antar kelas. Setiap nilai data dibagi kedalam kelas yang memiliki batas yang telah ditetapkan, dimana ada perbedaan yang cukup besar antar nilai tersebut (ESRI, 2012).

Tabel 1. Konversi kelas parameter ke dalam indeks FFPI

Penggunaan Lahan	Tekstur Tanah	Tutupan Kanopi (%)	FFPI index
Tubuh Air	Water	90-100%	1
Hutan Tropis Basah	Sand	80-89%	2
Hutan Tropis	Sandy loam	70-79%	3
Hutan Campuran	Loamy Sand/ Silty Loam	60-69%	4
Hutan Musim/ Padang Jerami/ Lahan Pertanian	Silt/ Organic Matter	50-59%	5
Semak Belukar/ Rumput	Loam	40-49%	6
Lahan Kosong	Sandy Clay Loam/ Silty Clay Loam	30-39%	7
Lahan Terbangun (rendah)/ Lahan Kritis	Clay Loam/ Sandy Clay/ Silty Clay	20-29%	8
Lahan Terbangun (menengah)	Clay	10-19%	9
Lahan Terbangun (tinggi)	Bedrock	0-9%	10

Sumber: Krudzlo (2010)

Data Penggunaan Lahan

Data penggunaan lahan di daerah penelitian berdasarkan data sekunder yang diperoleh dari peta penggunaan lahan rencana tata ruang wilayah (RTRW) Kabupaten Kulonprogo tahun 2012. Data penggunaan lahan kemudian dikonversi ke dalam index FFPI berdasarkan klasifikasi Krudzlo (2010). Tabel konversi penggunaan lahan menjadi indeks FFPI dapat dilihat pada Tabel 1. Peta penggunaan lahan yang telah dikelaskan ke dalam indeks FFPI kemudian diubah formatnya menjadi raster.

Data Tekstur Tanah

Peta tekstur tanah untuk wilayah penelitian diperoleh dari data sekunder. Sumber peta tekstur adalah Proyek Pemekaran Pulau Jawa oleh Bakosurtanal 1985. Data tentang tekstur tanah kemudian dikonversi menjadi indeks FFPI berdasarkan klasifikasi Krudzlo (2010).

Data Tutupan Kanopi

Data tutupan kanopi diperoleh dari interpretasi citra Landsat 8. Citra ini menggunakan data perekaman tanggal 22 Februari 2015. Citra Landsat 8 adalah citra multispektral yang terdiri atas 11 saluran. Data tutupan kanopi dapat dikonversi dari nilai indeks vegetasi. Indeks vegetasi yang digunakan untuk menentukan tutupan kanopi adalah *Normalize Difference Vegetation Index* (NDVI). Nilai NDVI diperoleh dari perhitungan nilai saluran merah (saluran 4) dan saluran inframerah (saluran 5). Konversi nilai NDVI menjadi persentase tutupan kanopi, salah satu metode dapat menggunakan fungsi linear (Bramantiyo, 2008). Penentuan indeks FFPI dari data tutupan kanopi berdasarkan klasifikasi Krudzlo (2010). Persentase Tutupan Kanopi = $(109,39 \times \text{NDVI}) - 5,3485$

2.2. Pengolahan Data Raster

Penentuan kawasan rawan bencana banjir bandang menggunakan indeks FFPI diolah berdasarkan *raster image processing*. Nilai index dari setiap parameter kemudian digabungkan untuk dihitung indeks rata-rata dari keempat parameter. Berdasarkan panduan dari Smith (2003), indeks kelerengan memiliki bobot yang sedikit lebih banyak dibanding dengan parameter yang lain. Hal ini dikarenakan kemiringan lereng berkontribusi lebih terhadap kejadian banjir bandang di wilayah kajian CBRCF. Secara umum, indeks FFPI dapat diformulasikan sebagai berikut (Jeffrey dan Kevin, 2013):

$$\text{FFPI} = \frac{(\text{M}+\text{L}+\text{S}+\text{V})}{\text{N}}$$

dimana

M = Kemiringan lereng

L = Penggunaan lahan

S = Tekstur tanah

V = Tutupan kanopi

N = Jumlah pembobotan. (L, S, V diberi bobot 1 sedangkan M diberi bobot lebih dari 1 sehingga N memiliki nilai lebih dari 4)

Indeks FFPI banyak diadopsi oleh *Weather Forecast Office* (WFO) di Amerika Serikat untuk menentukan tingkat kerawanan banjir bandang di suatu area. Jeffrey dan Kevin (2013) merangkum sedikitnya ada 3 WFO yang mengembangkan metode FFPI untuk menentukan wilayah yang rawan terhadap banjir bandang. Modifikasi metode FFPI terletak pada perbedaan pembobotan parameter yang dinilai paling sesuai dengan keadaan fisiografi daerah penelitian. Pada penelitian ini, tiga metode WFO diadopsi untuk diterapkan untuk menentukan daerah rawan banjir bandang di Pegunungan Menoreh Kabupaten Kulonprogo.

Skenario 1 (WFO Binghamton, New York)

Metode ini dikembangkan oleh James Brewster pada tahun 2009. Metode ini memberi bobot 1,5 untuk kemiringan lereng dan bobot 0,5 untuk tutupan kanopi.

$$\text{FFPI} = \frac{(1,5(M)+L+S+0,5(V))}{4}$$

Skenario 2 (WFO Mount Holly, New Jersey)

Metode ini dikembangkan oleh Raymond Krudzlo pada tahun 2010. Metode ini memberi bobot yang sama untuk keempat parameter yang digunakan dalam menghitung indeks FFPI.

$$\text{FFPI} = \frac{(M+L+S+V)}{4}$$

Skenario 3 (WFO State College, Pennsylvania)

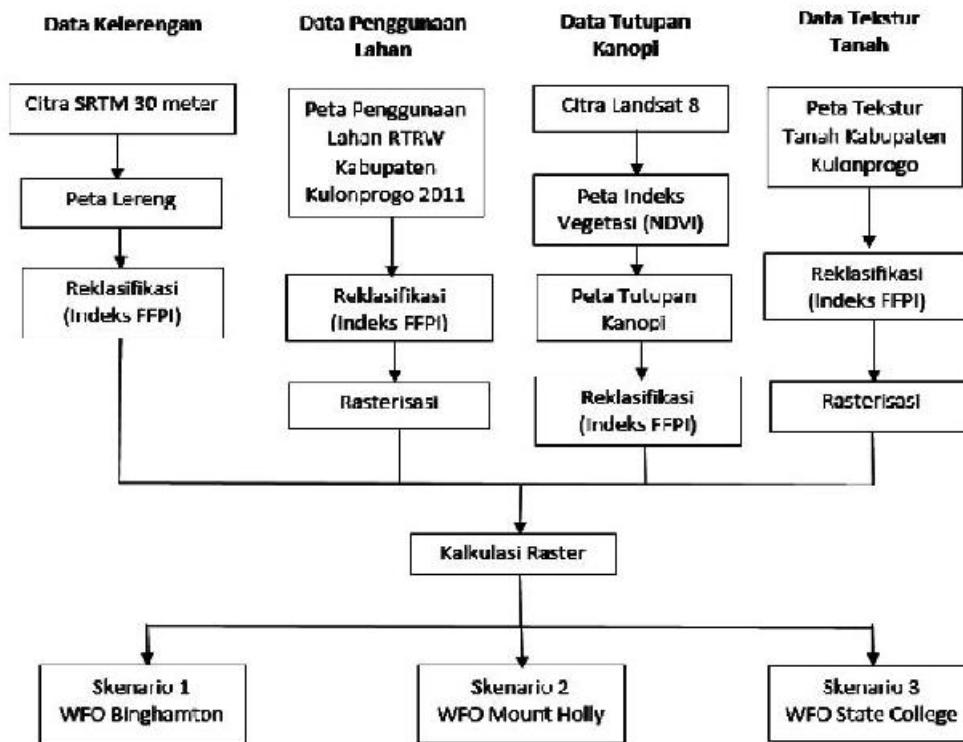
Metode ini dikembangkan oleh Joseph Ceru pada tahun 2012. Metode ini memberi bobot yang sama terhadap parameter kelerengan dan penggunaan lahan. Pada metode ini bobot bersifat fleksibel. Dalam penelitian ini kemiringan lereng dan penggunaan lahan diberi bobot 2.

$$\text{FFPI} = \frac{(2(M)+2(L)+S+V)}{6}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Daerah Penelitian

Daerah dalam penelitian ini meliputi wilayah Perbukitan Menoreh yang termasuk dalam wilayah Kabupaten Kulonprogo. Daerah penelitian meliputi 7 kecamatan yaitu Kecamatan Samigaluh, Kalibawang, Girimulyo, Nanggulan, Sentolo, Pengasih, dan Kokap. Secara astronomis, daerah penelitian terletak antara 7°38'36" LS – 7°54'29" LS dan 110°2'25" BT – 110°15'57" BT. Daerah penelitian memiliki kondisi topografi yang sangat kompleks dari daerah yang memiliki topografi datar hingga sangat terjal. Wilayah topografi yang bervariasi akan memberikan respon yang berbeda terhadap tingkat kerawanan banjir bandang. Secara geologis, daerah penelitian merupakan bagian dari daerah Pegunungan Progo Barat (West Progo Mountain) yang pada awalnya merupakan bentukan berupa kubah (dome) yang terbentuk akibat adanya proses pengangkatan yang terjadi pada zaman Pleistosen (Bemmelen, 1949). Puncak kubah tertutup oleh material gunungapi yang termasuk dalam Formasi Jonggrangan antara lain adalah Gunungapi Gadjah, Gunungapi Idjo, Gunungapi Menoreh, yang telah terdenudasi secara intensif sehingga inti dari gunungapi tersebut tersingkap (Bammelen, 1949).



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian.

Kondisi Topografi

Daerah penelitian yang memiliki relief kasar berada di sebelah barat dimana daerah ini merupakan daerah berbukit dengan erosi yang cukup intensif. Kemiringan lereng yang besar menyebabkan daerah ini memiliki indeks FFPI kelereng yang tinggi. Kemiringan lereng memiliki peran penting dalam kejadian banjir bandang karena kemiringan lereng akan menentukan kecepatan aliran dan juga luas permukaan yang menerima air hujan. Apabila hujan turun di daerah dengan kemiringan lereng curam, maka air akan dengan cepat mengalir menuju ke daerah yang lebih rendah dan menyebabkan tingkat infiltrasi yang rendah. Besarnya debit aliran permukaan akan menyebabkan banjir bandang jika terjadi hujan dengan intensitas cukup tinggi. Aliran sungai yang memiliki daerah tangkapan dengan kemiringan lereng curam akan lebih berpotensi terjadi banjir bandang. Kemiringan lereng yang tinggi ditambah wilayah DAS yang luas akan menghasilkan debit aliran yang besar dan dapat menimbulkan terjadinya banjir bandang.

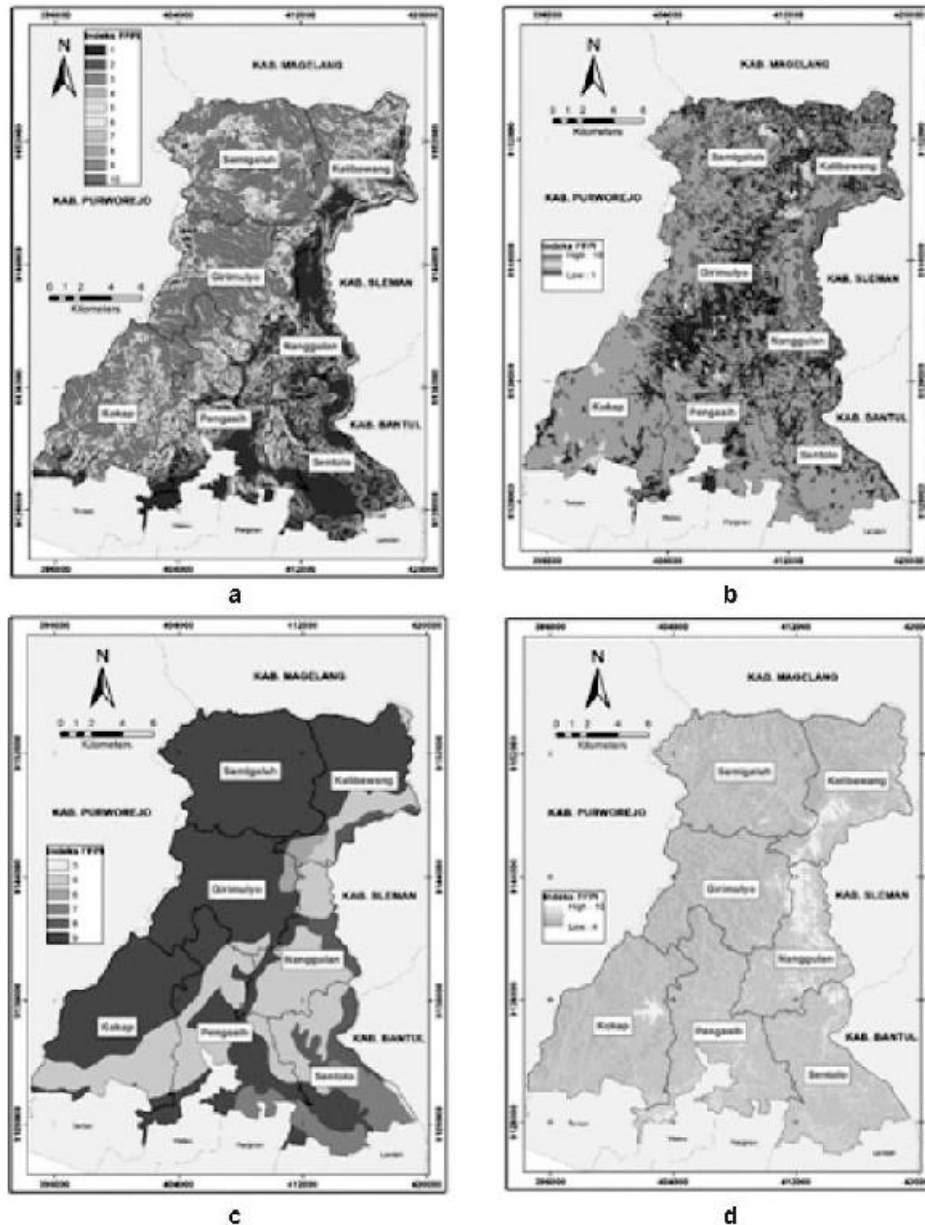
Daerah yang berada pada transisi daerah topografi kasar dengan daerah datar memiliki potensi dampak kerusakan yang tinggi. Hal ini disebabkan karena air yang berada dalam saluran kemudian akan meluap di daerah yang datar tersebut. Sungai-sungai yang berada di daerah ini perlu mendapat perhatian khusus, terutama untuk sungai dengan daerah tangkapan hujan yang cukup luas. Kemiringan lereng yang tinggi juga dapat memicu terjadinya longsor yang dapat menutup saluran drainase (sungai), Longsor dapat menyebabkan bendungan alami yang dapat *collapse* sewaktu-waktu jika tidak kuat menahan air yang dibendungnya. Bendungan alami yang *collapse* mengalirkan air dengan debit tinggi yang menimbulkan terjadinya banjir bandang.

Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan memiliki kontribusi yang penting dalam kejadian banjir bandang. Penggunaan lahan mempengaruhi tingkat infiltrasi dan jumlah limpasan air jika terjadi hujan. Pemukiman padat memiliki indeks FFPI penggunaan lahan yang tinggi karena air akan menjadi limpasan disebabkan oleh lahan terbangun. Pemukiman padat di daerah penelitian tersebar di bagian timur dimana daerah ini cukup datar sehingga cocok digunakan sebagai permukiman. Permukiman di daerah dengan relief kasar cukup terbatas karena lahan yang dapat digunakan untuk permukiman cukup sulit. Daerah bervegetasi memiliki indeks FFPI yang rendah karena vegetasi mampu mengurangi laju air sehingga proses infiltrasi lebih optimal dan mengurangi air limpasan. Penggunaan lahan di daerah penelitian didominasi oleh kebun campuran dan tegalan yang memiliki indeks FFPI menengah.

Tekstur Tanah

Tekstur tanah memiliki peran penting dalam proses infiltrasi. Semakin banyak kandungan lempung, maka infiltrasi akan semakin sedikit dan jumlah air limpasan akan semakin banyak. Tekstur tanah lempung memiliki daerah yang cukup luas di daerah penelitian. Distribusi spasial tekstur tanah lempung berada di daerah dengan topografi kasar sehingga meningkatkan tingkat kerawanan banjir bandang.



Gambar 3. a) Peta Kemiringan Lereng, b) Peta Penggunaan Lahan, c) Peta Tekstur Tanah, d) Peta Tutupan Kanopi.

Tabel 2. Perbandingan Nilai FFPI dari Tiga Skenario

Metode FFPI	Nilai Minimum	Nilai Maksimum
Skenario 1 (WFO Binghamton)	2,125	9,25
Skenario 2 (WFO Mount Holly)	2,75	8,875
Skenario 3 (WFO State College)	2,167	9,167

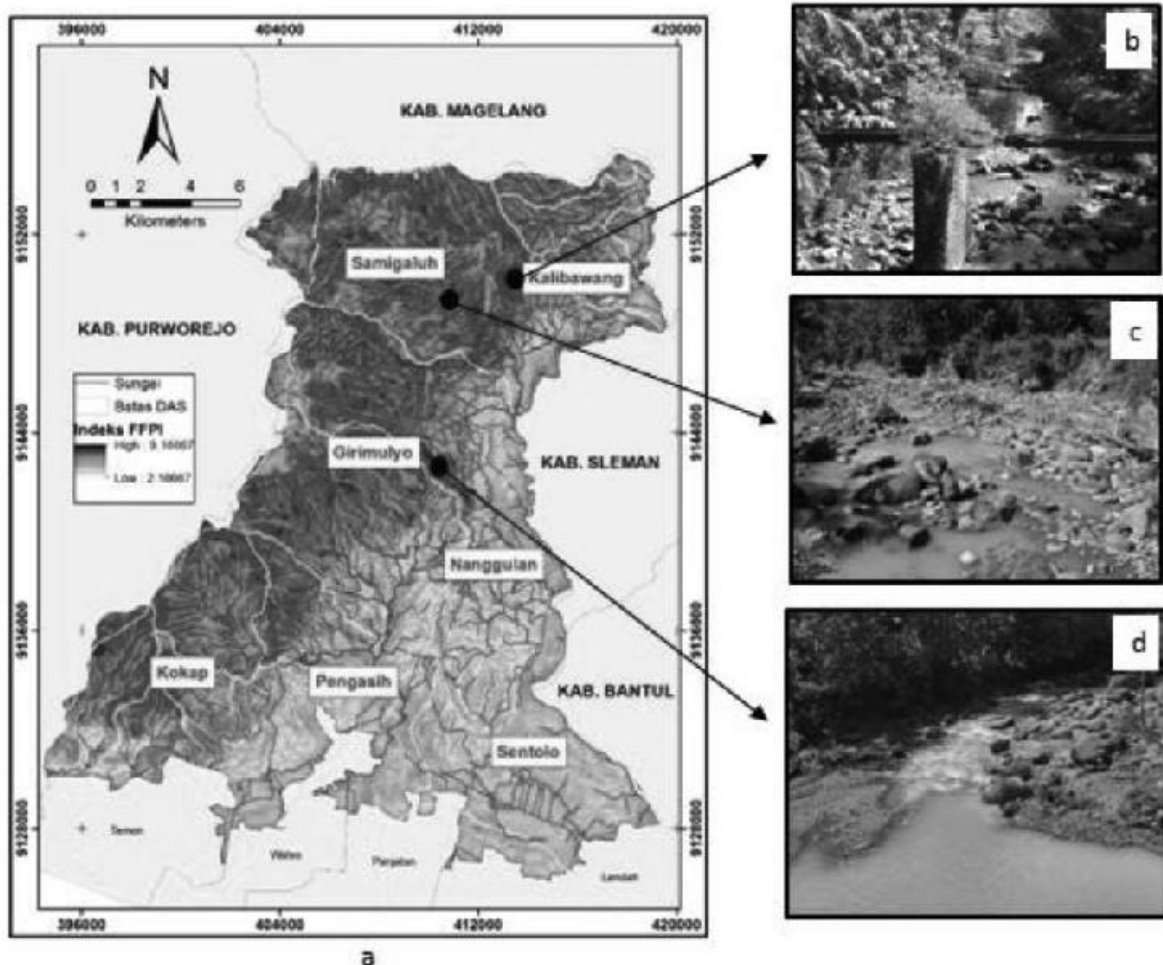
Tutupan Kanopi Vegetasi

Tutupan vegetasi berperan dalam proses intersepsi air hujan. Intersepsi akan menurunkan kecepatan aliran air sehingga proses infiltrasi akan berjalan lebih efektif. Semakin tinggi kerapatan vegetasi, maka indeks FFPI akan semakin rendah, begitu juga sebaliknya. Daerah dengan tutupan kanopi cukup tinggi berada di daerah perbukitan dengan relief kasar. Tutupan kanopi dengan persentase rendah berada di daerah dataran. Hal ini disebabkan karena lahan di daerah ini diusahakan sebagai sawah sehingga memiliki tutupan kanopi yang rendah.

3.2 Tingkat Kerawanan Banjir Bandang

Tingkat kerawanan banjir bandang di daerah penelitian dibuat berdasarkan indeks FFPI. Semakin tinggi indeks FFPI pada suatu area, maka kerentanan area tersebut terhadap banjir bandang. Semakin tinggi nilai FFPI menunjukkan semakin besar debit limpasan air jika hujan terjadi. Oleh karena itu, jika terjadi hujan dengan intensitas tinggi akan menyebabkan banjir bandang. Peta kerawanan banjir bandang dibuat berdasar 3 skenario yang pernah diimplementasikan oleh WFO di Amerika Serikat. Hasil pembuatan peta kerawanan dengan menggunakan 3 skenario menghasilkan peta kerawanan yang tidak begitu berbeda jauh. Daerah yang memiliki indeks FFPI tinggi tidak mengalami perubahan. Perbedaan yang dapat dilihat dari ketiga skenario adalah nilai indeks FFPI dari tiga skenario.

Perbedaan pembobotan parameter pada setiap skenario tidak begitu berpengaruh terhadap daerah yang memiliki tingkat kerawanan banjir bandang tinggi (nilai FFPI tinggi). Perbedaan yang dapat terlihat pada daerah yang memiliki kelas kerawanan rendah. Perbedaan setiap skenario pada tingkat kerawanan rendah juga tidak begitu mencolok. Untuk pembahasan lebih lanjut, metode dari *WFO State College* dipilih karena nilai maksimum dan minimum berada diantara kedua skenario yang lain.



Gambar 4. a) Peta Kerawanan Banjir Bandang Berdasarkan Nilai FFPI, b) Sungai Tlegung, c) Sungai Tinalah, d) Sungai Kayangan.

Untuk membuktikan metode FFPI dapat menjadi acuan pembuatan peta kerawanan banjir bandang, observasi dilakukan di 3 sungai yang berhulu dari perbukitan menoreh, yaitu Sungai Tlegung, Sungai Tinalah dan Sungai Kayangan. Berdasarkan observasi dari ketiga sungai ditemukan banyak berangkal (*cobble*) dan bongkah (*boulder*) disepanjang aliran sungai, terutama daerah yang mendekati hulu. *Cobble* dan *boulder* dapat ditemukan di sepanjang aliran sungai karena dibawa oleh aliran air dengan energi kinetik yang besar. Banyaknya *cobble* dan *boulder* yang ditemukan mengindikasikan bahwa ketiga sungai ini sering dilanda banjir bandang. Berdasarkan hasil wawancara dengan penduduk setempat juga menuturkan hal yang serupa. Banjir bandang disertai longsor di Sungai Tlegung pernah menelan 7 korban jiwa pada tahun 2000. Banjir bandang ini juga memutuskan jembatan yang ada di Dusun Ngaren Desa Banjarasri. Banjir juga sering terjadi ketika hujan dengan intensitas sedang di Sungai Tinalah. Banjir bercampur lumpur dan batu sering terjadi di Sungai Kayangan jika hujan dengan intensitas tinggi terjadi. Bahkan banjir juga membawa batang pohon bersama dengan aliran air, lumpur, dan batu.

Hal ini mengindikasikan bahwa metode FFPI dapat digunakan sebagai salah satu metode untuk menentukan kerawanan banjir bandang di suatu area. Ketiga sungai yang menjadi bahan observasi berhulu di perbukitan Menoreh dengan indeks FFPI yang tinggi. Kajian banjir bandang perlu mengintegrasikan wilayah hulu sebagai penyebab banjir bandang dan wilayah hilir sebagai daerah terdampak banjir bandang.

4. KESIMPULAN

Tingkat kerawanan banjir bandang berdasarkan metode FFPI mayoritas terletak di Perbukitan Menoreh yang mencakup Kecamatan Samigaluh, Kecamatan Kalibawang, dan Kecamatan Girimulyo. Hal ini dikarenakan lereng yang terjal dan tekstur tanah lempung. Masyarakat perlu mewaspadaikan aliran sungai yang berhulu dari Perbukitan Menoreh terutama jika terjadi hujan dengan intensitas tinggi.

Metode FFPI dapat digunakan sebagai metode untuk menentukan kerawanan banjir bandang di Perbukitan Menoreh karena sesuai dengan bukti yang ditemukan pada observasi di lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada keluarga besar Geo-Informasi Untuk Manajemen Bencana UGM Batch 10 atas bantuan kegiatan survei lapangan, sharing data dan bantuan teknis dalam pengolahan data.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adi, Seno. 2013. Karakterisasi Bencana Banjir Bandang di Indonesia. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia (2013). 15:42-51. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
2. Bemmelen, RW van. 1949. The Geology of Indonesia. Government Printing Office, The Hague
3. Imran, A.M. , Ramlan A., Arif S., Baja S., Paharuddin, Solle M. S., Alimuddin I., Sakka, Salman D. 2013. Kajian Naskah Akademik Master Plan Penanggulangan Risiko Bencana Banjir Bandang. Seminar Proceeding, Mataram, 8 - 10 Oktober 2013
4. Krudzlo, Raymond. 2010: Flash Flood Potential Index for the Mount Holly Hydrologic Service Area. Diakses pada tanggal 10 April 2015 pukul 17.15: http://www.state.nj.us/drbc/library/documents/Flood_Website/flood-warning/user-forums/Krudzlo_NWS.pdf
5. Smith, Greg. 2003. Flash Flood Potential: Determining the Hydrologic Response of FFMP Basins to Heavy Rain by Analyzing Their Physiographic Characteristics. Diakses pada tanggal 10 April 2015 pukul 18.30: http://www.cbrfc.noaa.gov/papers/ffp_wpap.pdf
6. University Corporation for Atmospheric Research. 2010. Flash Flood Early Warning System Reference Guide. Diakses pada tanggal 10 April 2015 pukul 19.00: http://www.meted.ucar.edu/communities/hazwarnsys/haz_fflood.php
7. Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana
8. Zog, Jeffrey dan Deitsch, Kevin. 2013. The Flash Flood Potential Index at WFO Des Moines, Iowa. National Weather Service

RISIKO BANJIR PADA LAHAN SAWAH DI SEMARANG DAN SEKITARNYA

Oleh:

Sri Hartini^{a,1,*}, M. Pramono Hadi^{b,1}, Sudibyakto^{b,2}, Aris Poniman^{a,2}

^aBadan Informasi Geospasial, Jl. Raya Jakarta – Bogor Km. 46, Cibinong 16911

^bFakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Sekip Utara Jalan Kaliurang, Bulaksumur, Yogyakarta, 55281
srihartini.bako@gmail.com

Abstrak

Lahan sawah di wilayah Semarang dan sekitarnya berada pada dataran rendah pesisir yang rawan banjir, baik yang disebabkan oleh curah hujan yang tinggi maupun rob. Analisis risiko banjir diperlukan karena banjir merupakan ancaman bagi lahan sawah. Banjir dapat menyebabkan berkurangnya produktivitas lahan sawah, bahkan lahan sawah akan rusak dan tidak dapat ditanami padi jika tergenang banjir secara permanen. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko banjir genangan pada lahan sawah berdasarkan kondisi bahaya dan kerentanannya. Lingkup penelitian mencakup analisis bahaya, kerentanan, dan risiko banjir genangan pada lahan sawah. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari peta Rupa Bumi Indonesia (RBI), peta Sistem Lahan, citra penginderaan jauh resolusi tinggi, data curah hujan, debit sungai, tinggi pasang air laut, data statistik Potensi Desa (PODES), data statistik pertanian dan laporan banjir. Analisis kerawanan banjir merupakan gabungan antara kerawanan banjir genangan yang disebabkan oleh hujan dan rob. Analisis kerentanan banjir menggunakan data statistik PODES 2008 dan laporan kejadian banjir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa banjir genangan rob merupakan ancaman dan berisiko pada pengurangan lahan sawah di wilayah ini. Selama periode 1994 - 2009 lahan sawah telah berkurang seluas 8.508,50 ha. Sebagian lahan sawah yang tergenang rob secara permanen telah dialihfungsikan ke penggunaan lain.

Kata Kunci: Banjir genangan, rob, sawah, risiko.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Lahan sawah mempunyai peranan strategis sebagai penghasil utama beras yang merupakan makanan pokok bagi sebagian besar penduduk Indonesia. Badan Pusat Statistik (BPS) secara berkelanjutan melaporkan bahwa Pulau Jawa merupakan wilayah sentra produksi beras nasional dengan kontribusi di atas 50% dari produksi padi secara nasional. Namun demikian, sebagian dari lahan sawah berada pada wilayah rawan banjir, diantara lahan sawah di Semarang dan sekitarnya. Ancaman banjir pada lahan sawah ini perlu diwaspadai karena dapat menyebabkan berkurangnya luas panen dan produksi beras. Luas sawah rawan banjir/genangan di Pulau Jawa mencapai 1.084.217 ha (30,3%), dan yang sangat rawan mencapai 162.622 ha (4,5%) (Ditlin Tanaman Pangan, 2007 dalam BAPPENAS, 2010).

Lahan sawah di pesisir utara Jawa Tengah yaitu di wilayah Semarang dan sekitarnya, terutama dari Kabupaten Kendal di sebelah barat hingga Kabupaten Demak di sebelah timur merupakan salah satu diantara lahan sawah yang rawan banjir genangan baik yang disebabkan oleh hujan lebat maupun pasang air laut (rob) (Marfai 2003; Suhelmi et al. 2010; Hartini et al. 2010). Terkait dengan permasalahan ini, (Marfai 2011) telah melakukan penelitian mengenai dampak rob terhadap ekologi, pertanian dan juga penduduk di wilayah genangan rob. Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini difokuskan pada risiko banjir genangan pada lahan sawah.

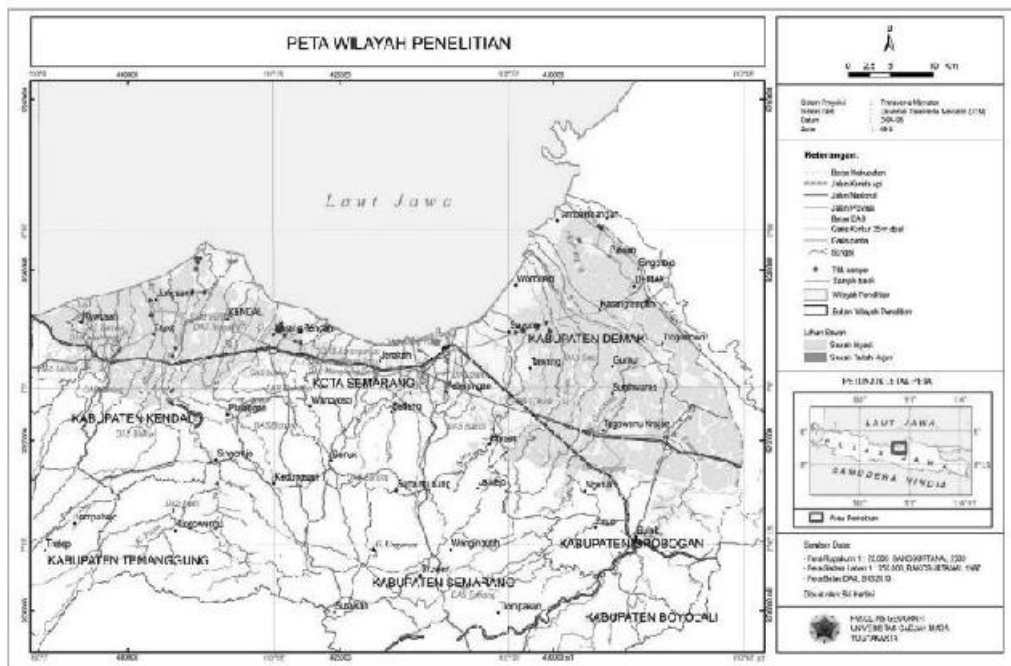
Manajemen risiko banjir genangan menjadi alternatif dalam upaya mengurangi risiko yang mungkin timbul dari setiap ancaman banjir. Dalam wacana penanganan bencana, ISDR (2004) menempatkan risiko dalam posisi sentral dengan merumuskan risiko sebagai faktor dari bahaya dan kerentanan dikurangi dengan kapasitas. Tinggi rendahnya risiko (*risk*) dari suatu bencana merupakan fungsi daribahaya (*hazard*) pada kondisi kerentanan (*vulnerability*) tertentu yang secara sendiri-sendiri atau bersama-sama dapat berubah sesuai dengan kemampuan bertahan (*resilience*) atau kapasitas (*capacity*) untuk menghadapi suatu kondisi

bahaya tertentu. Analisis risiko banjir pada lahan sawah ini pada penelitian ini menggunakan pendekatan kajian analisis kondisi fisik lahan dan hidrologi lahan yang didukung dengan analisis statistik dan *survey* lapangan. Banjir genangan di wilayah penelitian terjadi sebagai gabungan proses dari faktor penyebab banjir yaitu hujan dan pasang air laut dan faktor kondisi fisik lahan. Pemodelan risiko banjir dilakukan dengan mengidentifikasi tiga komponen risiko banjir yaitu bahaya, kerentanan dan keterpaparan banjir.

1.2. Lokasi Penelitian

Wilayah penelitian berada antara 109,99° BT – 110,75° BT dan 6,80° LS – 7,17° LS mencakup wilayah seluas 1.172,84km², dengan rincian Kabupaten Kendal 339,69km², Kabupaten Demak 471,87 km², Kota Semarang 143,8 km², Kabupaten Batang 23,5 km², Kabupaten Grobogan 190,5 km² dan Kabupaten Semarang 3,47 km² (Gambar 1).

Lokasi penelitian dipilih berdasarkan pertimbangan bahwa wilayah ini merupakan dataran pesisir di wilayah tropis basah yang khas dan rawan banjir genangan baik yang disebabkan oleh hujan maupun rob dan sebagian besar penutup lahannya merupakan lahan sawah. Kawasan pesisir di wilayah penelitian merupakan wilayah yang mengalami proses geomorfologi yang sangat kompleks seperti genangan rob, erosi, sedimentasi, kenaikan muka air laut dan penurunan tanah (*land subsidence*) (Marfai *et al.*, 2008). Sedimentasi di wilayah pesisir menyebabkan terjadinya beberapa bentuklahan diantaranya berupa bentuklahan delta yaitu Delta Sungai Bodri, Delta Sungai Garang dan Delta Sungai Wulan. Proses perubahan garis pantai dan perkembangan delta di pesisir utara Jawa masih terus berlangsung (Sardiyatmo 2004, Maulina 2010).



Gambar 1. Wilayah Penelitian dan Sebaran Sampel.

Penurunan tanah menjadi salah satu penyebab terjadinya banjir rob di wilayah penelitian. Penurunan tanah di Semarang bervariasi secara spasial antara 0,8 - 13,5 cm/tahun (Abidin *et al.*, 2010). Secara umum laju penurunan tanah semakin besar pada kawasan yang dekat dengan laut dengan laju penurunan tanah terbesar adalah di kawasan Pelabuhan Tanjung Emas yaitu bisa mencapai 14,2 cm/tahun (Ismanto *et al.*, 2009). Penurunan tanah ini meluas ke timur yaitu di wilayah Kabupaten Demak. Wilayah yang paling parah mengalami penurunan tanah adalah di Kecamatan Sayung yang mencapai 40 cm/tahun (Damaywanti, 2013). Wilayah pantai utara Jawa Tengah juga diindikasikan mengalami kenaikan muka air laut sebesar 5,43 cm/tahun (Wirasatriya *et al.*, 2006). Tinggi gelombang pasang di Laut Jawa berkisar antara 1,2 - 2 m.

Ditinjau dari kondisi curah hujan, wilayah penelitian di bagian barat lebih rawan dibandingkan wilayah timur ditunjukkan dari jumlah hari hujan dan curah hujan tahunan dan jumlah hujan pada bulan basah (Desember-Januari-Februari) yang secara konsisten lebih tinggi. Data curah hujan tahun 1999 - 2009 menunjukkan sebaran jumlah hari hujan rata-rata tahunan di daerah hulu lebih tinggi dibandingkan di dataran rendah, dengan dasarian terbasah yaitu pada dasarian Februari-1.

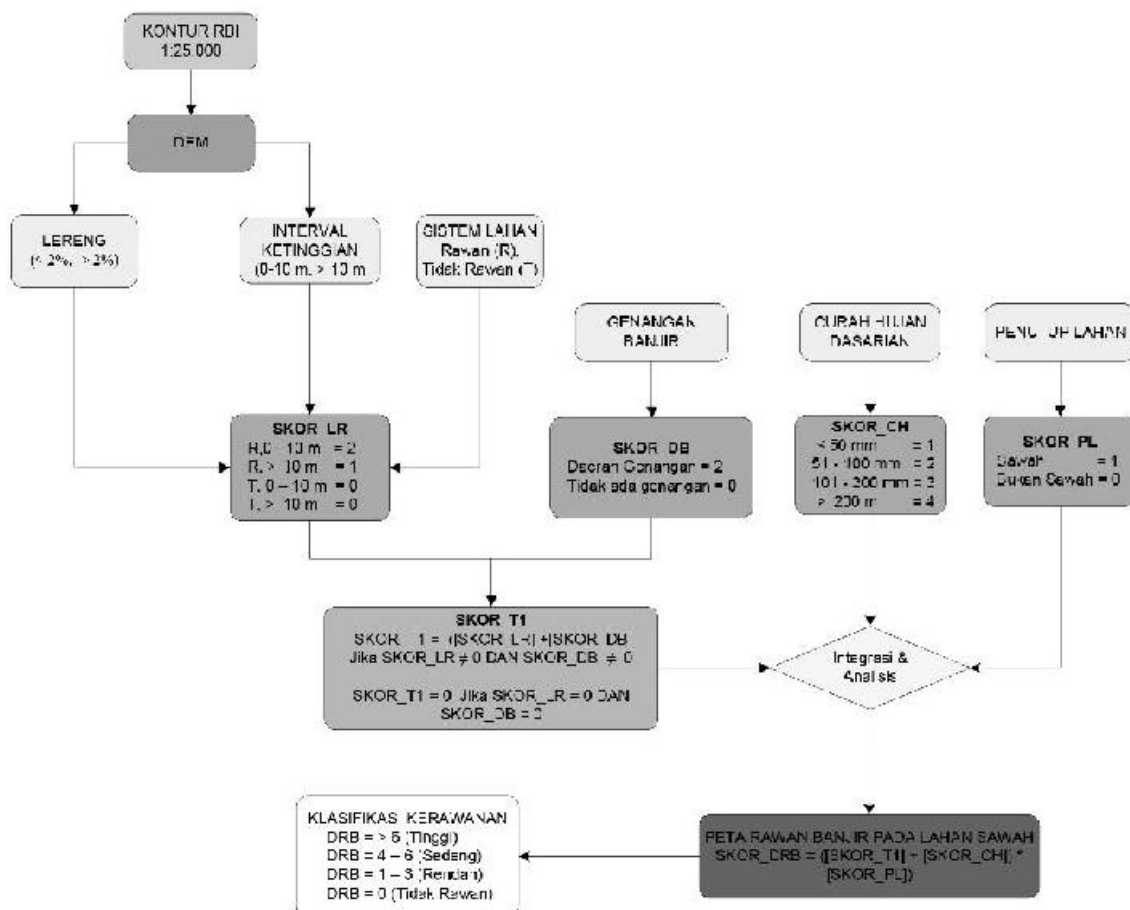
2. METODOLOGI

2.1 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Peta Rupabumi Skala 1: 25.000, citra penginderaan jauh resolusi tinggi (GeoEye-1, Quickbird, Worldview-2, IKONOS), Peta Sistem Lahan skala 1 : 250.000, data curah hujan harian, data pasang surut harian, data debit sungai harian, data statistik pertanian, data PODES 2008, dan data kejadian banjir. Peralatan yang digunakan berupa alat untuk pengumpulan dan analisis data. Alat survey lapangan terdiri dari: Kuesioner, *GPS Receiver*, *Voice recorder*, dan kamera. Peralatan pengolahan data terdiri dari: seperangkat komputer yang dilengkapi dengan *software ArcGIS*, *word processor* dan *spreadsheet*.

2.2. Analisis Kerawanan Banjir Genangan

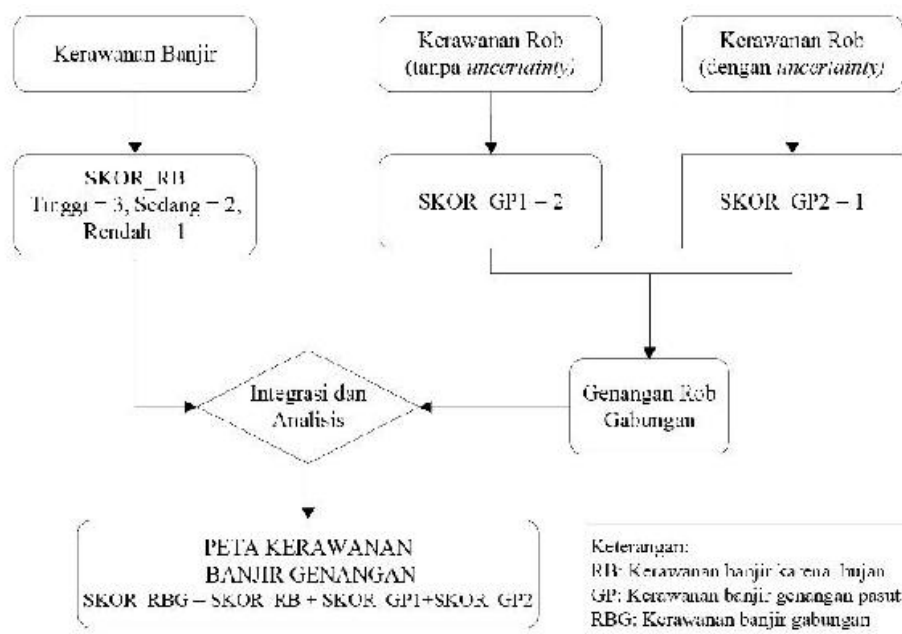
Analisis kerawanan banjir didasarkan pada analisis fisik lahan, curah hujan dan pasang air laut (rob), mencakup pemetaan kerawanan banjir, pemetaan kerawanan genangan rob dan pemetaan kerawanan gabungan antara banjir dan genangan rob. Metode pemetaan kerawanan banjir karena faktor hujan menggunakan metode yang dimodifikasi BAKOSURTANAL (2011), serta mempertimbangkan riwayat kejadian banjir. Modifikasi dilakukan pada skoring penutup lahan yaitu dengan memberikan skor 1 (sawah) dan 0 (non sawah) dan SKOR_LR dimana T = 2 (sangat rawan), seharusnya T = 0 (tidak rawan). Skor variabel penutup lahan dikalikan dengan skor variabel lain untuk mendapatkan daerah rawan banjir khusus pada lahan sawah (Gambar 2).



Gambar 2. Metode Pemetaan Kerawanan Banjir (Dimodifikasi Dari BAKOSURTANAL, 2011)

Pemetaan genangan rob dilakukan pada ketinggian pasang 150 cm dengan mempertimbangkan koneksi hidrologi (*hydrological connected water extent*) dan faktor ketidakpastian (*uncertainty*). Faktor ketidakpastian memberikan pengetahuan tentang kesalahan yang *inherent* pada data input untuk penilaian

bahaya genangan (Gesch 2012). Penelitian ini menggunakan data DEM hasil interpolasi garis kontur dan titik tinggi kontur dari peta RBI skala 1: 25.000 yang memiliki interval kontur 12,5 m dengan *Root Mean Square Error* (RMSE) pada LE 90 adalah ± 4 m, yang selanjutnya dipertimbangkan sebagai faktor *uncertainty* menggunakan metode interpolasi “*Topo to Raster*” pada *software* ArcGIS. Analisis kerawanan banjir genangan dilakukan dengan menggabungkan kedua peta kerawanan ini (Gambar 3). Penutup lahan sawah diperoleh dari peta RBI skala 1 : 25.000 (1994) dan hasil interpretasi citra resolusi tinggi (2010).



Gambar 3. Prosedur Penyusunan Peta Kerawanan Banjir Genangan.

2.3. Analisis Kerentanan dan Risiko Banjir Genangan

Kerentanan lahan sawah terhadap banjir genangan ditentukan dari faktor keterpaparan, sensitivitas dan kapasitasnya. Pendekatan yang digunakan untuk menilai kerentanan adalah dengan mengkaji kapasitas untuk mengurangi risiko secara fisik maupun sosial. Kerentanan wilayah terhadap bahaya banjir secara fisik telah tergambarkan pada peta kerawanan. Penilaian keterpaparan banjir fisik juga didasarkan pada pendataan bahaya banjir dari data PODES tahun 2008 dan laporan kejadian banjir. Penilaian kapasitas secara fisik dinilai berdasarkan ketersediaan sarana dan prasarana penanggulangan banjir, yang diasumsikan sama untuk seluruh wilayah. Analisis kerentanan dari faktor sosial dinilai berdasarkan kapasitas masyarakat dalam melakukan adaptasi terhadap bahaya banjir yang diperoleh dari survei lapangan dan wawancara. Data PODES juga menyediakan informasi terkait dengan kapasitas yaitu: ketersediaan pengamanan dini, perlengkapan keselamatan, gotong royong, penyuluhan dan sumber-sumber bantuan.

Cara menggabungkan data PODES ke dalam peta lainnya adalah dengan menambahkan data banjir pada data PODES sebagai atribut peta administrasi desa/kelurahan. Peta ini selanjutnya digabungkan dengan peta kerawanan banjir genangan untuk analisis risiko banjir.

Selanjutnya, analisis risiko banjir dilakukan dengan menggunakan indeks kerawanan banjir genangan yang diperoleh dari penggabungan peta kerawanan banjir dan genangan rob sebagai satuan unit analisis. Komponen bahaya pada analisis risiko ini adalah karakteristik proses dari banjir genangan yang disebabkan oleh hujan maupun rob yang menentukan tingkat kerawanan lahan sawah terhadap banjir genangan tersebut. Sementara itu, komponen kerentanan dibatasi pada kerentanan objek dalam risiko yaitu lahan sawah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kerawanan Banjir Genangan pada Lahan Sawah

Hasil pemetaan kerawanan banjir pada lahan sawah menunjukkan bahwa hampir seluruh lahan sawah pada dataran rendah berada pada kategori kerawanan tinggi dan sedang. Secara umum, wilayah dengan kerawanan banjir dan rob tinggi tersebar pada wilayah yang dekat dengan pantai. Wilayah bagian

barat yaitu Kabupaten Kendal dan Batang, didominasi dengan banjir yang disebabkan oleh hujan. Wilayah dengan kerawanan genangan rob tinggi sebagian besar berada di wilayah timur yaitu di Kabupaten Demak. Sawah dengan kerawanan tinggi tersebar pada dataran rendah dekat dengan pesisir. Peta kerawanan banjir menunjukkan bahwa hampir seluruh lahan sawah pada dataran rendah berada pada kategori kerawanan tinggi dan sedang. Lahan sawah dengan kerawanan tinggi tersebar pada dataran rendah dekat dengan pesisir. Faktor yang berpengaruh utamanya adalah topografi yang datar, elevasi yang rendah dan jenis tanah dengan tekstur halus.

Data penutup lahan sawah diperoleh dari peta RBI BAKOSURTANAL yang dipetakan dengan menggunakan foto udara tahun 1994 sehingga lahan sawah dari peta RBI adalah lahan sawah tahun 1994. Data lahan sawah yang lebih baru diperoleh dari hasil interpretasi citra satelit resolusi tinggi tahun perekaman 2008 - 2010, dalam hal ini disebut sebagai lahan sawah tahun 2010. Pemetaan lahan sawah 2010 juga dapat mengidentifikasi lahan sawah yang tergenang karena perbedaan rona atau warna pada citra satelit resolusi tinggi. Luas sawah pada masing-masing tingkat kerawanan disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Lahan sawah rawan banjir terluas adalah di Kabupaten Demak dan Kabupaten Kendal, berturut-turut mencapai 45,6% dan 31,2% dari luas sawah di daerah penelitian.

Tabel 1. Luas Lahan Sawah Tahun 1994 pada Masing-masing Tingkat Kerawanan Banjir

Kabupaten/Kota	Luas Sawah Berdasarkan Tingkat Kerawanan				
	(Ha)				(%)
	Tidak Rawan	Sedang	Tinggi	Jumlah	Rawan
Kab. Batang	1,66	359,57	1.202,13	1.563,36	2,4%
Kab. Demak	1,62	21.431,05	7.825,11	29.257,78	45,6%
Kab. Grobogan	0,92	11.555,97		11.556,89	18,0%
Kab. Kendal	79,36	9.129,04	10.893,10	20.101,50	31,2%
Kab. Semarang	4,08	89,14		93,22	0,1%
Kota Semarang	17,58	1.327,17	224,02	1.568,77	2,4%
Jumlah	105,22	43.891,94	20.144,35	64.141,52	

Sumber: Hasil analisis

Tabel 2. Luas Lahan Sawah Tahun 2010 Pada Masing-masing Tingkat Kerawanan Banjir

Kabupaten/Kota	Luas Sawah Berdasarkan Tingkat Kerawanan					Sawah tergenang (Ha)
	(Ha)				(%)	
	Tidak Rawan	Sedang	Rawan	Jumlah	(%)	
Kab. Batang	1,19	325,35	1125,65	1452,19	2%	
Kab. Demak	1,11	21220,92	7061,91	28283,94	38%	4206,18
Kab. Grobogan	3,78	13604,39		13608,17	21%	
Kab. Kendal	3,37	8546,00	10357,85	18907,23	26%	338,02
Kab. Semarang	0,72	864,08	216,31	1081,12	1%	
Kota Semarang	0,12	140,55		140,67	0%	40,39
Jumlah	10,30	44701,29	18761,73	63473,31		4584,59

Sumber: Hasil analisis

Hasil pemetaan genangan pasut disajikan pada Tabel 3. Luas penutup lahan sawah pada genangan pasut GP1 lebih kecil dibandingkan dengan luas lahan tambak. Luas penutup lahan tambak pada peta genangan GP2 pada tahun 1994 maupun tahun 2010 lebih luas dibandingkan dengan luas tambak pada peta GP1, menunjukkan bahwa faktor uncertainty sangat penting dipertimbangkan dalam pemetaan genangan pasut. Jika faktor *uncertainty* tidak dipertimbangkan (digunakan) maka wilayah genangan yang terpetakan lebih kecil (*under estimate*) dari yang seharusnya, terbukti dengan lahan tambak yang belum tercakup pada peta GP1. Lahan tambak merupakan indikator genangan pasut karena keberadaannya sangat tergantung pada genangan pasut.

Tabel 3. Luas Penutup Lahan Pada Wilayah Genangan Rob

Jenis Penutup Lahan	Luas Penutup Lahan RBI (1994) Pada Lahan Tergenang (Dalam Ha)		Luas Penutup 2010 Pada Lahan Tergenang (Dalam Ha)		Perubahan Luas Penutup Lahan dan Lahan Tergenang (Dalam Ha)		
	GP2	GP1	GP2	GP1	GP2	GP1	Perubahan
Tambak	8.595,29	6.358,27	11.045,47	7.415,80	2.450,18	1.057,53	Bertambah
Lahan belum terbangun	4.004,81	1.533,81	3.402,03	1.074,83	-602,78	-458,97	Berkurang
Lahan terbangun	9.426,80	2.860,90	10.512,31	3.667,41	1.085,51	806,51	Bertambah
Sawah	31.246,50	5.951,26	29.163,76	4.648,74	-2.082,7	-1.302,52	Berkurang
Tegalan	3.696,46	1.276,60	1.941,41	451,29	-1.755,1	-825,31	Berkurang
Tubuh air	1.019,91	708,06	1.989,16	1.490,80	969,25	782,74	Bertambah
Jumlah	57.989,78	18.688,90	58.054,15	18.748,88			

Sumber: Hasil Analisis

3.2. Kerentanan dan Risiko Banjir Genangan pada Lahan Sawah

Pemetaan kerentanan lahan sawah terhadap banjir genangan merupakan gabungan antara variabel keterpaparan dan kapasitas. Data keterpaparan diperoleh dari data PODES yang tersedia untuk seluruh wilayah dan data laporan kejadian banjir untuk sebagian wilayah Kabupaten Kendal. Variabel kapasitas fisik berupa infrastruktur pengendali banjir tersedia untuk seluruh wilayah dan diasumsikan memiliki kapasitas yang sama.

Laporan kejadian banjir yang berhasil dihimpun adalah kejadian banjir di wilayah Kabupaten Kendal antara tahun 2002 - 2009 mencatat 8 (delapan) kali kejadian banjir. Wilayah yang terkena banjir di Kabupaten Kendal mencakup Kecamatan Cepiring, Juwiring, Sidomulyo, Kangkung, Jungsemi, Gemuh, Rowosari, dan Weleri (banjir dilaporkan menurut unit administrasi desa). Banjir paling sering terjadi pada bulan Februari. Genangan banjir bervariasi antara 6 jam hingga 72 jam, dengan tinggi genangan antara 30 - 250 cm. Genangan banjir terlama terjadi pada 8 Februari 2009 dengan lama banjir mencapai 72 jam, dan Genangan tertinggi mencapai 250 cm terjadi pada 22 Januari 2002.

Masyarakat petani melakukan adaptasi guna mengurangi risiko kerugian karena banjir sesuai dengan persepsi dan kapasitasnya dengan melakukan pengaturan pola tanam, pengaturan waktu tanam, cara bercocok tanam, dan pemilihan komoditi tanaman. Adaptasi yang dilakukan masyarakat ini meningkatkan ketahanan masyarakat dalam menghadapi risiko banjir genangan, namun tidak meningkatkan ketahanan terhadap lahan sawahnya. Adaptasi merupakan proses panjang untuk mengurangi risiko sesuai dengan kondisi bahaya sehingga tidak selayaknya diperbandingkan mana yang lebih baik atau lebih tepat.

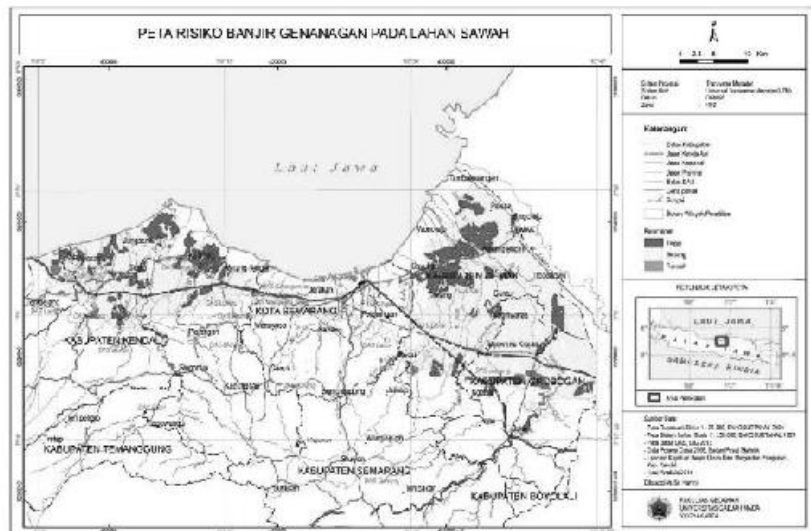
3.3. Analisis Risiko Banjir Genangan Pada Lahan Sawah

Peta risiko banjir pada Gambar 4 menunjukkan wilayah penelitian terbagi dalam dua kelas risiko yaitu sedang dan tinggi. Lahan sawah yang digambarkan pada peta risiko banjir ini adalah lahan sawah hasil pemetaan 2010. Luas lahan sawah pada masing-masing tingkat risiko dapat dilihat pada Tabel 4. Lahan sawah dengan tingkat risiko sedang mendominasi wilayah penelitian (73%) dan tersebar merata di seluruh wilayah penelitian. Luas lahan sawah dengan risiko rendah dan tinggi masing-masing mencakup 4% dan 23% luas sawah di daerah penelitian. Hasil pemetaan risiko banjir menunjukkan sebagian besar lahan sawah berada pada tingkat risiko sedang (73%) dan tinggi (23%). Selama periode 1994 - 2009 lahan sawah telah berkurang seluas 8.508,50 ha.

Lahan sawah dengan tingkat risiko tinggi tersebar pada bagian hilir dekat dengan pantai. Lahan sawah dengan tingkat risiko tinggi sebagian besar berada pada wilayah dengan kerawanan genangan rob tinggi, mengindikasikan dominasi faktor elevasi dan topografi serta genangan rob sebagai penentu tingkat risiko. Lahan sawah pada kategori risiko tinggi baik di Kabupaten Kendal maupun Kabupaten Demak sebagian telah tergenang secara permanen dan sawah tidak dapat berfungsi lagi sebagai lahan pertanian untuk bercocok tanam padi ataupun palawija. Wilayah ini merupakan wilayah dengan kerawanan genangan rob tinggi.

Analisis perubahan penutup lahan sawah menunjukkan adanya pengurangan lahan sawah yang bervariasi di setiap kabupaten. Lahan sawah yang berubah ke peruntukan lain dari 1994 - 2010 mencapai 8.508,5 ha. Lahan sawah yang mengalami perubahan peruntukan terluas terjadi di Kabupaten Kendal mencapai 3.662,2 ha dan di Kabupaten Demak mencapai 3.649,9 ha. Lahan sawah telah berubah menjadi

lahan belum terbangun (kebun, semak belukar, lahan kosong), lahan terbangun (permukiman, industri, jasa), tegalan, empang dan tubuh air. Terkait dengan permasalahan ketahanan pangan, perubahan lahan sawah menjadi lahan belum terbangun dan tegalan masih dapat diharapkan dapat menyumbang produksi bahan pangan seperti palawija dan tanaman hortikultura. Perubahan lahan sawah menjadi lahan terbangun mencapai 3.333,84 ha, sebagian besar berasal dari lahan sawah yang tidak rawan banjir. Sebagian lahan sawah yang tergenang rob secara permanen telah



Gambar 4. Peta Risiko Banjir pada Lahan Sawah daerah penelitian

Gambar 4. Peta Risiko Banjir pada Lahan Sawah Daerah Penelitian.

dialihfungsikan ke penggunaan lain. Lahan sawah yang mengalami perubahan peruntukan terluas terjadi di Kabupaten Kendal mencapai 3.662,2 ribu ha dan di Kabupaten Demak mencapai 3.649,9 ha. Sementara itu lahan sawah yang berubah menjadi empang atau tambak yang terluas adalah di Kabupaten Demak mencapai 1.515,59 ha dan di Kabupaten Kendal seluas 546,44 ha. Perubahan lahan sawah menjadi tambak juga memberi peluang untuk diversifikasi bahan pangan dan peningkatan penghasilan bagi petani.

Tabel 4. Luas Lahan Sawah pada Masing-masing Tingkat Risiko Banjir Genangan

Kabupaten/Kota	Luas Sawah Berdasarkan Tingkat Kerawanan (Ha)			
	Rendah	Sedang	Tinggi	Jumlah
Kab. Batang	352,88	839,71	259,60	1.452,19
Kab. Demak	131,10	20.353,00	7.630,05	28.114,15
Kab. Grobogan	1.556,70	11.371,21	473,24	13.401,14
Kab. Kendal	259,04	12.709,12	5.889,71	18.857,88
Kab. Semarang	99,18	41,49		140,67
Kota Semarang	154,26	819,76	93,23	1.067,26
Jumlah	2.553,17	46.134,30	14.345,83	63.033,29

Sumber: Hasil analisis

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah bahwa banjir genangan pada lahan sawah di daerah penelitian disebabkan oleh curah hujan yang tinggi dan rob. Secara fisik, kerawanan banjir genangan dikontrol oleh bentuklahan pada kemiringan lereng 0 - 2% dan elevasi yang rendah, kurang dari 10 m dpal. Kerawanan banjir tinggi tersebar pada bentuklahan kipas aluvial, dataran banjir, tanggul alam, rawa belakang, delta, estuari dan rataan pasang surut yang tergenang secara musiman dan permanen. Lahan sawah dengan tingkat risiko tinggi tersebar pada bagian hilir dekat dengan pantai. Lahan sawah dengan tingkat risiko tinggi sebagian besar berada pada wilayah dengan kerawanan genangan rob tinggi, mengindikasikan dominasi faktor elevasi dan topografi serta genangan rob sebagai penentu tingkat risiko. Beberapa lahan sawah dengan risiko banjir tinggi yang berada jauh dari pantai tersebar pada wilayah yang merupakan cekungan dan dataran banjir yang dekat dengan sungai. Lahan sawah dengan risiko banjir genangan terluas, adalah di Kabupaten Demak 28.114,15 ha (44%) dan di Kabupaten Kendal 18.857,88 ha (30%). Banjir genangan pada lahan sawah di daerah penelitian yang disebabkan oleh faktor iklim (hujan)

terjadi pada sekitar dasarian Februari I, yang merupakan waktu terjadinya hujan paling tinggi yaitu antara 56 - 298 mm. Curah hujan di wilayah bagian barat (Kabupaten Kendal) lebih tinggi dibandingkan di wilayah timur (Kabupaten Demak dan Kabupaten Grobogan).

Banjir genangan yang disebabkan oleh pasut telah mengakibatkan lahan sawah tergenang secara periodik. Sawah yang tergenang pasut secara permanen tidak dapat digunakan untuk bercocok tanam lagi, sehingga luas lahan sawah menjadi berkurang. Selama kurun waktu sekitar 15 tahun (1994 - 2009) telah mencapai 5.630,4 ha (18%) dari lahan sawah pada wilayah genangan pasut yaitu seluas 31.267,54 ha. Perubahan lahan sawah menjadi tambak dan lahan terbangun adalah yang terluas, masing-masing mencapai 2.254,71 ha (7%) dan 1.610,49 ha (5%). Adaptasi yang dilakukan masyarakat berupa pengaturan pola tanam, pengaturan waktu tanam dan pemilihan jenis komoditas dapat meningkatkan ketahanan masyarakat dalam menghadapi risiko banjir genangan, namun tidak meningkatkan ketahanan lahan sawah dari banjir genangan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada para pimpinan di Badan Informasi Geospasial yang telah memberikan fasilitas dan keleluasaan untuk melakukan penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada rekan-rekan yang telah membantu dalam pengolahan data ataupun berbagi pengetahuan selama pelaksanaan penelitian antara lain Prita Brada Bumi, Iman Sadesmesli, Putri Meisarrah, Masduki, Abdul Jamil, Fredy Candra Satya Rosaji, B. Warsini Handayani, Erna Noor Indahsari dan semua pihak yang telah membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abidin, H.Z., Andreas, H., Gumilar, I., Sidiq, T.P., Gamal, M., and Murdohardono, D., 2010. Studying Land Subsidence in Semarang (Indonesia) Using Geodetic Methods Studying Land Subsidence in Semarang (Indonesia) Using Geodetic Methods. In: FIG Congress 2010, Facing the Challenges - Building the Capacity. 11-16.
2. BAKOSURTANAL, 2011. Basisdata Rawan Banjir, Pusat Survei Sumberdaya Alam Darat, BAKOSURTANAL, Cibinong.
3. BAPPENAS., 2010. Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap (ICCSR) - Sektor Pertanian. Jakarta.
4. Damaywanti, K., 2013. Dampak Abrasi Pantai terhadap Lingkungan Sosial (Studi Kasus di Desa Bedono, Sayung Demak). In: Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. 363-367.
5. Gesch, D.B., 2012. Elevation Uncertainty in Coastal Inundation Hazard Assessments. In: D.S. Cheval, ed. Natural Disasters. InTech.
6. Hartini, S., Poniman, A., Darmawan, M., Sofian, I., Suprajaka, Suryanta, J., . . . Aswelly, 2010. Evaluasi Adaptasi Daerah Rentan Banjir Untuk Kawasan Pertanian Pantura Dengan Pendekatan Geospasial, BAKOSURTANAL.
7. ISDR, 2004. Terminology: Basic terms of disaster risks reduction. Diakses dari: http://www.unisdr.org/files/7817_7819isdrterminology11.pdf. [12/08/2010].
8. Marfai, M.A., 2011. Impact of coastal inundation on ecology and agricultural land use case study in central Java, Indonesia. *Quaestiones Geographicae*.
9. Marfai, M.A., Almohammad, H., Dey, S., Susanto, B., and King, L., 2008. Coastal dynamic and shoreline mapping : multi-sources spatial data analysis in Semarang Indonesia. *Environmental Monitoring and Assesment*, (142), 297-308.
10. Marfai, M. A., 2003. GIS Modelling of River and Tidal Flood Hazards in a Waterfront City Case study : Semarang City, Central Java, Indonesia. Thesis: ITC, The Netherlands. Diakses dari http://www.itc.nl/library/Papers_2003/msc/ereg/marfai.pdf. [05/01/2009].
11. Maulina, N., 2010. Shoreline Change Analysis and Prediction; an Application of Remote Sensing and GIS. Thesis: Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia.
12. Sardiyatmo, 2004. Kajian Perubahan Garis Pantai Semarang dengan Foto Udara dengan Pankromatik Hitam Putih. *Ilmu Kelautan*, 9 (September), 160-168.
13. Suhelmi, I. R., Fahrudin, A., and Yulianda, F., 2010. Dynamic Model of Flood and Tidal Inundation Vulnerability in Lowlying Area, Case Study at Semarang. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 16 (Agustus), 56-66.
14. Wirasatriya, A., Hartoko, A., and Suripin, 2006. Kajian kenaikan muka laut sebagai landasan penanggulangan rob di pesisir kota semarang. *Jurnal Pasir Laut*, 1 (2), 31-42.

BAGIAN V
CUACA DAN
GELOMBANG
EKSTREM

IDENTIFIKASI SEBARAN SPASIAL DAERAH YANG RENTAN TERHADAP WATER-RELATED DISASTER BERDASARKAN PROYEKSI CURAH HUJAN DAMPAK PERUBAHAN IKLIM DI DAS PROGO HULU

Oleh:

**Slamet Suprayogi^{a,1}, Vera Arida^{b,1}, Tika Rahayu Sasongko^{b,2,*}, Ahmad Cahyadi^{a,2},
Tommy Andryan Tivianton^{a,3}, Ahdi Ahmad Fajri^{a,4}**

^aFakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Sekip Utara Jalan Kaliurang, Bulaksumur,
Yogyakarta, 55281

^bMagister Manajemen Bencana, Universitas Gadjah Mada, Jl. Teknik Utara, Pogung, Sleman,
Yogyakarta, 55281

*tika.r.sasongko@gmail.com

Abstrak

Implikasi pada perubahan iklim berpengaruh terhadap kenaikan temperatur, tekanan, kelembapan, curah hujan dan parameter iklim lainnya. Penelitian ini memfokuskan kepada proyeksi parameter iklim berupa curah hujan di DAS Progo Hulu, dikarenakan curah hujan memiliki keragaman yang cukup besar dalam ruang dan waktu. Proyeksi curah hujan disini dilakukan sebagai upaya awal mitigasi bencana yang merupakan implikasi dari perubahan iklim. Proyeksi curah hujan disajikan dalam bentuk spasial untuk melihat sebaran daerah yang rentan terhadap bencana-bencana yang berasosiasi dengan curah hujan. Metode yang digunakan untuk pemodelan perubahan iklim adalah metode HadCM3 yang dikeluarkan di Inggris. Skenario emisi yang digunakan adalah skenario emisi A2 dan B2. Skenario B2 dianggap sebagai skenario dasar yang di dalamnya terdapat penanganan lingkungan lokal yang berkelanjutan dan disimulasikan. Skenario A2 ditandai dengan peningkatan jumlah penduduk tinggi dan pertumbuhan ekonomi rendah. Proyeksi curah hujan menghasilkan data curah hujan mulai dari tahun 2011 hingga tahun 2100. Berdasarkan hasil pemodelan yang telah dilakukan, diketahui bahwa 8 dari 10 stasiun hujan menunjukkan tren curah hujan yang meningkat, sedangkan 2 stasiun lainnya yaitu Parakan dan Kintelan menunjukkan tren yang menurun. Curah hujan bulanan yang tertinggi pada tahun 2100 dengan skenario B2 (dasar) terdapat pada stasiun Magelang sebesar 1173.38 mm terjadi pada bulan Desember, sedangkan untuk skenario A2 sebesar 1923.8 mm terjadi pada bulan Februari. Sebaran spasial menunjukkan pola yang relatif serupa untuk kedua skenario (A2 dan B2). Dilihat pada tiga periode iklim, curah hujan tinggi konsisten berada di wilayah Barat DAS Progo Hulu (Stasiun Kaliangkrik, Magelang).

Kata kunci: Proyeksi curah hujan, perubahan iklim, sebaran spasial, HadCM3, DAS Progo Hulu.

1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim telah menyebabkan banyak dampak negatif bagi kehidupan manusia (Ratag, 2008). Perubahan iklim juga mempengaruhi variabilitas hujan di berbagai belahan bumi. *Trend* peningkatan curah hujan dilaporkan terjadi di Argentina (Viglizzo et al., 1995) serta di Australia dan Selandia Baru (Plummer et al., 1999). Selain peningkatan curah hujan, perubahan iklim juga mempengaruhi terjadinya *trend* penurunan curah hujan dan menyebabkan terjadinya kekeringan di Iran (Marsoudi dan Afrough, 2011), Afrika (Mason, 1996), dan Cina (Zhai et al., 1999). Untuk wilayah Indonesia sendiri, sebagian besar wilayah Sumatera mengalami keterlambatan awal musim hujan 10 hingga 20 hari dan awal musim kemarau mengalami keterlambatan 10 hingga 60 hari (Naylor, 2007). Untuk mengurangi risiko dampak negatif dari perubahan iklim diperlukan upaya penanggulangan, diantaranya dengan melakukan prediksi dampak perubahan iklim pada masa mendatang di tingkat lokal sehingga upaya adaptasi dan mitigasi yang dilakukan dapat disusun dengan lebih baik.

Pada tahun 2000 *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) menyusun skenario kondisi iklim berdasarkan kondisi emisi gas rumah kaca (GRK). Skenario yang disusun oleh IPCC dipublikasikan dalam *Special Report on Emission Scenario* (SRES). Skenario emisi yang sering digunakan adalah skenario A2 dan B2 (WWF dan ITB, 2007; Kurniawan dkk, 2009). Skenario A2 yang ditandai dengan peningkatan jumlah penduduk tinggi dan pertumbuhan ekonomi rendah akan menghasilkan peningkatan temperatur di Indonesia akan mencapai lebih 3 °C pada Tahun 2100. Berbeda dengan A2, Skenario B2 dianggap sebagai skenario dasar (*reference scenario*) yang menghasilkan proyeksi temperatur maksimum sebesar 1.4 °C pada Tahun 2050 dan selanjutnya meningkat sampai dengan 2.6 °C pada tahun 2100.

Model HadCM3 dikembangkan dengan melakukan perhitungan pada tiap grid dengan resolusi lintang dan bujur 3.75° x 2.5° (Collins *et al.*, 2000). Model HadCM3 mampu menentukan interaksi atmosfer dan lautan untuk skala waktu harian dalam jangka waktu yang panjang (Johns *et al.*, 2003). Pemanfaatan model yang dikembangkan pada Hadley Climate Center di Kantor Meteorologi Inggris ini untuk DAS Progo Hulu (khususnya curah hujan pada periode Tahun 2011-2040, Tahun 2041-2070 dan Tahun 2071-2100) diharapkan dapat digunakan untuk mengetahui dampak perubahan iklim pada masa mendatang di tingkat lokal, sehingga dapat disusun rencana mitigasi dampak perubahan iklim untuk mengurangi risiko yang mungkin timbul di masa mendatang.

Pemilihan curah hujan sebagai variabel yang diteliti dikarenakan di antara parameter iklim, curah hujan (presipitasi) merupakan salah satu parameter terpenting dalam bidang meteorologi, khususnya di Indonesia sebagai salah satu daerah tropis. Hal ini disebabkan posisi Indonesia berada pada wilayah yang memiliki penyinaran matahari yang lebih dominan dari wilayah lintang yang lebih tinggi (Susandi dkk, 2008). Curah hujan juga merupakan salah satu unsur cuaca yang memiliki keragaman yang besar dalam ruang dan waktu. Keragaman menurut ruang dipengaruhi oleh letak topografi (lautan dan benua), topografi, ketinggian tempat, arah angin umum dan letak lintang. Keragaman curah hujan juga terjadi secara lokal di suatu tempat, yang disebabkan oleh adanya perbedaan kondisi topografi, seperti adanya bukit, gunung atau pegunungan, yang menyebabkan hujan terjadi dengan tidak merata (Asdak (1995, Tanjung, 2011)).

2. METODE

2.1. Data yang Digunakan

Data, jenis data, dan sumber data yang digunakan dalam penelitian disajikan pada Tabel 1.

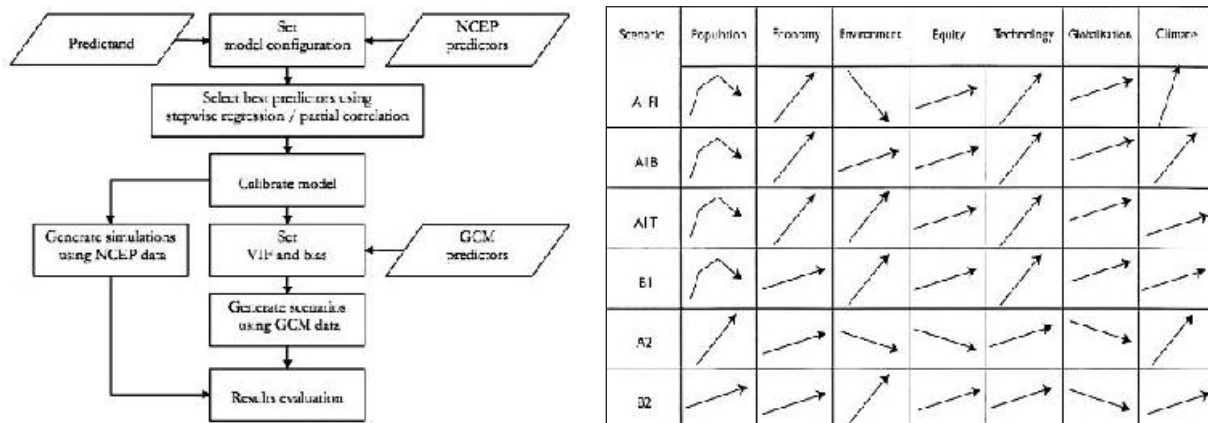
Tabel 1. Data, jenis Data dan Sumberdata dalam Penelitian

Jenis Data	Keterangan	Sumber Data	Digunakan untuk
Curah Hujan Harian	Tahun 1971-2001	BMKG DIY dan PSDA Progo Hulu-Oya	<i>Predictant file</i> untuk Downscaling
<i>General Circulation Model</i>	Tahun 1961-2099 Grid DAS Progo Hulu HadCM3 Skenario A2 dan B2 <i>climate model</i>	http://www.cccsn.ca	<i>Input</i> untuk Downscaling
NCEP/ NCAR <i>Reanalysis</i>	Tahun 1961-2000 Skenario A2 dan B2	http://www.ncep.noaa.gov	<i>Input</i> untuk Downscaling

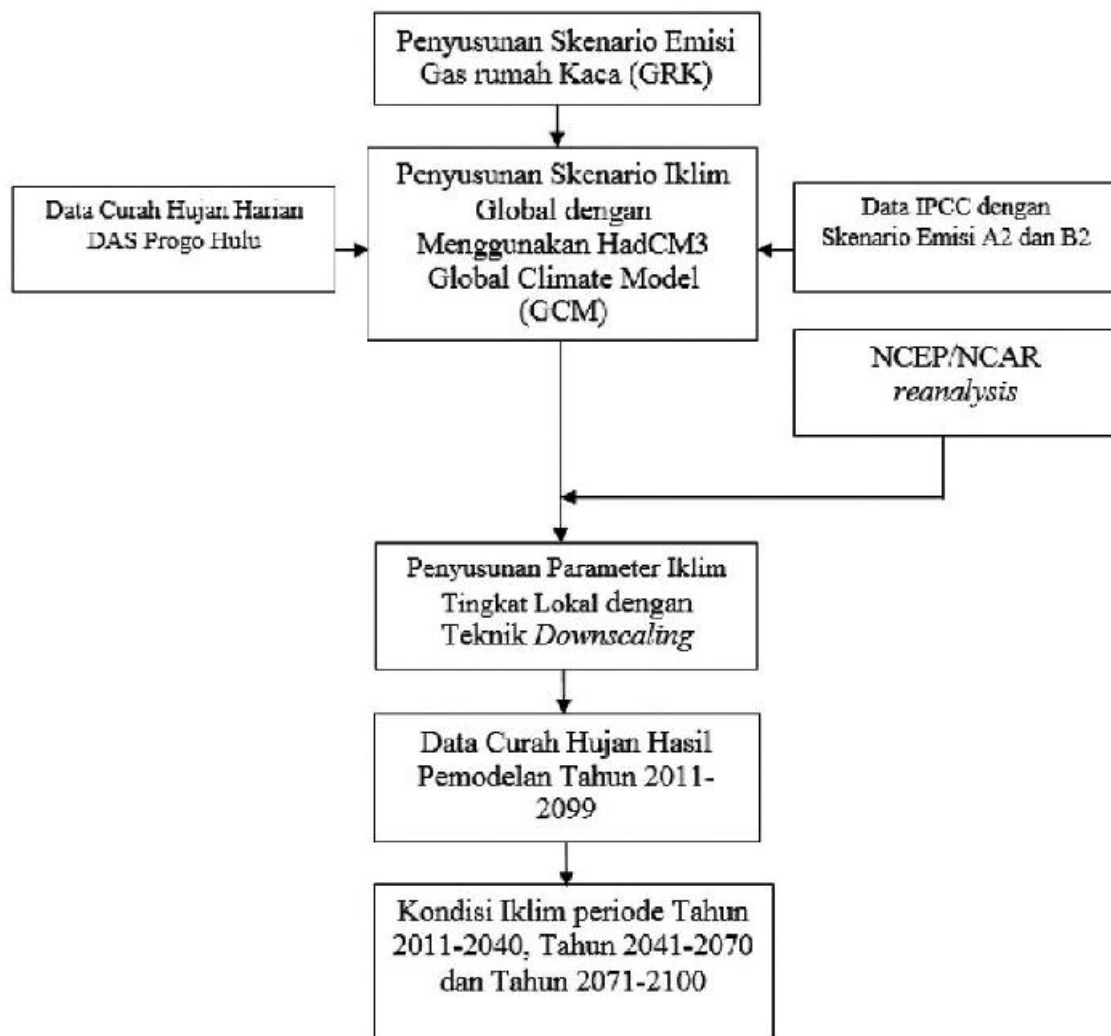
2.2. Pemodelan Iklim

Nilai kondisi iklim masa depan diperoleh didasarkan pada *Global Circulation Model* (GCM). Model GCM menggunakan model HadCM3 yang dikeluarkan oleh UK Hadley Centre. Namun, dengan grid sebesar 2.5° x 3.75°, model yang dihasilkan cukup kasar (O'Hare *et al.*, 2005). Konversi hasil GCM ke dalam resolusi yang lebih halus menggunakan teknik *downscaling* (Wilby *et al.*, 2008).

Teknik *downscaling* yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan ASD (*An automated regression based statistical downscaling model*) (Hessami *et al.*, 2008). ASD merupakan model *downscaling* berbasis Software MATLAB (Hessami *et al.*, 2007). Dalam *downscaling* data pengamatan dalam skala besar berasal dari data *National Centre for Environmental Protection* (NCEP). Data ini merupakan kumpulan data yang digunakan bersama dengan data observasi untuk memvalidasi dan mengkalibrasi hasil prediksi dari GCM (Kistler *et al.*, 2001). Gambaran skema prediksi dengan GCM dan NCEP untuk menghasilkan nilai skenario kondisi iklim dapat dilihat pada Gambar 1. Skenario emisi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi skenario A2 dan B2. Perbedaan dari kedua skenario ini dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 1. Skema Proses Downscaling Dengan ASD (Hessami et al., 2007)
 Tabel 2. Representasi Kualitatif Perubahan Indeks Kunci SRES.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

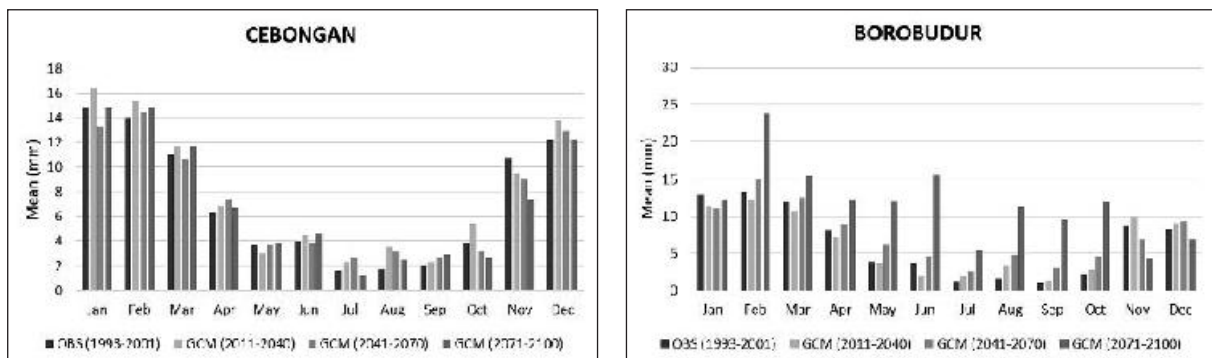
3.1. Hasil Pemodelan Iklim Tahun 2011-2100 di DAS Progo Hulu

3.1.1. Hasil Pemodelan dengan Skenario Emisi A2

a. Pola Perubahan Hujan Rerata Harian

Kajian pemodelan iklim menggunakan skenario iklim HadCM3 dengan skenario A2 menghasilkan karakteristik curah hujan harian yang bervariasi pada 10 pos hujan di DAS Progo Hulu. Beberapa stasiun memiliki pola yang mirip, dimana pada bulan Juni, Juli, Agustus dan September curah hujan cenderung rendah dan mulai terjadi peningkatan curah hujan pada bulan November hingga mencapai puncaknya pada bulan Februari atau Maret (Gambar 3). Stasiun yang memiliki pola seperti ini yaitu Babadan, Cebongan, Dukun, Jumprit, Kaliangkrik, Kalijoho, Kintelan, Magelang dan Parakan. Mengingat kondisi hujan telah berlangsung mulai November dan puncak hujan terjadi pada bulan Januari dan Februari, maka pada wilayah tersebut akan memiliki kerawanan terhadap banjir yang tinggi pada bulan Januari dan Februari.

Kondisi berbeda ditemukan pada Stasiun Borobudur (Gambar 3) dimana curah hujan pada musim kemarau mengalami kenaikan dari periode iklim 2050-an ke 2070-an, sedangkan pada musim penghujan curah hujan cenderung berkurang. Kondisi ini secara hidrologi sangat baik, mengingat hujan akan terdistribusi secara temporal dengan baik. Artinya, pada saat musim hujan yang sering terjadi banjir curah hujan menurun sehingga kerawanan banjir menjadi lebih kecil, dan di sisi yang lain pada musim kemarau di mana hujan biasanya sangat sedikit menjadi bertambah.



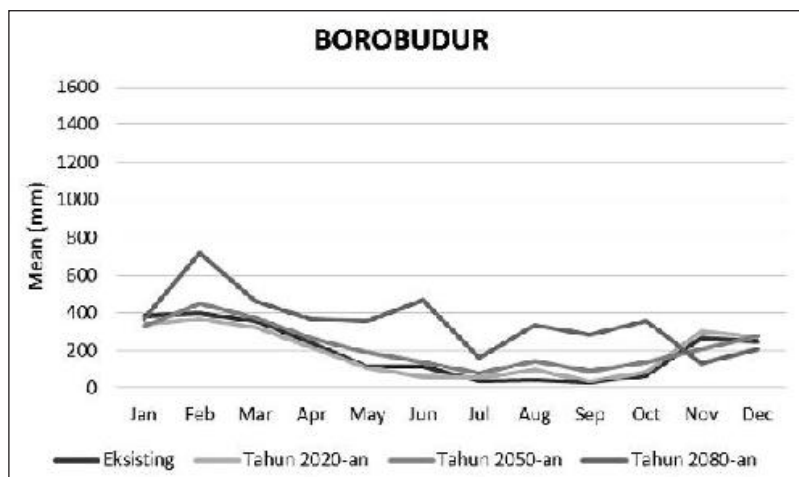
Gambar 3. Perubahan Rerata Hujan Harian di Stasiun Cebongan dan Borobudur Dengan Skenario Emisi A2.

b. Pola Perubahan Hujan Rerata Bulanan

Hasil kajian perubahan iklim dengan skenario emisi A2 menghasilkan data tentang dampak perubahan iklim terhadap rerata curah hujan bulanan yang berbeda-beda pada stasiun-stasiun kajian. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada skenario emisi A2 curah hujan bulanan cenderung meningkat (Gambar 4), hanya beberapa stasiun yang tidak mengalami hal demikian, yaitu stasiun Cebongan, Jumprit, Kintelan dan Parakan. Secara hidrologis, kenaikan curah hujan bulanan pada bulan-bulan penghujan tentunya akan memperbesar kerawanan terhadap bencana banjir di masa mendatang. Proyeksi hujan rerata bulanan tertinggi pada tahun 2100 terjadi pada bulan Februari di stasiun Babadan yaitu sebesar 1923,8 mm. Stasiun Borobudur, Dukun, dan Kalijoho juga menghasilkan nilai hujan rerata bulanan tertinggi pada bulan Februari yaitu sebesar 1229,7 mm; 922,98 mm; 428,79 mm. Sedangkan stasiun Cebongan, Kaliangkrik, Kintelan dan Magelang memiliki nilai hujan rerata bulanan tertinggi pada bulan Januari yaitu sebesar 505,27 mm; 792,59 mm; 533,47 mm; 1057,2 mm.

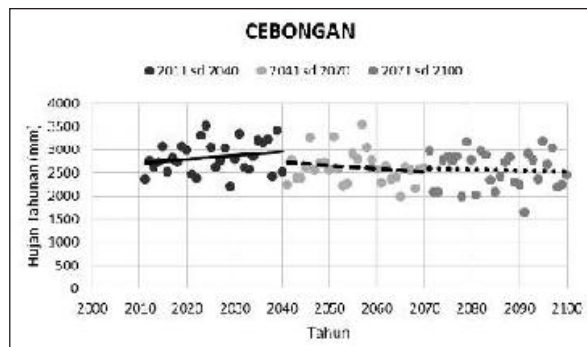
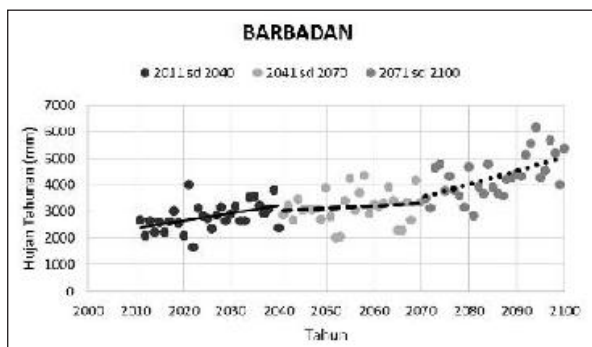
c. Pola Perubahan Hujan Tahunan Hasil Prediksi Pemodelan Iklim

Hasil pemodelan iklim dengan menggunakan skenario emisi A2 menunjukkan pengaruh yang berbeda-beda. Beberapa stasiun mengalami *trend* kenaikan seperti Stasiun Babadan, Borobudur, Dukun, Jumprit, Kaliangkrik dan Magelang, sedangkan stasiun lainnya menunjukkan *trend* penurunan jumlah hujan tahunan seperti Stasiun Cebongan, Kalijoho, Kintelan dan Parakan.

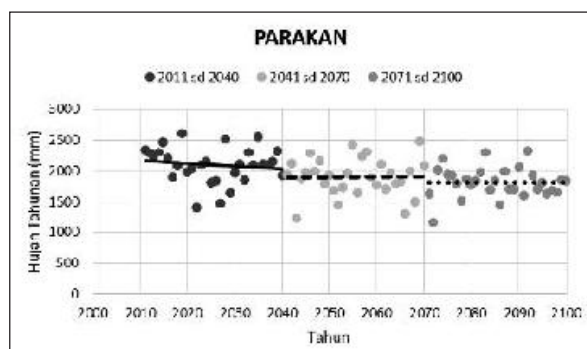
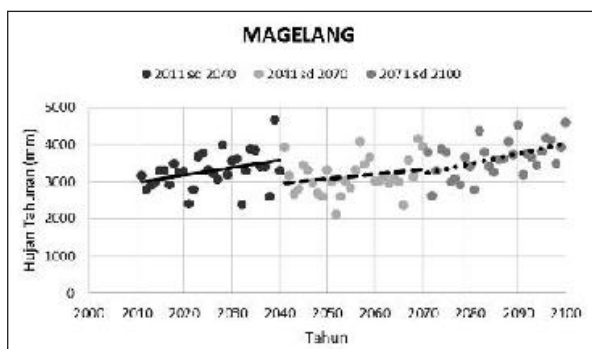


Gambar 4. Perubahan Rerata Hujan Bulanan di Stasiun Borobudur Dengan Emisi Skenario A2.

Apabila dilihat dengan skala per periode iklim (Gambar 5 dan Gambar 6), maka diketahui secara lebih detail bahwa beberapa stasiun memiliki trend yang berubah selama tiga periode iklim. Stasiun yang memiliki *trend* yang berubah selama tiga periode iklim yaitu Cebongan. Di stasiun Cebongan, *trend* cenderung naik pada tahun 2020-an sedangkan untuk tahun 2050-an dan 2080-an *trend*nya cenderung turun. Untuk stasiun Magelang dan Kalijoho *trend*nya cenderung naik untuk tiga periode iklim, namun nilai hujan tahunan pada tahun 2050-an lebih rendah dibandingkan pada tahun 2020-an. Stasiun yang konsisten memiliki *trend* naik yaitu Babadan, Borobudur, Dukun, Jumprit dan Kaliangkrik. Dengan demikian, kemungkinan terjadinya kejadian banjir pada stasiun ini memiliki peluang yang tinggi untuk kedepannya dikarenakan nilai hujan tahunannya terus meningkat. Stasiun Parakan memiliki *trend* hujan tahunan yang cenderung turun dalam tiga periode iklim, demikian pula dengan stasiun Kintelan hanya saja stasiun Kintelan sempat mengalami kenaikan *trend* pada tahun 2050-an.



Gambar 5. Perubahan *Trend* Curah Hujan Tahunan pada Masing-masing Periode Iklim di Stasiun Babadan dan Cebongan Dengan Emisi Skenario A2.



Gambar 6. Perubahan *Trend* Curah Hujan Tahunan pada Masing-masing Periode Iklim di Stasiun Magelang dan Parakan Dengan Emisi Skenario A2.

3.1.2. Hasil Pemodelan dengan Skenario Emisi A2

a. Pola Perubahan Hujan Rerata Harian

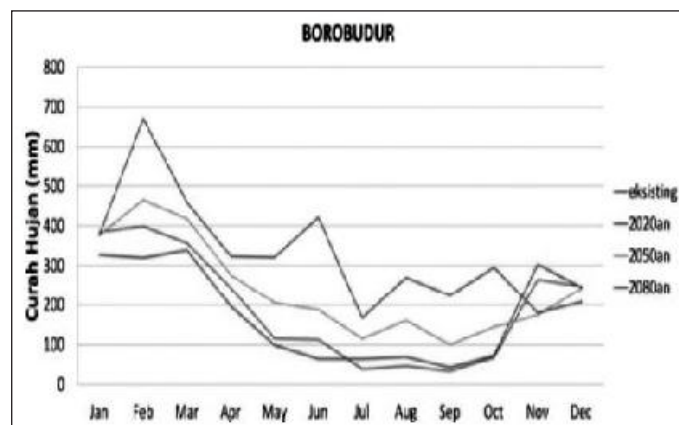
Skenario emisi SRES IPCC B2 berdasarkan pada konsep penanganan lingkungan lokal yang berkelanjutan. Berbeda dengan skenario A2, kenaikan temperatur pada skenario B2 akan menanjak perlahan namun trendnya akan terus naik. Sementara pada skenario A2 yang berdasarkan konsep perkembangan ekonomi regional, kenaikan temperatur menanjak signifikan namun titik tolak terjadinya penurunan temperatur terjadi dalam waktu yang cenderung lebih cepat dibandingkan skenario B2. Implikasi dari kenaikan temperatur berdasarkan skenario B2 terhadap curah hujan di DAS Progo Hulu ditunjukkan pada grafik yang disajikan berdasarkan data historis, prediksi tahun 2020-an, 2050-an dan 2080-an pada 10 stasiun yang digunakan.

DAS Progo Hulu berada pada daerah dengan pengaruh monsun kuat oleh karena itu secara umum pola curah hujan di DAS Progo Hulu mengikuti pola muson. Terdapat dua puncak hujan yaitu di bulan-bulan awal dan dipenghujung tahun. Perubahan curah hujan rerata harian bervariasi di masing-masing stasiun. Kenaikan curah hujan diprediksi terjadi pada stasiun Babadan, Borobudur, Dukun, Jumprit dan Kaliangkrik. Sedangkan penurunan curah hujan diprediksi terjadi pada stasiun Kalijoho, Kintelan, Magelang, dan Parakan. Pada stasiun Cebongan curah hujan 2020-an diprediksi mengalami kenaikan, lalu menurun kembali pada periode 2050-an, namun kembali naik pada periode 2080-an. Potensi kerawanan banjir perlu diperhatikan untuk wilayah stasiun Babadan dan Borobudur pada periode 2080-an. Kenaikan curah hujan diprediksi meningkat signifikan dan terjadi hampir sepanjang tahun.

b. Pola Perubahan Hujan Bulanan Hasil Prediksi Pemodelan Iklim

Jika membandingkan pola curah hujan hasil prediksi pemodelan antara skenario A2 dan B2, terlihat bahwa pada skenario B2 tidak terdapat perbedaan yang mencolok dari skenario A2. Pada stasiun Cebongan, Kintelan dan Parakan perubahan pola curah hujan baik pada periode 2020-an, 2050-an, dan 2080-an tidak terlihat secara signifikan. Sedangkan pada stasiun Babadan, Dukun, Jumprit, Kaliangkrik, Kalijoho, dan Magelang terjadi fluktuasi nilai curah hujan, namun secara umum pola tidak menyimpang dari pola muson.

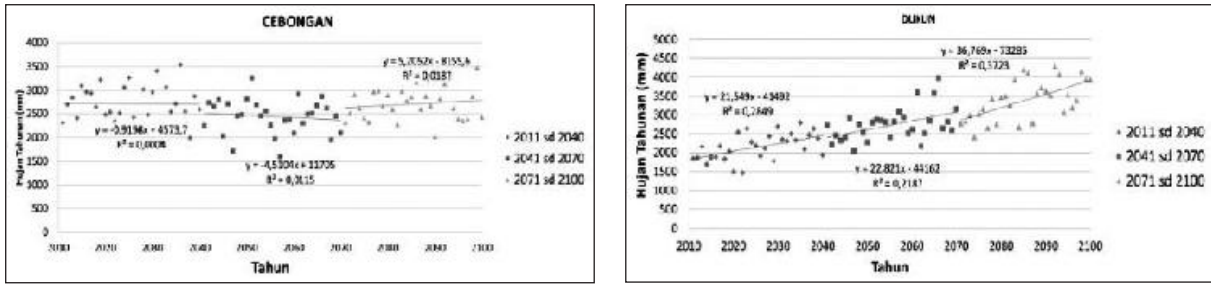
Terdapat satu stasiun yang mengalami perubahan pola curah hujan yang menonjol, yaitu stasiun Borobudur (Gambar 7). Pada stasiun Borobudur pola curah hujan yang sebelumnya (berdasarkan data historis) mengikuti pola muson, diprediksi mengalami perubahan secara periodik. Curah hujan yang semula tinggi di awal tahun, menurun di tengah tahun, lalu naik kembali di akhir tahun berubah menjadi tinggi di awal tahun lalu terus menurun hingga penghujung tahun. Hal tersebut dapat berpengaruh terhadap sistem tanam pada daerah tersebut karena terjadi perubahan pola ketersediaan air.



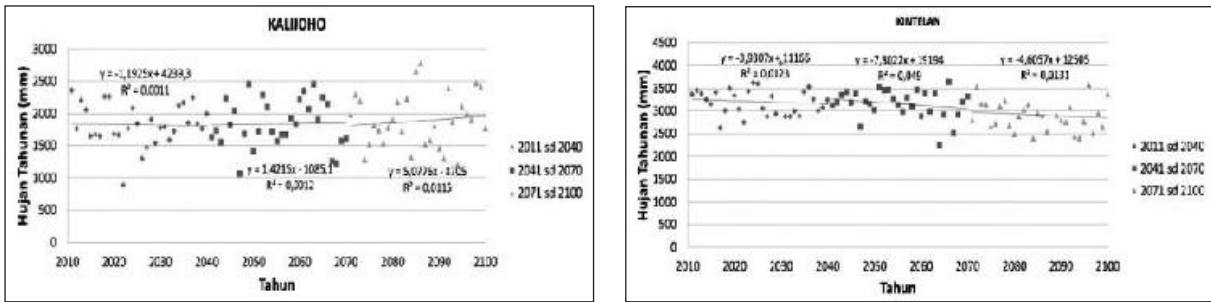
Gambar 7. Perubahan Rerata Hujan Bulanan di Stasiun Borobudur Dengan Emisi Skenario B2.

c. Pola Perubahan Hujan Tahunan Hasil Prediksi Pemodelan Iklim

Berdasarkan hasil prediksi model perubahan iklim dengan skenario emisi B2 terdapat delapan stasiun pengamatan yang mengalami kenaikan trend curah hujan, yaitu: stasiun Babadan, Borobudur, Cebongan, Dukun, Jumprit, Kaliangkrik, Kalijoho, dan Magelang. Sedangkan stasiun yang diprediksi mengalami penurunan trend curah hujan adalah stasiun Kintelan dan Parakan. Namun di tiap periode terdapat kecenderungan nilai curah hujan tersendiri. Gambar 8 dan Gambar 9 menunjukkan perubahan trend curah hujan di masing-masing stasiun per periode iklim.

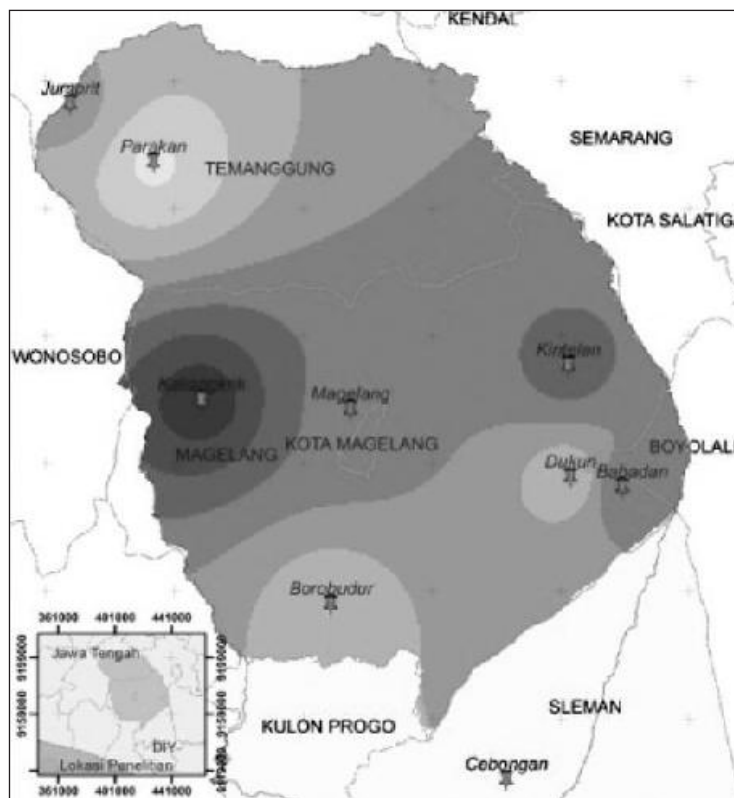


Gambar 8. Perubahan *Trend* Curah Hujan Tahunan pada Masing-masing Periode Iklim di Stasiun Cebongan dan Dukun Dengan Emisi Skenario B2



Gambar 9. Perubahan *Trend* Curah Hujan Tahunan pada Masing-masing Periode Iklim di Stasiun Kalijoho dan Kentelan Dengan Emisi Skenario B2.

Sebaran curah hujan rerata tahunan Tahun 1971-2001 disajikan pada Gambar 10 sebagai sebaran curah hujan *existing*. Pusat curah hujan tinggi berada pada wilayah bagian Barat dan Timur DAS Progo Hulu. Sedangkan curah hujan rendah terdapat pada wilayah bagian Utara dan Selatan DAS Progo Hulu.

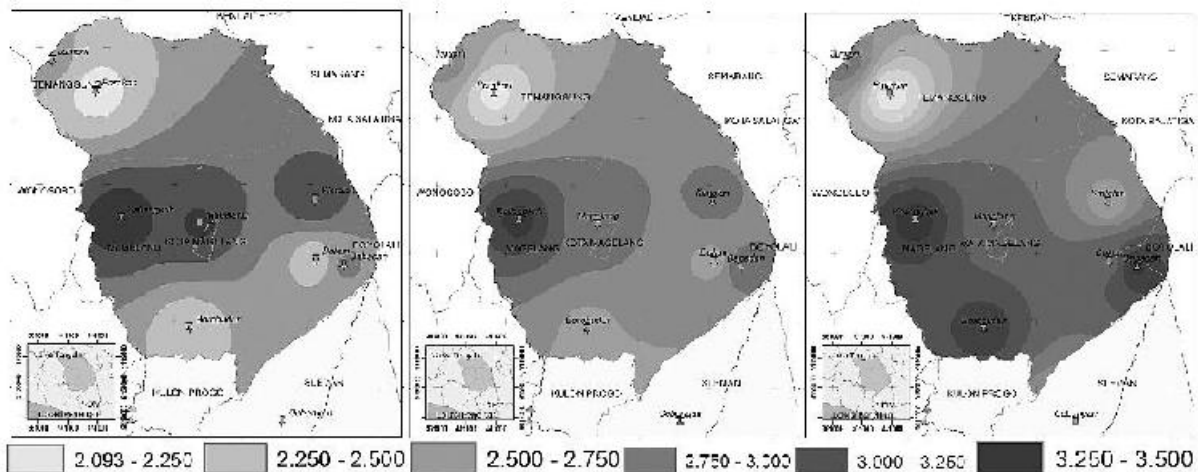


Gambar 10. Peta Isohyet Kondisi *Existing*.

3.2.1. Peta Isohyet Prediksi Hujan Tahunan Dengan Skenario Emisi A2

Hasil prediksi hujan tahunan untuk setiap periode iklim (tahun 2020-an, 2050-an, 2080-an) untuk skenario emisi A2 disusun dalam peta isohyet seperti ditunjukkan pada Gambar 11.

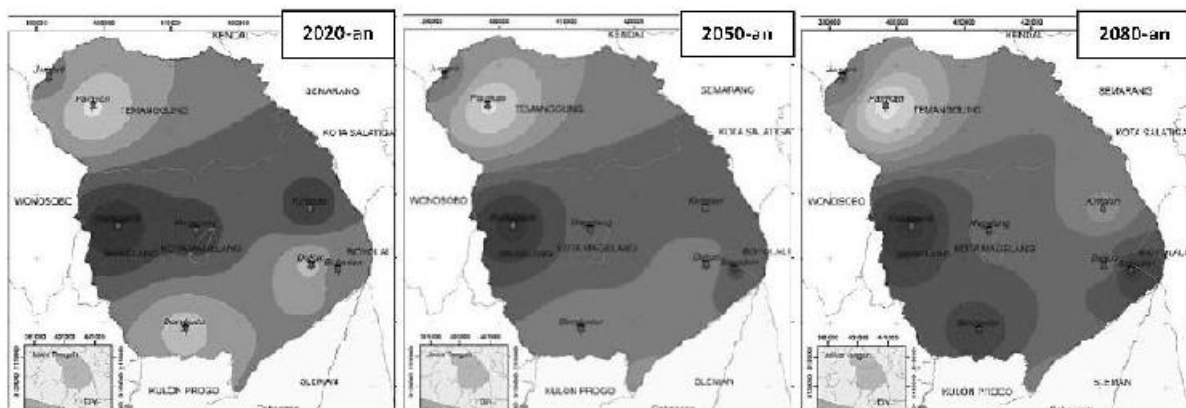
Analisis spasial curah hujan dilakukan untuk melihat daerah mana saja yang memiliki potensi terjadinya *water related-disaster* dilihat dari besar kecilnya nilai curah hujan itu sendiri. Selain itu, analisis ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan besar kecilnya curah hujan di tiap titik pos hujan. Dari Gambar 11, dapat dilihat bahwa curah hujan cenderung tinggi (≥ 3000 mm) untuk tahun 2020-an dan 2050-an di daerah Magelang (stasiun Kaliangkrik, bagian barat DAS Progo Hulu). Untuk tahun 2080-an wilayah dengan curah hujan ≥ 3000 mm semakin meluas ke bagian selatan DAS Progo Hulu yaitu daerah stasiun Borobudur dan Babadan. Sedangkan untuk daerah Utara dari DAS Progo Hulu (stasiun Parakan) curah hujan cenderung konstan untuk tahun 2020-an, 2050-an dan 2080-an yaitu ≤ 2500 mm.



Gambar 11. Isohyet Prediksi Hujan Tahunan (mm) Tahun 2020-an (a), 2050-an (b), 2080-an (c) Skenario A2.

3.2.1. Peta Isohyet Prediksi Hujan Tahunan Dengan Skenario Emisi B2

Gambar 12 menunjukkan bahwa pada wilayah Barat (Stasiun Kaliangkrik) dari DAS Progo Hulu curah hujan konsisten tinggi pada tiga periode iklim. Agihan curah hujan pada periode iklim 2020-an jika dibandingkan dengan pola agihan pada kondisi *existing* (Gambar 10) tidak jauh berbeda. Pergeseran pusat curah hujan tinggi terjadi secara bertahap. Curah hujan tinggi semula berada pada wilayah bagian Barat-Timur DAS, pada periode iklim 2080-an bergeser ke wilayah bagian Barat-Selatan DAS Progo Hulu. Curah hujan rerata tahunan wilayah bagian Selatan DAS semula termasuk ke dalam kategori rendah pada periode iklim 2080-an diproyeksikan meningkat, sehingga wilayah tersebut harus mewaspadai bencana-bencana yang berkaitan dengan peningkatan curah hujan seperti banjir atau longsor.



Gambar 12. Isohyet Prediksi Curah Hujan DAS Progo Hulu.

4. KESIMPULAN

Hasil proyeksi curah hujan tahun 2011 hingga 2100 dengan menggunakan dua skenario emisi IPCC(A2 dan B2) menunjukkan bahwa sebagian besar stasiun yang menjadi lokasi penelitian menunjukkan kenaikan *trend* curah hujan. Pada kedua skenario IPCC yang dijalankan, 8 dari 10 stasiun hujan menunjukkan *trend* curah hujan yang meningkat, sedangkan 2 stasiun lainnya yaitu Parakan dan Kintelan menunjukkan *trend* yang menurun. Terdapat perbedaan karakteristik proyeksi curah hujan masing-masing stasiun.

Beberapa stasiun memiliki pola yang mirip, dimana pada bulan Juni, Juli, Agustus dan September curah hujan cenderung rendah dan mulai terjadi peningkatan curah hujan pada bulan November hingga mencapai puncaknya pada bulan Januari atau Februari. Stasiun yang memiliki pola seperti ini yaitu Babadan, Cebongan, Dukun, Jumprit, Kaliangkrik, Kalijoho, Kintelan, Magelang dan Parakan. Mengingat kondisi hujan telah berlangsung mulai November dan puncak hujan terjadi pada bulan Januari dan Februari, maka pada wilayah tersebut akan memiliki kerawanan terhadap banjir yang tinggi pada bulan Januari dan Februari.

Berdasarkan pola sebaran spasial rerata tahunan kedua skenario menampilkan proyeksi curah hujan yang hampir mirip. Wilayah Barat (Stasiun Kaliangkrik) dari DAS Progo Hulu memiliki curah hujan yang konsisten tinggi (≥ 3000 mm) pada tiga periode iklim. Pergeseran curah hujan tinggi terjadi pada wilayah bagian Timur dan Selatan DAS Progo Hulu. Wilayah bagian Selatan DAS (Stasiun Borobudur) yang semula memiliki curah hujan tahunan ≤ 2500 mm, pada periode iklim 2080-an memiliki curah hujan ≥ 3000 mm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian Hibah Bersaing Pascasarjana Universitas Gadjah Mada 2014 dengan judul "Estimasi Dampak Perubahan Iklim Terhadap Produktivitas Pertanian Sampai Tahun 2100 Berdasarkan Skenario Perubahan Iklim HadCM3 dan Skenario Emisi A2 dan B2 di DAS Progo Hulu"

DAFTAR PUSTAKA

1. Collins, M., Tett, S.F.B., and Cooper, C. 2001. The Internal Climate Variability of HadCM3, A Version of The Hadley Center Coupled Model Without Flux Adjustment, *Journal of Climate Dynamics* Vol 17:61-81. United Kingdom: Springer Verlag.
2. Hessami et al. 2007. ASD User Guide. Kerman Iran : Department of Civil Engineering University of Kerman.
3. Johns, T.C., Gregory, J.M., Ingram, W.J., Johnson, C.E., Jones, A., Lowe, J.A., Mitchell, J.F.B., Roberts, D.L., Sexton, D.M.H., Stevenson, D.S., Tett, S.F.B., Woodage, M.J. 2003. Anthropogenic Climate Change for 1860 to 2100 Simulated with The HadCM3 Model under Updated Emission Scenario, *Journal of Climate Dynamics* Vol 20: 583-612. United Kingdom: Springer Verlag.
4. Kurniawan, Herizal, dan Setiawan. 2009. Proyeksi Perubahan Iklim Berdasarkan Skenario IPCC SRES dengan Menggunakan Model AOGCM CCSR/NICS. *Buletin Meteorologi dan Geofisika* Vol 5 p 139.
5. Masoudi, M., Afrough, E. 2011. Analyzing Trends of Precipitation for Humid, Normal and Drought Classes using Standardized Precipitation Index (SPI), A Case of Study: Fars Province, Iran. *International Journal of Agri Science* Vol. 1(2). Hal: 58-69.
6. Mason, S.J. 1996. Climatic Change Over the Lowveld of South Africa. *Climatic Change*, Vol. 32. Hal: 35-54.
7. Naylor, Rosamond L., Battisti, David S., Vimont, Daniel J., Falcon, Walter P., Burke, Marshall B. Assessing Risks of Climate Variability and Climate Change for Indonesian Rice Agriculture, *PNAS Journal* Vol 104:7752-7757. USA: National Academy of Sciences of the USA
8. Plummer N, Salinger MJ, Nicholls N, et al. (1999) Changes in Climate Extremes over The Australian Region and New Zealand During The Twentieth Century. *Climatic Change*, Vol. 42. Hal:183-202.
9. Ratag, Mezak Arnold. 2008. Perubahan Iklim: Isu-Isu Ilmiah. Jakarta: Badan Meteorologi dan Geofisika.
10. Susandi, A., Tamamadin, M., and Nurlela, I. (2008). Fenomena Perubahan Iklim dan Dampaknya Terhadap Ketahanan Pangan di Indonesia. Seminar Nasional Padi .
11. Tanjung, D. M. (2011). Processing Data Radar Cuaca C-Band Doppler untuk Curah Hujan; Studi Kasus Jabodetabek. Bogor: IPB.
12. Viglizzo, E.F., Roberto, Z.E., Filippin, M.C., Pordomingo, A.J. 1995. Climate Variability and Agroecological Change in The Central Pampas of Argentina. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Vol. 55. Hal:7-16.

13. Wilby, R.L., dan Dawson, C.W. 2008. Using SDSM – A Decision Support Tool for The Assessment of Regional Climate Change Impacts. United Kingdom: National Centre for Risk Analysis and Option Appraisal, UK Environment Agency
14. WWF and ITB. 2007. Dampak Perubahan Iklim Terhadap Pengelolaan DAS Citarum. Bandung : ITB.
15. Zhai, P.M., Sun, A.J., Ren, F.M., Liu, X.L., Gao, B., Zhang, Q. 1999. Changes of Climate Extremes in China. Climatic Change, Vol. 42. Hal: 203-218

RESPON INDUSTRI PARIWISATA TERHADAP POTENSI CUACA EKSTRIM DARAT DAN LAUT DI PULAU BALI

Oleh:

Erda Rindrasih^{a,*}, Subekti Mujiasih^{b,#}

^aPhD Candidate, Faculty of Geoscience Utrecht University Belanda

*e.rindrasih@uu.nl

^bBalai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Provinsi Bali

#subekti.mujiasih@bmgk.go.id

Abstrak

Pulau Bali terletak pada kawasan Indonesia tengah yang tercatat memiliki potensi cuaca ekstrim. Fenomena ini menyebabkan berbagai kejadian bencana dan merugikan kegiatan masyarakat apabila tidak diantisipasi. Demikian halnya kegiatan kepariwisataan, sangat memerlukan keadaan yang aman dan nyaman bagi wisatawan. Tulisan ini bermaksud untuk mengulas respon industri pariwisata terkait adanya potensi cuaca ekstrim di Pulau Bali. Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif dan tambahan data nominal dan pengkuantifikasian untuk mendukung statement kualitatif. Dalam penelitian ini dilakukan analisis terhadap kecenderungan cuaca ekstrim di Pulau Bali selama empat tahun terakhir dan dampaknya terhadap industri pariwisata. Sedangkan catatan mengenai respon industri pariwisata, diperoleh dengan melakukan wawancara terhadap para stakeholder pariwisata seperti Dinas Pariwisata Provinsi Bali (Dinpar), Persatuan Hotel dan Restoran Indonesia Provinsi Bali (PHRI), Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Bali (BPBD), Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) serta Pusdalop. Hasil penelitian menunjukkan adanya informasi prakiraan cuaca ekstrim yang cukup memadai dari BMKG untuk wilayah Bali dan sekitarnya. Kendati demikian informasi tersebut mengalami beberapa persoalan untuk bisa sampai kepada penyedia jasa biro perjalanan wisata dan praktisi pariwisata. Kesimpulan dari studi ini adalah informasi cuaca ekstrim belum menjadi faktor yang di pergunakan oleh praktisi pariwisata dalam menentukan dan menyusun paket perjalanan wisata.

Kata kunci: Cuaca ekstrim, pariwisata, bencana, persiapan, diseminasi informasi.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kegiatan pariwisata telah menjadi salah satu industri besar yang berkontribusi bagi ekonomi Indonesia khususnya Provinsi Bali. Organisasi pariwisata dan perjalanan dunia (WTO) mencatat industri ini telah menghasilkan \$8 triliun pada tahun 2008, dengan pertumbuhan setiap tahun sebesar 3%. Menurut UNWTO, 46 dari 50 negara memiliki penghasilan utama dari kegiatan pariwisata. Sektor pariwisata apabila dikembangkan dan dikelola dengan baik memiliki potensi untuk mengentaskan kemiskinan dan meningkatkan kesejahteraan rakyat. Pariwisata juga membantu banyak pekerja untuk mendapatkan tambahan penghasilan pada hari hari libur mereka.

Kendati demikian pariwisata merupakan kegiatan ekonomi yang sangat rentan terhadap kejadian di destinasi, misalnya akibat ketidakstabilan politik di dalam negeri, konflik sosial dan bencana alam. Pada tahun 2007 pertumbuhan kegiatan pariwisata dunia menurun 3,9% setelah kejadian terorisme dan bencana alam. Tantangan yang penting untuk dipertimbangkan dalam perencanaan pariwisata adalah terlalu fokusnya pada pertimbangan ekonomi dari pada pertimbangan sosial dan lingkungan. Motivasi ekonomi telah mengarahkan dominasi tujuan pengembangan pariwisata, kebijakan promosi, khususnya di negara berkembang seperti Indonesia. Pertimbangan keberlanjutan lingkungan belum menjadi dasar yang kuat dalam pengembangan pariwisata di wilayah Indonesia.

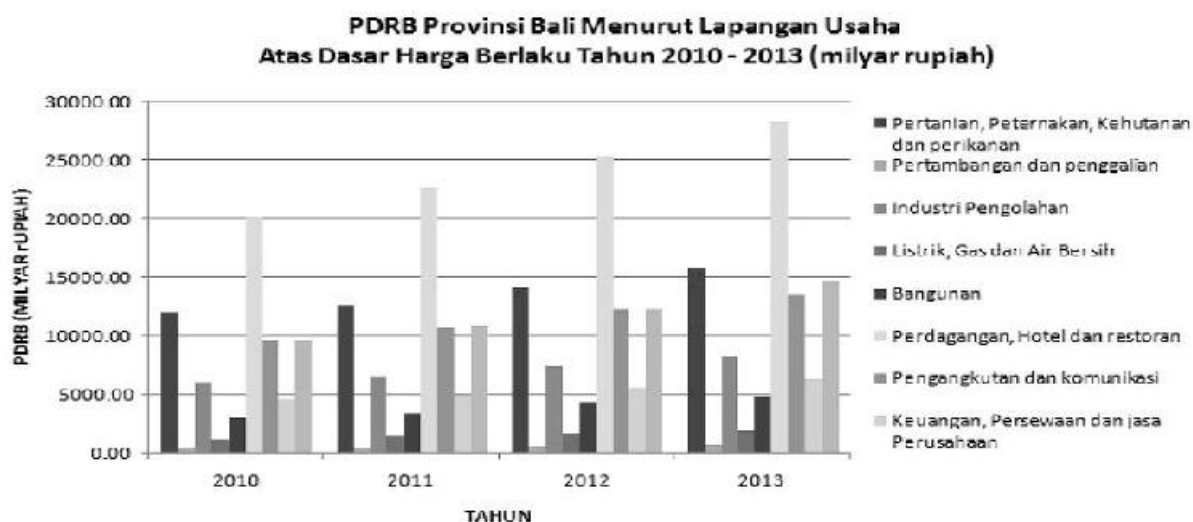
Kejadian bencana seperti angin kencang, gempa bumi, kekeringan, erupsi gunung berapi dan tsunami

terjadi 400 kali dalam setahun di seluruh dunia dengan rata-rata 74,000 kematian dan lebih dari 230 milyar manusia terkena dampak (*Centre for Research on the Epidemiology of Disaster (CRED)*, 2008). Di Indonesia, menurut BNPB pada tahun 2010 terdapat 1,999 kejadian bencana dan 2011 terdapat 1,663 kejadian bencana di Indonesia. Kurang lebih 85% dari kejadian bencana dikategorikan dalam bencana *hydrometeorology*. Pada tahun 2012 terdapat 487 orang meninggal dunia karena bencana alam dan 675,798 orang dievakuasi serta 33,847 rumah rusak. Selain itu sejak 2002 hingga 2013 jumlah kejadian puting beliung meningkat.

Kini, kejadian bencana alam semakin sering melanda kawasan Indonesia. Pariwisata yang berbasis alam akan lebih terkena imbasnya dibandingkan pariwisata yang berbasis budaya. IPCC's *fourth assessment (AR4)* mensitesiskan tentang hubungan antara perubahan iklim terhadap kegiatan pariwisata terutama di *coastal area*, sebagai berikut: (1) semakin hangat laut menyebabkan cepatnya peningkatan muka air laut dan meningkatkan suhu permukaan laut. Ekosistem laut mengalami perubahan, bahkan terdapat spesies yang tidak dapat bertahan hidup khususnya *coral reefs* akibat dari *bleaching*. (2) meningkatkan jumlah kejadian *cyclone*, khususnya di bagian utara atlantik yang kejadiannya berkorelasi dengan kenaikan suhu permukaan laut, (3) di bagian lintang tinggi terjadi penurunan tutupan es di kutub yang membentuk *glacier* and meningkatkan aliran *glacier* dari salju yang mencair, (4) perubahan dalam pola cuaca, misalnya peningkatan intensitas hujan yang dapat menyebabkan banjir di beberapa tempat dan juga penurunan intensitas hujan yang menyebabkan kekeringan untuk kawasan yang lainnya.

Kejadian bencana akhir-akhir ini mengganggu industri pariwisata regional termasuk hilangnya nyawa wisatawan, pendapatan masyarakat (*livelihood*), rusaknya *property* dan turunnya jumlah kunjungan wisata pasca kejadian bencana. Hal ini bisa menjadi serius ketika salah satu negara penyeter wisatawan memberlakukan *travel warning* (peringatan bepergian) bagi warganya untuk mengunjungi negara lain akibat dari kejadian bencana. Belajar dari kejadian tersebut maka bisa kita garis bawahi bahwa industri pariwisata sangat dipengaruhi kondisi kenyamanan, keamanan dan keselamatan.

Tulisan ini bermaksud untuk melihat dan mengkaji hubungan antara cuaca ekstrim dan pengaruhnya terhadap aktivitas manusia dimana dalam hal ini adalah aktivitas pariwisata. Kajian dalam tulisan ini mengambil lokasi di Pulau Bali yang merupakan daerah tujuan wisata utama di Indonesia dengan lebih dari 56% kunjungan wisatawan luar negeri mengunjungi Bali. Pulau Bali terletak pada kawasan Indonesia tengah yang tercatat memiliki potensi cuaca ekstrim. Fenomena ini menyebabkan berbagai kejadian bencana dan merugikan kegiatan masyarakat apabila tidak diantisipasi. Demikian halnya kegiatan kepariwisataan, sangat memerlukan keadaan yang aman dan nyaman bagi wisatawan



Gambar 1. PDRB Provinsi Bali menurut lapangan usaha (Sumber: BPS Bali, 2015)

1.2. Apakah Cuaca Ekstrim ?

Cuaca ekstrim telah dijelaskan secara rinci dalam Peraturan Kepala BMKG nomor: Kep.009 Tahun 2010 tentang Prosedur Standar Operasional Pelaksanaan Peringatan Dini, Pelaporan dan Diseminasi Informasi. Cuaca Ekstrim didefinisikan sebagai kejadian cuaca yang tidak normal, tidak lazim yang dapat mengakibatkan kerugian terutama keselamatan jiwa dan harta. Yang termasuk dalam kategori cuaca ekstrim adalah sebagai berikut:

1. Angin kencang adalah angin dengan kecepatan di atas 25 (dua puluh lima knot) atau 45 (empat puluh lima) km/jam.
2. Angin Puting Beliung adalah angin kencang yang berputar dari awan Cumulonimbus dengan kecepatan lebih dari 34,8 (tiga puluh empat koma delapan) knots sekitar 64,4 (Enam Puluh Empat koma empat) kilometer (km)/jam yang terjadi dalam waktu singkat.
3. Hujan Lebat adalah hujan dengan intensitas paling rendah 50 (lima puluh) millimeter (mm)/24 (dua puluh empat) jam dan/atau 20 (dua puluh) millimeter (mm)/jam.
4. Hujan Es adalah hujan yang berbentuk butiran es yang mempunyai garis tengah paling rendah 5 (lima) millimeter (mm) dan berasal dari awan Cumulonimbus.
5. Jarak pandang mendatar ekstrim adalah jarak pandang mendatar kurang dari 1000 (seribu) meter.
6. Suhu udara ekstrim adalah kondisi suhu udara yang mencapai 3° C (Tiga derajat celcius) atau lebih di atas nilai normal setempat.
7. Siklon tropis adalah sistem tekanan rendah dengan angin berputar sinklonik yang terbentuk di lautan wilayah tropis dengan kecepatan angin minimal 34,8 (tiga puluh empat koma delapan) knots atau 64,4 (enam puluh empat koma empat) kilometer (km)/jam di sekitar pusat pusaran.
8. Angin puting beliung di lautan yang selanjutnya disebut *waterspout* adalah angin kencang yang berputar yang keluar dari awan cumulonimbus dengan kecepatan lebih dari 34,8 (tiga puluh empat koma delapan) knots atau 64,4 (enam puluh empat koma empat) kilometer (km)/jam dan terjadi di laut dalam waktu singkat.
9. Gelombang laut ekstrim adalah gelombang laut signifikan dengan ketinggian lebih besar dari atau sama dengan dua meter.
10. Gelombang Pasang (*Storm surge*) adalah kenaikan permukaan air laut di atas normal akibat pengaruh angin kencang dan atau penurunan tekanan atmosfer.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam analisis tsunami multi-skenario adalah modifikasi metode Berryman (2006). Metode Berryman menggunakan 3 variable dalam perhitungan bahaya tsunami, antara lain yaitu elevasi, kekasaran permukaan, dan ketinggian gelombang.

Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif dengan dukungan data kuantitatif yang digunakan untuk mempertegas dari analisis kualitatif. Dalam penelitian ini dilakukan analisis terhadap kecenderungan cuaca ekstrim di Pulau Bali selama lima tahun terakhir dan dampaknya terhadap industri pariwisata. Sedangkan catatan mengenai respon industri pariwisata, diperoleh dengan melakukan wawancara terhadap para *stakeholder* pariwisata seperti Dinas Pariwisata Provinsi Bali (Dinpar), Persatuan Hotel dan Restoran Indonesia Provinsi Bali (PHRI), Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Bali (BPBD), Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) serta Pusdalop. Wawancara dilakukan dengan para pejabat BMKG meliputi berdiskusi dengan Kepala Balai Besar MKG Wilayah III Denpasar, Kepala Bidang Data dan Informasi, serta Kepala Sub Bidang Pelayanan Jasa, Kepala Pelaksana Harian BPBD Provinsi Bali dan Kepala Seksi Humas Pariwisata.

Wawancara dilakukan dengan *face to face*, berhadapan-hadapan. Penulis mendatangi kantor-kantor tersebut dan bertemu muka dalam diskusi yang berlangsung sekitar 60 hingga 180 menit. Penulis juga menyempatkan untuk berkantor di BMKG Provinsi Bali dan menyaksikan secara langsung (observasi) kegiatan pemrosesan data yang dilakukan oleh staf. Penulis mendapatkan kesempatan untuk mengikuti *workshop* tentang sertifikasi bencana yang diselenggarakan di salah satu hotel yang sedang menyiapkan diri untuk dievaluasi. Pendekatan penelitian semacam ini dirasa cukup efektif untuk bisa merekam dengan seksama alur dan fenomena sosial yang terjadi. Sebagaimana dituliskan oleh Coalter, 1999 yang menyatakan bahwa terlalu mengikuti metode klasik yaitu metode empiris telah mengurangi pemahaman yang penting dalam pariwisata. Dalam ilmu pariwisata diperlukan pemahaman yang lebih dari pada yang telah tertuang dalam data data dan kategorisasi (Coalter, 1999). Pendekatan ini juga didukung oleh pernyataan Cohen, 1988 bahwa peneliti yang mengaplikasikan metode kualitatif telah menghasilkan banyak kontribusi penting bagi ilmu pariwisata (Cohen, 1988).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Profil Geografis Pulau Bali

Pulau Bali terletak di sebelah timur Pulau Jawa, merupakan bagian dari Kepulauan Sunda Kecil sepanjang 153 km dan selebar 112 km, berjarak sekitar 3,2 km dari Pulau Jawa. Secara geografis, Bali terletak di 8°25'23" Lintang Selatan dan 115°14'55" Bujur Timur yang membuatnya beriklim tropis seperti bagian Indonesia yang lain. Luas total wilayah Provinsi Bali adalah 5.634,40 km² dengan panjang pantai mencapai 529 km. Batas fisiknya adalah sebagai berikut, utara berbatasan dengan Laut Bali, timur berbatasan dengan Selat Lombok (Provinsi Nusa Tenggara Barat), selatan berbatasan dengan Samudera Indonesia dan barat berbatasan dengan Selat Bali (Provinsi Jawa Timur). Pulau Bali terdapat dua gunungapi aktif yaitu Gunung Batur di Kabupaten Bangli dan Gunung Agung di Kabupaten Karangasem. Gunung Agung merupakan gunung tertinggi di Pulau Bali (3.142 mdpl) dan termasuk dalam jajaran gunung berapi yang berbentuk *stratovolcano*, dengan kawah yang cukup besar yang masih mengeluarkan asap dan uap air. Kondisi Bali bagian utara memiliki dataran yang sempit. Hal ini berbeda dengan Bali bagian selatan. Dataran rendah di Bali selatan menghampar dari Kabupaten Jembrana di barat sampai Kabupaten Karang Asem di timur. Di bagian ujung selatan terdapat semenanjung yaitu Benoa. Di Bali terdapat beberapa sungai, yang sebagian besar mengalir ke arah selatan dengan sungai terpanjangnya yaitu sungai Ayung. Sungai-sungai lainnya yaitu Sungai Pangi, Maran, Ho dan Empas. Selain sungai, di Bali juga terdapat danau yaitu danau Batur, Beratan, Buyan dan Tamblingan. Secara administratif, Provinsi Bali terbagi atas sembilan kabupaten/kota, 57 kecamatan dan 716 desa/kelurahan. Kabupaten dan kota yang termasuk dalam Provinsi Bali mencakup Kabupaten Jembrana, Tabanan, Badung, Gianyar, Karangasem, Klungkung, Bangli, Buleleng, dan Kota Denpasar yang juga merupakan ibukota provinsi. Selain Pulau Bali, Provinsi Bali juga terdiri dari pulau-pulau kecil lainnya, yaitu Pulau Nusa Penida, Nusa Lembongan, dan Nusa Ceningan di wilayah Kabupaten Klungkung, Pulau Serangan di wilayah Kota Denpasar, dan Pulau Menjangan di Kabupaten Buleleng. Provinsi Bali terletak di antara Pulau Jawa dan Pulau Lombok. Dengan beragamnya kondisi geografis, Pulau Bali memiliki potensi bencana alam yang sangat besar.

3.2. Kepariwisata Bali

Sektor pariwisata menjadi andalan utama penghidupan masyarakat Bali. Sektor pariwisata menjadi lapangan usaha yang mendominasi kegiatan ekonomi di Pulau ini, hal ini dapat dilihat pada gambar 1. Dari tahun 2010 hingga tahun 2013, sub lapangan usaha perdagangan, hotel dan restoran menjadi sektor utama lokomotif bagi ekonomi masyarakat Pulau Bali. Sektor kedua yang unggul adalah pertanian, peternakan, kehutanan dan perikanan. Di Pulau Bali terdapat sekitar 54 lokasi destinasi wisata yang tersebar di delapan kabupatennya seperti Gambar 2.



Gambar 2. Area Wisata Bali
Sumber: Dinas Pariwisata Provinsi Bali, 2015.

Di Kabupaten Buleleng terdapat Pantai Lovina, makam Jayaprana, air panas Banyuwedang, lingkungan Pura Pulaki, Pantai Kalibukbuk, pemandian Air Saneh dan Pantai Ponjok Batu. Di Kabupaten Jembrana terdapat Kebun Raya Bedugul, Danau Beratan, Tanah lot, air panas Penatahan, Alas Kedaton, Musium Subak Bal dan Jati Luh. Di kabupaten Badung terdapat Pura Uluwatu, Pura Taman Ayun, Alas Pala Sangeh, Pantai Sanur, Pantai Kuta, Legian, Seminyak, Pantai Suluban, Pantai Nusa Dua, Taman Penyu Pulau Serangan, Pantai Gangga, Museum Bali, Museum Le Mayeur, Werdi Budaya (*Art Center*), Mandala Wisata, Lila Ulangun, Oo-ngan dan monument Padang Galak. Di kabupaten Klungkung terdapat Goa Lawah dan Taman Gili Kertagosa. Di Kabupaten Karang Asem terdapat Pura Besakih, Bukit Putung, Desa Tenganan, Candi Desa, Taman Ujung, Tirta Gangga, Puri Maskerdam, Pantai Tulamben dan Bukit Jambul. Di Kabupaten Gianyar terdapat Istana tampak siring, Museum Ratna Warta, Danau Kawi, Gunung Kawi Sebatu, Taman Kemuda Saraswati, Wanara Wana Ubud dan Museum Purbakala. Di kabupaten Bangli terdapat panomara Gunung Batur dan Danau Batur, Desa Trunyan dan Sasana Budaya. Tak terkecuali di Kota Denpasar memiliki bangunan kuno dengan arsitektur Bali yang menarik wisatawan.

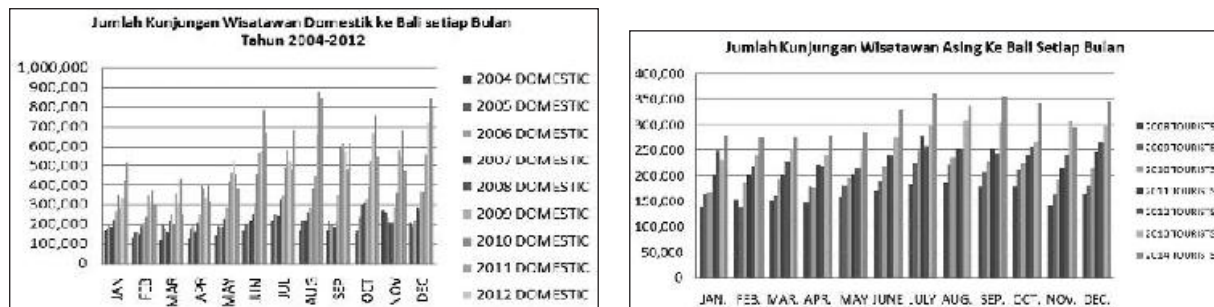
Perbandingan jumlah kunjungan wisata ke Bali terhadap kunjungan wisata ke seluruh Indonesia, berkisar antara 22-37% dan kontribusi tersebut meningkat setiap tahunnya. Pada tahun 2000 *share* wisatawan Bali terhadap wisatawan seluruh Indonesia adalah 26 persen. Tiga belas tahun kemudian pada tahun 2013 *share* kunjungan wisatawan ke Bali terhadap total kunjungan wisatawan seluruh Indonesia adalah 37 persen. Peningkatan tersebut cukup signifikan yaitu 10% dalam 13 tahun, kendati demikian Bali juga menghadapi situasi yang sulit pada tahun 2001 - 2003 yang mengakibatkan penurunan wisatawan hingga 1 juta pengunjung. Hal ini terkait dengan kejadian terorisme di Indonesia yang kala itu menyasar Bali sebagai target operasi. Data terinci tentang sumbangan wisatawan Bali terhadap wisatawan Indonesia tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sumbangan Kunjungan Wisata Bali terhadap Indonesia

Tahun	Kedatangan		Share (%)
	Ke Indonesia	Ke Bali	
2000	5,064,217	1,412,839	27
2001	5,153,620	1,356,774	26.33
2002	5,033,400	1,285,844	25.55
2003	4,467,021	993,029	22.23
2004	5,321,165	1,458,309	27.41
2005	5,002,101	1,386,449	27.72
2006	4,871,351	1,260,317	25.87
2007	5,505,759	1,664,854	30.24
2008	6,234,497	1,968,892	31.58
2009	6,323,730	2,229,945	35.26
2010	7,002,944	2,493,058	35.6
2011	7,649,731	2,756,579	36.03
2012	8,044,462	2,892,019	35.95
2013	8,802,129	3,278,598	37.25

Sumber: Dinas Pariwisata Provinsi Bali, 2014

Untuk mengilustrasikan tentang kecenderungan kunjungan wisatawan Bali yang terbagi dalam bulan kami menyajikan data dapat dilihat Gambar 3 dan Gambar 4. Jumlah kunjungan wisatawan baik dari dalam maupun luar negeri yang berkunjung ke Bali meningkat dari tahun ke tahun dapat dilihat kecenderungan bahwa puncak jumlah kunjungan adalah bulan Juni hingga Desember. Penurunan terjadi pada bulan Januari hingga Mei. Pola ini mengikuti pola hari libur di negara negara empat musim khususnya kawasan eropa, karena pada bulan Juni - Agustus adalah musim panas yang biasanya masyarakat kawasan empat musim diliburkan. Sehingga mereka memiliki cukup waktu untuk mengunjungi negara lain untuk tujuan rekreasi.

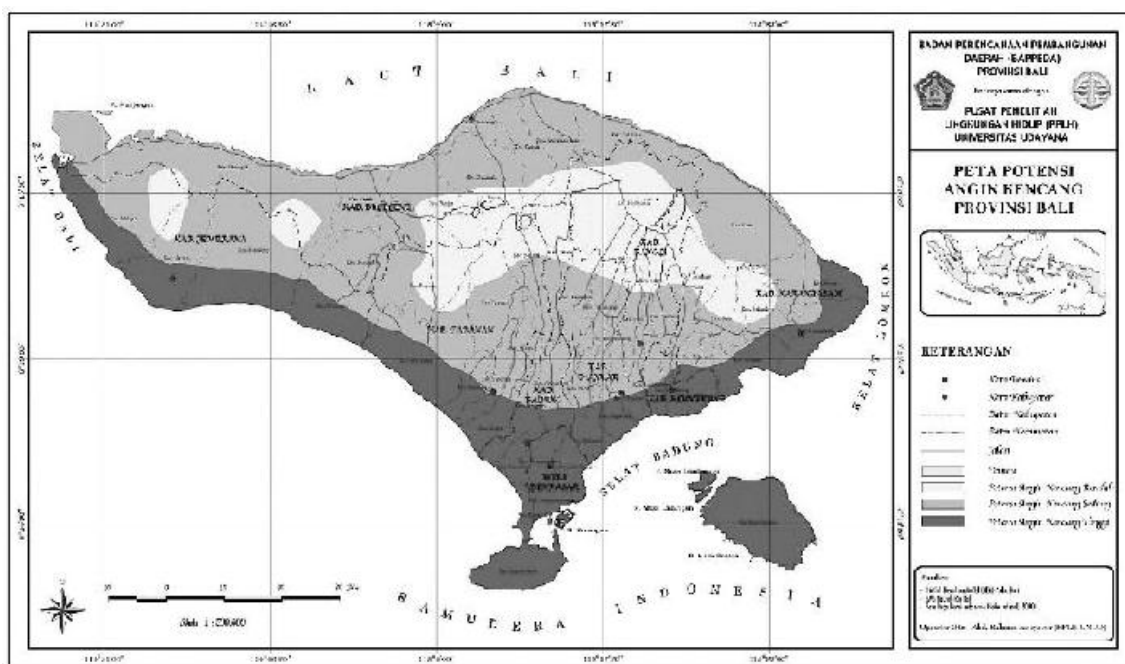


Gambar 3. Jumlah Kunjungan Wisatawan Domestik dan Asing ke Bali Setiap Bulan
Sumber: Dinas Pariwisata Provinsi Bali, 2014.

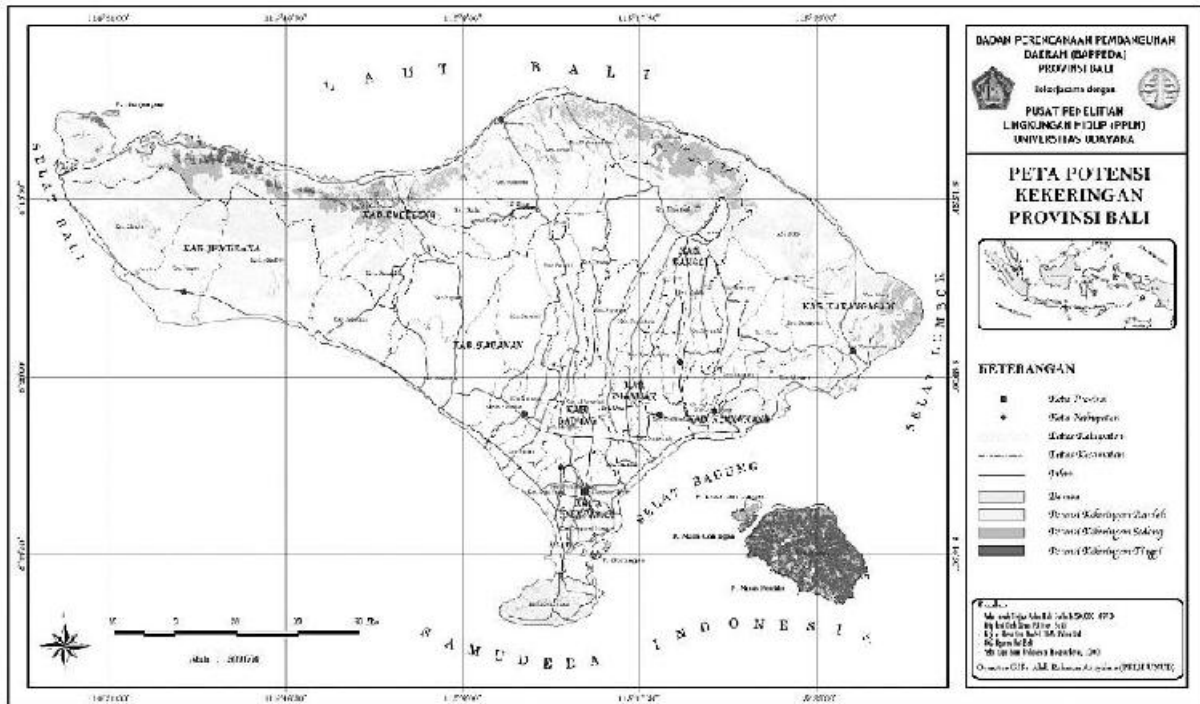
3.3. Potensi Bencana Pulau Bali

Bencana menurut UU 24 Tahun 2007, meliputi bencana alam dan non alam. Bencana alam dapat diklasifikasikan menjadi bencana akibat fenomena geologi (seperti gempa bumi, tsunami, gerakan tanah, dan gunung api), dan bencana akibat faktor biologi (seperti epidemik dan wabah penyakit), bencana akibat kondisi hidrometeorologi (seperti banjir, tanah longsor, kekeringan, dan angin topan). Bencana non alam dapat terjadi akibat ulah manusia, seperti konflik sosial dan kegagalan teknologi. Pulau Bali memiliki beberapa potensi kejadian bencana yaitu gempa bumi, tsunami, banjir, tanah longsor, puting beliung, gunung meletus dan cuaca ekstrem. Namun kejadian bencana yang sering terjadi adalah akibat cuaca ekstrem. Hal ini karena dipengaruhi posisi geografis yang telah dijelaskan sebelumnya.

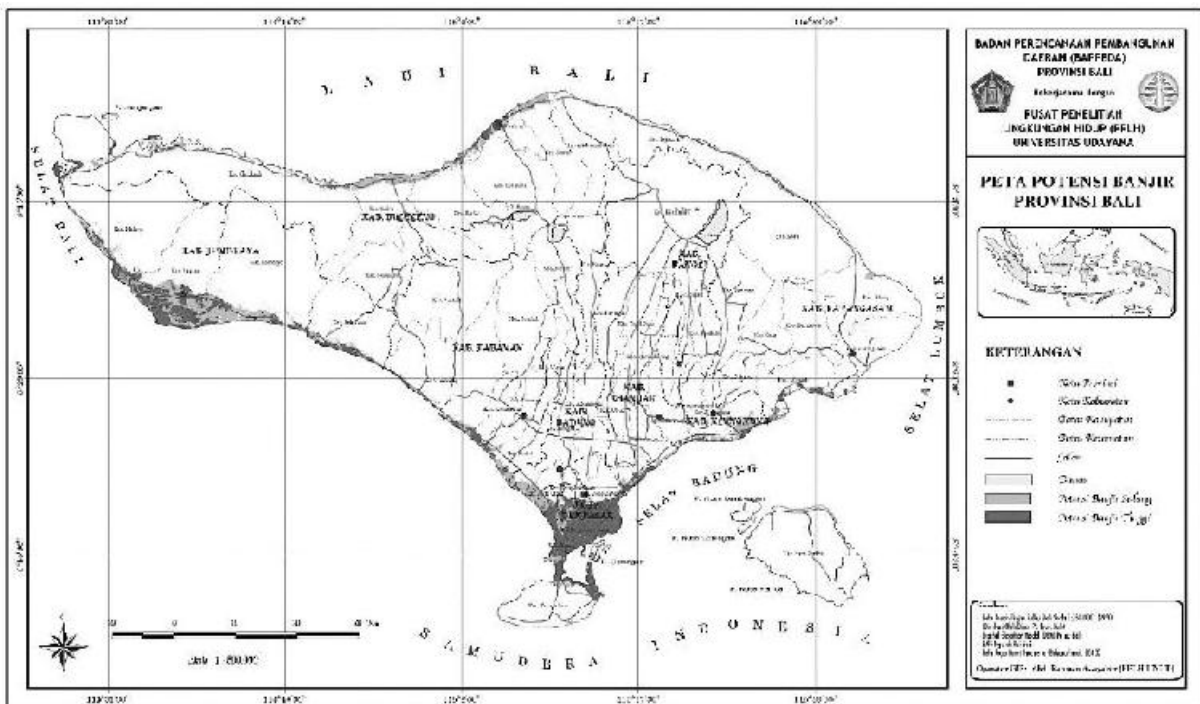
Fenomena cuaca ekstrem pada dasarnya tidak akan menjadi kendala ketika tidak ada aktivitas manusia. Kendati demikian, hal tersebut hampir tidak mungkin karena manusia selalu berinteraksi dengan lingkungan dalam segala aktivitasnya. Kejadian cuaca ekstrem dapat menimbulkan bencana lanjutan yang terkadang memberikan kerugian yang lebih besar. Hasil kajian identifikasi potensi bencana alam di Bali yang dilakukan Bappeda Bali dan PPLH Universitas Udayana pada tahun 2006 yang dimuat dalam dokumen Penyusunan Dokumen Manajemen Mitigasi Bencana, dijelaskan daerah yang berpotensi bencana dan rawan bencana. Daerah-daerah tersebut dipetakan dalam peta potensi angin kencang dan peta rawan angin kencang, peta potensi banjir dan peta rawan banjir, peta potensi kekeringan dan rawan kekeringan, peta potensi longsor dan rawan longsor. Potensi tinggi terkena angin kencang 151.835,49 ha (Gambar 4), kekeringan 12.947,12 ha (Gambar 5), banjir 17.495,82 ha (Gambar 6), tanah longsor 85.121,55 ha (Gambar 7), (BPBD Bali, 2010).



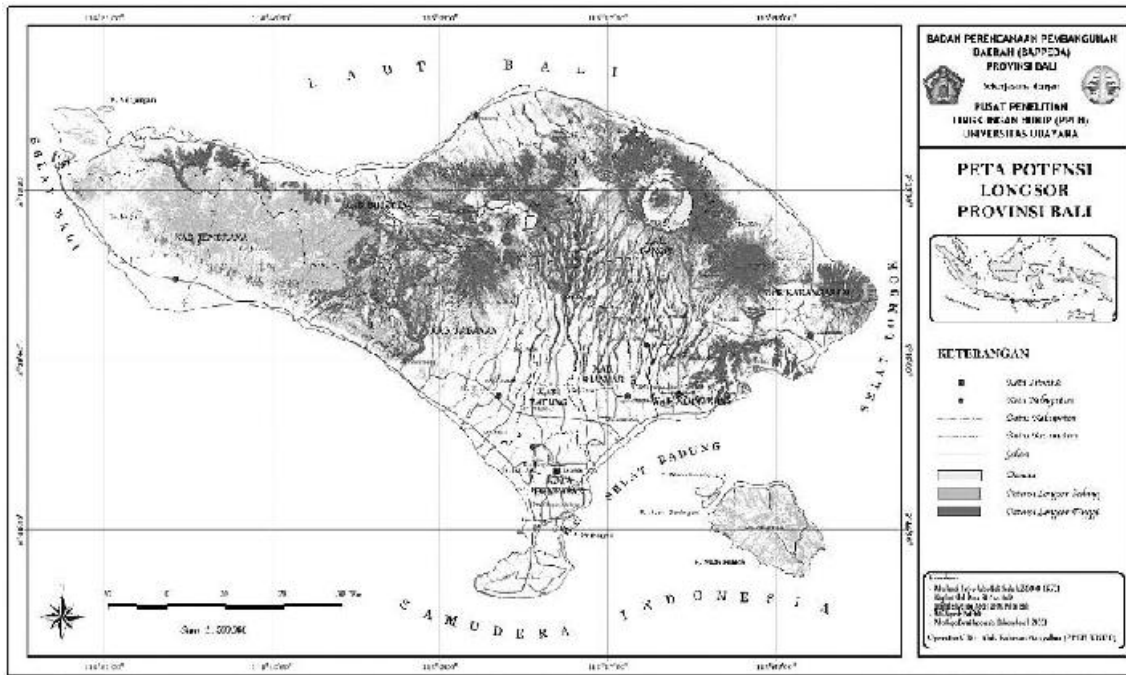
Gambar 4. Peta Potensi Angin Kencang. Sumber: BPBD Provinsi Bali, 2015.



Gambar 5. Peta Potensi Kekeringan
Sumber: BPBD Provinsi Bali, 2015.



Gambar 6. Peta Potensi Banjir
Sumber: BPBD Provinsi Bali, 2015.



Gambar 7. Peta Potensi Longsor
 Sumber: BPBD Provinsi Bali, 2015.

Bahkan perubahan iklim pernah diteliti dengan melihat kejadian dan fenomena alam di Pulau Bali. Dalam catatan Pusdalop pada tahun 2006 terjadi *El Nino* yang menimbulkan efek mundurnya awal musim hujan yang seharusnya terjadi pada bulan Oktober menjadi bulan November. Fenomena *La Nina* muncul karena suhu air laut di Pasifik bagian Timur lebih dingin dari biasanya. Ketika *La Nina* muncul, bagian sebelah barat pasifik mengalami peningkatan curah hujan sementara bagian sebelah timur pasifik mengalami pengurangan curah hujan. Tercatat frekuensi *La Nina* menjadi lebih sering dari sebelumnya. *La Nina* muncul pada kisaran antara 2-7 tahun (Pusdalop, 2010). Kejadian *El Nino* dan *La Nina* menunjukkan adanya potensi cuaca ekstrim yang kemungkinan menyebabkan bencana di wilayah Bali.

3.4. Histori Cuaca Ekstrim

Dari catatan BMKG yang diperoleh dari berbagai sumber diantaranya surat kabar dan laporan dari masyarakat, terdapat lebih dari 35 kejadian cuaca ekstrim sepanjang 2012-2014. Kejadian bencana yang diakibatkan oleh cuaca ekstrim tidak terekam di dalamnya. Bulan Januari 2012, tercatat terdapat enam kali kejadian cuaca ekstrim diantaranya hujan yang sangat lebat melebihi kondisi normal yang menyebabkan debit air meningkat. Pada bulan Januari 2012 juga dilaporkan terjadi banjir di Denpasar dan Gianyar Bali serta tanah longsor di Bangli. Pada bulan tersebut juga terjadi angin kencang di wilayah Gianyar, Klungkung, dan Badung. Kondisi ini diperparah dengan terjadinya angin kencang dan gelombang yang tinggi di perairan Bali. Pada bulan Maret 2012, kejadian cuaca ekstrim tercatat sebanyak empat kali yang tercatat terjadi tanah longsor. Pada Bulan Desember terjadi angin kencang dan diikuti dengan tanah longsor.

Pada tahun 2013 kondisi cuaca ekstrim meluas dari hanya Januari saja di tahun 2012 menjadi di bulan Februari 2013. Tercatat terdapat dua kejadian cuaca ekstrim di bulan Januari dan tujuh kejadian bencana cuaca ekstrim di bulan Februari 2013. Kejadian ini masih berlanjut di bulan Maret dengan adanya gelombang tinggi di wilayah Badung Selatan. Pada April dan Mei 2013 tidak terdapat kejadian cuaca ekstrim, namun bulan Juni, Juli dan Desember masing masing tercatat satu kali kejadian cuaca ekstrim yaitu hujan lebat disertai petir. Kejadian ini diikuti dengan kejadian tanah longsor di Tabanan, Desa Sekumpul, dan Galungan Buleleng. Banjir bandang di Buleleng tercatat juga di tersebut.

Tahun 2014, kecenderungan Januari dan Februari penuh dengan histori cuaca ekstrim masih terjadi. Cuaca ekstrim yang terjadi di awal tahun tersebut diantaranya hujan lebat, banjir bandang dan longsor. Bulan Juni dan Juli tidak terjadi cuaca ekstrim, hal ini berbeda dengan tahun-tahun sebelumnya. Di tahun 2014, kejadian baru datang di bulan Agustus yaitu gelombang tinggi di Nusa Ceningan dan Gianyar. Bulan Desember tercatat terjadi longsor di Payangan Gianyar dan di Karangasem terjadi banjir dan longsor. Rangkuman kejadian cuaca ekstrim dan dampaknya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Histori Cuaca Ekstrem Selama Tiga Tahun (2012 - 2014)

Waktu	Kejadian Cuaca Ekstrem 3 Tahun Terakhir
8 Januari 2012	Kondisi cuaca Ekstrem (hujan lebat) di wilayah Bali Bagian selatan
12 Januari 2012	Kejadian Banjir di wilayah Denpasar dan Gianyar Bali
15 Januari 2012	Kejadian tanah longsor di wilayah Bangli Bali
17 Januari 2012	Kejadian angin kencang di wilayah Gianyar dan Klungkung
21 Januari 2012	Kejadian angin kencang di wilayah Badung Bali
24 - 25 Januari 2012	Kejadian angin kencang dan gelombang tinggi di wilayah Bali
13 Maret 2012	Kejadian tanah longsor dan banjir di wilayah Bali
14 Maret 2012	Kondisi cuaca ekstrem di wilayah Bedugul-Baturiti
17 Maret 2012	Kejadian angin kencang di wilayah Bali
25 Desember 2012	Kejadian tanah longsor di wilayah Baturiti Tabanan
26 Desember 2012	Kondisi cuaca ekstrem di wilayah Batur-Kintamani
07 - 10 Januari 2013	Angin Kencang, Banjir dan Gelombang Tinggi di Wilayah Bali
11-15 Januari 2013	Kondisi Cuaca Terkait Kejadian Bencana di Wilayah Bali Pada
03 Februari 2013	Angin kencang di Wilayah Penebel Tabanan
18 Februari 2013	Angin kencang di Wilayah Tangguwisia Seririt
19 Februari 2013	Longsor di Wilayah GitGit Buleleng
20 Februari 2013	Banjir di Wilayah Budeng Negara
22 Februari 2013	Tanah Longsor di Lemukih Buleleng
24 Februari 2013	Angin Kencang di Wilayah Pantai Lovina - Singaraja
26 Februari - 03 Maret 2013	Bencana Banjir dan Tanah Longsor Beberapa Wilayah di Bali
26 Februari 2013	Angin Kencang dan Gelombang Tinggi di Wilayah Badung Selatan
05 Maret 2013	Angin Kencang di Kabupaten Klungkung dan Buleleng
27 Juni 2013	Banjir di Wilayah Ubud - Gianyar
06 - 08 Juli 2013	Bencana Tanah Longsor di Wilayah Sidemen Klungkung
15 dan 20 Desember 2013	Hujan Lebat dan Banjir di Buleleng
20 Desember 2013	Hujan Lebat Disertai Petir di Wilayah Tabanan
23 Januari 2014	Banjir Bandang di Buleleng
23 Januari 2014	Longsor di Tabanan
23 Januari 2014	Tanah longsor di desa Sekumpul dan Galungan Buleleng
25 - 26 Januari 2014	Hujan lebat di desa Buah Kintamani
4 Februari 2014	Kondisi Cuaca ekstrem di daerah Bedugul Baturiti
14 Februari 2014	Kondisi cuaca di Pemogan Denpasar
11 Agustus 2014	Gelombang tinggi di Nusa Ceninggan Bali
16 Agustus 2014	Gelombang tinggi di Gianyar
7 Desember 2014	Banjir dan tanah longsor di Karang Asem
27 Desember 2014	Longsor di Payangan Gianyar

Sumber: BMKG dan Media Massa, 2015

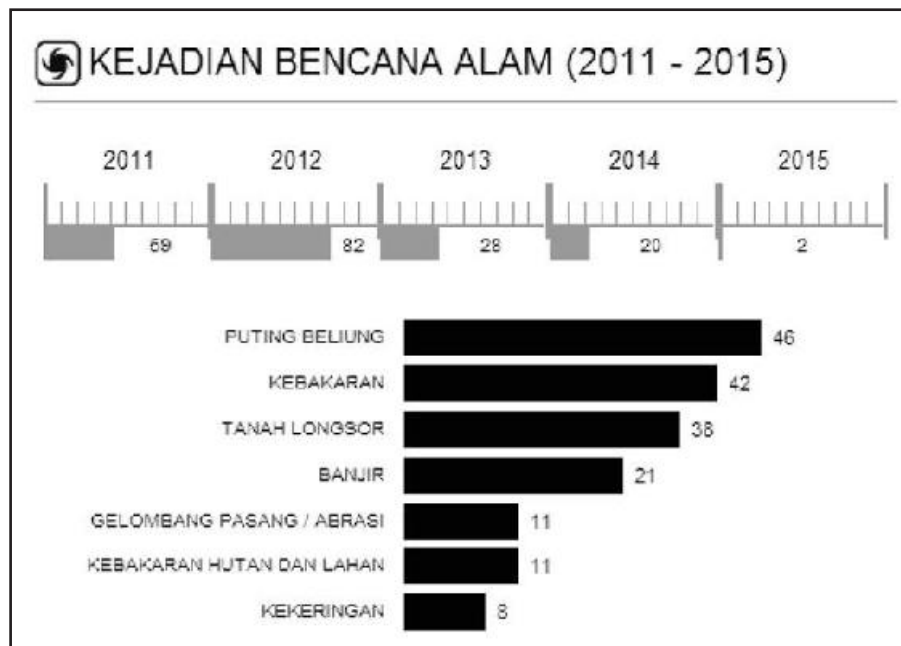
Berdasarkan catatan BMKG terdapat pula beberapa kejadian bencana yang menimpa daerah wisata. Angin kencang di wilayah Tanah Lot 17 Maret 2012 akibat siklon tropis LUA. Angin kencang di Kuta tanggal 9 Januari 2013 karena Siklon Narelle. Cuaca ekstrem di Penyeberangan Sanur Nusa Penida tanggal 15 Januari 2013, angin kencang Pantai Lovina Singaraja tanggal 24 Februari 2013 penyebab siklon tropis *Rusty*, angin kencang di seluruh Bali pada tanggal 21 Februari 2015 penyebab siklon tropis *Rusty*, Angin kencang di pelabuhan Ketapang pada tanggal 5 Januari 2015. Terjadi pula angin kencang di Tanjung Bena sekitar bulan Juli.

Beberapa kejadian banjir karena hujan lebat yang menimpa daerah wisata adalah sebagai berikut; (1) Banjir di Bedugul tanggal 14 Maret 2012 penyebabnya adalah siklon tropis LUA, (2) Banjir di Pura Ulun Danu

tanggal 15 Maret 2012, (3) Cuaca ekstrim di Kintamani tanggal 17 Januari 2013, (4) Banjir di Desa Trunyan Bali tanggal 28 Februari 2014, penyebabnya adalah hujan deras, (5) Cuaca ekstrim tanggal 31 Januari 2014 di wilayah Bali, (6) Cuaca ekstrim tanggal 16 Januari 2015 di wilayah Bali, dan (7) Banjir di Pantai Lovina tanggal 6 April 2015. Beberapa kejadian gelombang tinggi yang menimpa daerah wisata adalah sebagai berikut; (1) cuaca buruk seperti angin kencang, gelombang tinggi di Selatan Bali tanggal 1 Februari 2006 dan (2) angin kencang dan gombang tinggi di Buleleng tanggal 15 Maret 2012

Data lain yang bisa disajikan dalam tulisan ini tentang sejarah dan histori cuaca ekstrim diperoleh dari catatan BNPB. Pada tahun 2012 kecenderungan frekuensi kejadian lebih banyak dari tahun 2011 dan tahun tahun lainnya. Pada tahun 2011 terjadi 59 kejadian, 82 kejadian di tahun 2012, 28 kejadian di tahun 2013, 20 kejadian di tahun 2014 dan dua kejadian di tahun 2015, dimana laporan ini diperoleh pada bulan April 2015, sehingga catatan 2015 masih sedikit. Ada kemungkinan terjadi cuaca ekstrim pada tahun 2015 mendatang. Cuaca ekstrim yang paling sering terjadi adalah puting beliung, diikuti kebakaran, tanah longsor, banjir, gelombang pasang atau abrasi, kebakaran hutan dan lahan serta kekeringan.

Dalam kurun waktu lima tahun sejak tahun 2011-2015, apabila kita perhatikan bencana alam yang terjadi, didominasi oleh bencana karena faktor hidrometeorologi. Salah satu bencana alam karena faktor hidrometeorologi adalah cuaca ekstrim sebagaimana tercatat diatas. Yang menarik dari kejadian cuaca ekstrim ini terjadi pada bulan Januari - Mei (BNPB, 2015), sedangkan jumlah kunjungan wisatawan yang mengunjungi Bali tertinggi adalah pada Bulan Juni - Agustus (Dinas Pariwisata, 2015). Meskipun berdasarkan catatan histori cuaca ekstrim biasanya tidak terjadi di *peak season*, atau musim padat pengunjung, bukan berarti penyiapan dan penanggulangan harus diabaikan. Pada bulan Januari - Mei jumlah pengunjung cukup besar untuk menjadi tanggung jawab penyelenggara pariwisata. Catatan terbaru pada tahun 2014 terjadi bencana gelombang tinggi di Nusa Ceningan dan Gianyar pada bulan Agustus, ketika jumlah wisatawan cukup tinggi. Bukan tidak mungkin pada tahun tahun mendatang kejadian cuaca ekstrim akan bergeser pada *peak season*. Hal tersebut harus menjadikan perhatian bagi pengelola jasa wisata untuk memantau keadaan cuaca dan kemungkinan terjadinya bencana di Bali. Detil jumlah kejadian dapat dilihat pada gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. Kejadian Bencana Alam 2011-2015
Sumber : bnpb.go.id, 2015

Dalam kejadian bencana, wisatawan termasuk dalam populasi rentan, hal ini karena wisatawan tidak memiliki cukup pemahaman tentang lingkungan sebagaimana masyarakat lokal. Menurut Faulkner, 2003, menyatakan bahwa bencana alam sesungguhnya hal yang dapat di antisipasi dengan adanya perencanaan yang baik yang bisa mengurangi atau menghindari kejadian bencana. Ia menambahkan bahwa studi tentang bencana alam dan perubahan lingkungan di negara kepulauan masih sedikit (Faulkner, 2003). Meskipun pemahaman tentang risiko bencana dan perubahan iklim di Indonesia meningkat namun aksi yang nyata untuk mengurangi risiko dalam bidang pariwisata masih belum dilakukan secara maksimal.

3.5. Pelayanan Informasi dari Pemerintah (BMKG)

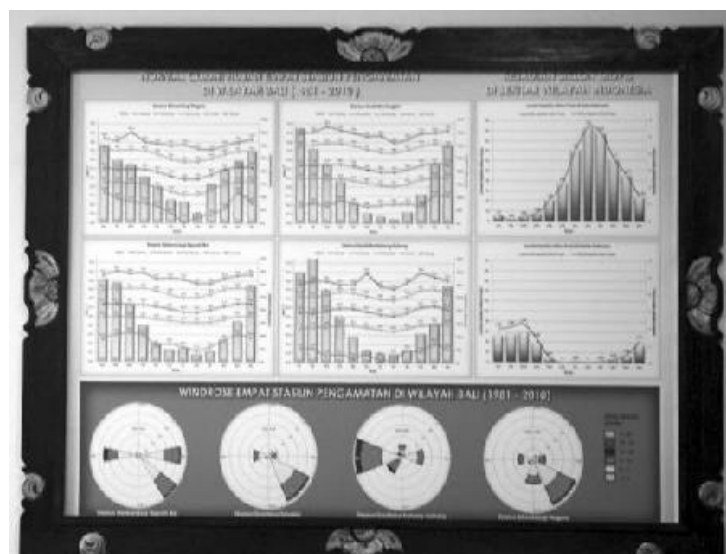
Secara geografis, Bali mempunyai karakteristik alam yang berpotensi terjadinya bencana alam. Potensi kerugian akibat bencana alam berupa kerugian materil dan immateril sangat besar. Pada tulisan ini, kami ingin menyajikan hasil wawancara dengan beberapa *stakeholder* pemerintah dan swasta berkaitan dengan kejadian cuaca ekstrim yang dapat memberikan dampak bagi kegiatan pariwisata di Bali.

Penurunan wisatawan pada masa-masa cuaca ekstrim diperkuat oleh pernyataan dari Dinas Pariwisata, yaitu terjadi pada tahun 2013 dan 2015. Sehingga kegiatan pariwisata sebaiknya mempertimbangkan kondisi cuaca dalam menjalankan aktivitasnya sehari-hari. Berdasarkan *interview* BMKG telah memiliki standar pelayanan terhadap masyarakat khususnya dalam hal penyampaian informasi cuaca ekstrim. Dalam melaksanakan tugas dan fungsinya, BMKG mendasarkan diri pada Peraturan Presiden No. 61 Tahun 2008 Pasal 2 ayat 1 menyebutkan bahwa tugas BMKG adalah melaksanakan pemerintahan di bidang meteorologi, klimatologi, dan geofisika. Sedangkan salah satu fungsinya sebagaimana Pasal 3 butir e dan g adalah memberikan pelayanan data dan informasi, serta menyampaikan informasi dan peringatan dini kepada pihak terkait serta masyarakat berkenaan dengan bencana karena faktor meteorologi klimatologi, dan geofisika. Ketentuan ini dipertegas oleh Undang Undang No. 31 Tahun 2009 Pasal 1 ayat 4 bahwa BMKG melakukan kegiatan pengamatan, pengelolaan data, pelayanan, penelitian, rekayasa, dan pengembangan, serta kerja sama internasional dalam bidang meteorologi, klimatologi, dan geofisika. Kegiatan-kegiatan tersebut bertujuan untuk poin (a) mendukung keselamatan jiwa dan harta (Pasal 3 butir a); meningkatkan layanan informasi secara luas, cepat, tepat, akurat, dan mudah dipahami (Pasal butir 9e); Dalam penyelenggaraan kegiatan-kegiatan tersebut BMKG berkoordinasi dengan instansi lain seperti kementerian perhubungan, BPBD, SAR atau Pemerintah daerah. Selain ketentuan nasional, ketentuan internasional juga mengatur cara kerja diseminasi yang tercakup dalam *World Meteorological Organization* No. tentang *Public weather Services*.

Kegiatan yang Telah Dilakukan

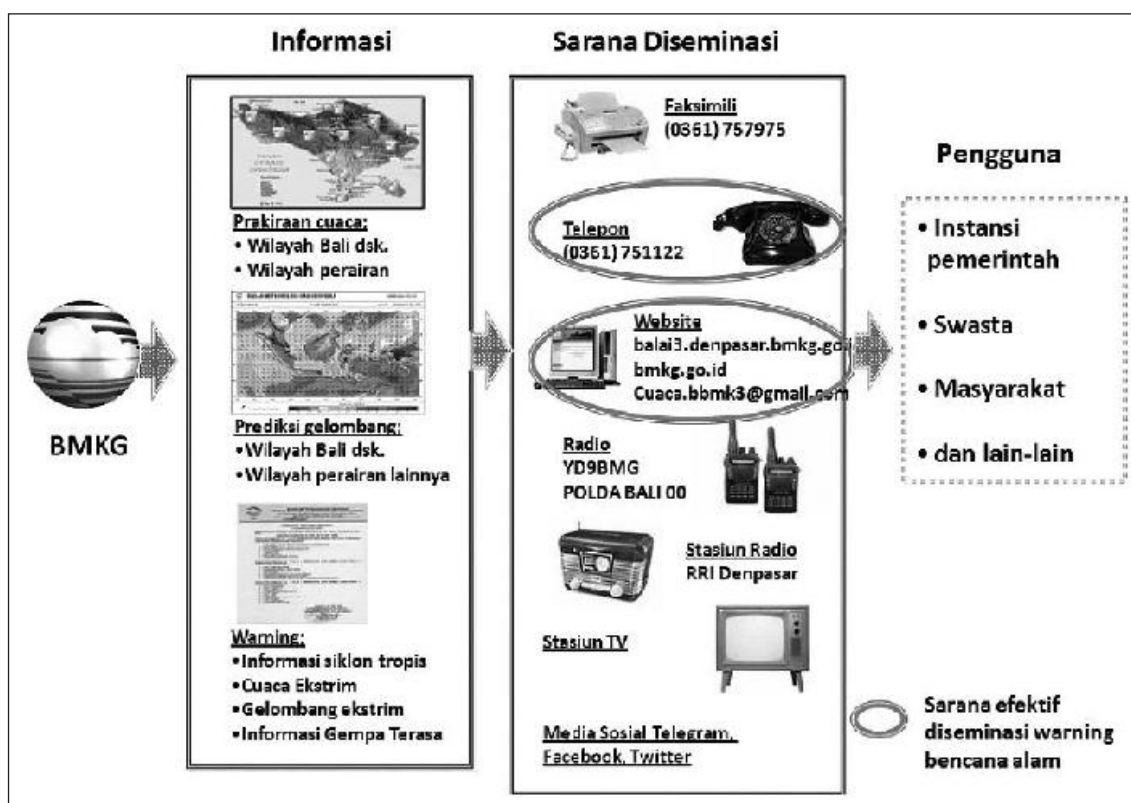
Ketentuan-ketentuan tersebut telah mendorong Balai besar MKG wilayah III melakukan upaya baik internal maupun eksternal. Upaya internal diantaranya adalah (1) Penyediaan data dan informasi melalui pemutakhiran informasi tiap hari secara terus menerus dan melayani 24 jam. Informasi yang disampaikan oleh Balai besar MKG wilayah III adalah informasi prakiraan umum provinsi Bali, prakiraan cuaca wisata, prakiraan untuk wilayah perairan. (2) Peningkatan perangkat pengolahan data seperti komputer untuk model cuaca dan radar cuaca, (3) Peningkatan kapasitas SDM seperti adanya rekonsiliasi *data base*, rekonsiliasi cuaca ekstrim, Bimbingan teknis radar, pengiriman staf ke luar negeri, (4) Peningkatan metode-metode prakiraan cuaca melalui koordinasi antar stasiun se provinsi Bali melalui kegiatan ICIG, (5) Melakukan kajian kejadian cuaca ekstrim yang dilaporkan media massa dalam bentuk Rekapitulasi Cuaca Ekstrim. Kajian dilakukan dengan mempertimbangkan unsur fenomena global seperti fenomena *El Nino* dan *dipole mode*, fenomena regional seperti aktifitas *Monsoon* dan *Maddey Julia Oscillation*, suhu muka laut, posisi daerah pusat tekanan rendah atau siklon tropis, daerah pembentukan awan aktif serta fenomena lokasi yang meliputi labilitas udara, liputan awan hasil pengamatan satelit dan atau radar, kondisi suhu, kelembaban dan unsur lain yang mendukung pada lokasi terjadinya cuaca ekstrim (SOP Cueks, 2010). Kajian ini menghasilkan beberapa hal. Pertama, Rekapitulasi cuaca ekstrim setiap tahun. Rekapitulasi ini tersedia sejak tahun 2013. Kedua, Cuaca ekstrim putting beliung yang dilaporkan media massa tidak sepenuhnya benar, melainkan cuaca ekstrim angin kencang.

Untuk memudahkan analisa, klimatologi siklon tropis, curah hujan, suhu udara, arah dan kecepatan angin BMKG membuat informasi klimatologi siklon tropis dan *streamline* karena ini adalah faktor dominan yang



Gambar 9. Klimatologi Beberapa Parameter Cuaca
Sumber: Dokumen Penulis, 2015

mempengaruhi dinamika cuaca Bali (Gambar 10). Klimatologi siklon tropis menggambarkan frekuensi kejadian siklon tropis setiap bulan pada wilayah utara Indonesia dan selatan Indonesia. Sebelum menjadi siklon tropis, sirkulasi angin umumnya membentuk bibit badai yang dikenal dengan daerah pusat tekanan rendah. Jika kondisi suhu permukaan laut tetap hangat dan bertahan, maka bisa berkembang menjadi siklon tropis. Selain itu pola *streamline* membelok atau konvergensi di atas wilayah Bali. Klimatologi curah hujan, suhu udara menggambarkan kondisi minimum, maksimum dan rata-rata dari masing-masing parameter. Sedangkan Klimatologi arah angin adalah arah angin dominan yang terjadi di wilayah Bali.



Gambar 10. Alur Diseminasi Cuaca BMKG Bali
Sumber: Interview BMKG, 2015

Kegiatan eksternal yang dilakukan oleh BMKG adalah diseminasi cuaca dengan alur seperti pada gambar 10. BMKG mengolah data dari berbagai sumber seperti data pengamatan, satelit, radar dan model cuaca sesuai dengan prosedur standar analisa cuaca, yang kemudian menghasilkan informasi cuaca. Informasi ini terdiri dari prakiraan cuaca perairan, prakiraan cuaca harian, prakiraan cuaca kabupaten dan prakiraan daerah wisata. Produk-produk ini disebarakan melalui facsimile, telepon, *website*, radio amatir, stasiun TV, dan Media Sosial. Berbagai jenis pengguna menerima informasi ini seperti instansi pemerintah, swasta, masyarakat dan lain-lain.

BMKG melakukan upaya kerjasama dengan instansi lain melalui bentuk bentuk kerjasama sesuai dengan tugas dan fungsi dari lembaga tersebut. Beberapa upaya yang dilakukan BMKG adalah sebagai berikut; (1) Meningkatkan kerjasama dengan instansi lain untuk diseminasi cuaca ekstrim seperti RRI, PHRI, Dinas Pariwisata, BPBD, (2) Mengikuti berbagai kegiatan koordinasi antar instansi seperti kegiatan sertifikasi kebencanaan kepada pihak perhotelan, mengikuti apel siaga bencana, (3) Menyampaikan informasi kepada pihak-pihak terkait melalui Fax, telpon, surat elektronik, group media sosial, Telegram, Facebook, twitter dan *website*, (4) Melalui Fax adalah Polda Bali, Pemda Kabupaten Jembrana, Pemda Kabupaten Tabanan, Pemda Kabupaten Klungkung, Korem dan kantor Gubernur, (5) Melalui surat elektronik kepada instansi pemerintah seperti BPBD kabupaten se-Bali, BPBD Provinsi Bali, Call Center Denpasar, Dinas Perhubungan Prov. Bali, Intelkam Poltabes Denpasar, Kepala Polda Bali, Kodam, PMI Prov. Bali, Pusdalops Prov. Bali, RRI Denpasar dan SAR Denpasar, Danlanal, Kantor ADPEL Benoa, Kantor ADPEL Gilimanuk, Kantor ADPEL Gilimanuk Kantor ADPEL Padang, Kantor Navigasi Benoa, Kantor Navigasi Benoa Pelabuhan Pengambangan, Dinas Pariwisata Prov. Bali, (6) Melalui surat elektronik ke media cetak dan elektronik seperti Bali TV, BMC

TV, Dewata TV, Pemred Bali Post, Pemred Denpost, Pemred Pos Bali, (7) Melalui *Short Message Services* (SMS) seperti BPBD Badung, BPBD Bangli, BPBD Denpasar, BPBD Gianyar, BPBD Karang Asem, BPBD Klungkung, BPBD Tabanan, RRI, BPBD Provinsi Bali, PMI, Kantor Gubernur, Pusdalops BPBD, *Call center* Denpasar, (8) Melalui wawancara *live* dengan media elektronik, (9) Melalui telpon seperti RRI, pihak hotel, masyarakat umum dll, (10) Melalui Display LCD Visumet yang dipasang di area wisata seperti Hardrock Café Pantai Kuta dan kantor Gubernur, (11) Siaran *live* dengan RRI, (12) *Pres release* kejadian cuaca esktrim, (13) Melalui Media sosial telegram.



Gambar 12. Penandatanganan MOU dengan RRI.



Gambar 13. Menghadiri Undangan Polri.



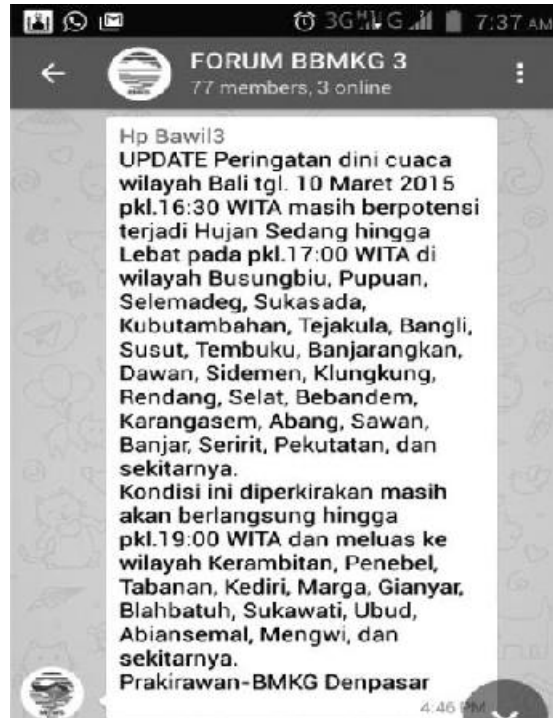
Gambar 14. Wawancara *Live* Kepala BMKG Wilayah III dengan TVRI

010	02/04/2015	RRI	On Air	13:24
011	02/04/2015	Wina	Euro Hari ini	08:48
012	02/04/2015	Indo		09:02
013	02/04/2015	Angga		09:51

Gambar 15. Daftar User yang Menelpon Info Cuaca.



Gambar 16. Info Cuaca Melalui Display LCD.



Gambar 17. Diseminasi Info Cuaca Melalui Telegram.

3.6. Sertifikasi Kesiapsiagaan Bencana bagi Penyedia Jasa Industri Pariwisata dan Penyedia Jasa Lainnya

Dalam upaya menanggulangi dan meningkatkan kesiapsiagaan di bidang pariwisata, pemerintah mencanangkan program sertifikasi kesiapsiagaan bencana bagi penyedia jasa industri pariwisata dan jasa lainnya. Sejak awal tahun hingga bulan Oktober 2014, Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Bali telah melaksanakan Verifikasi Kesiapsiagaan Bencana di beberapa hotel berbintang (bintang 4 dan 5) di Bali. Sebelumnya BPBD telah melakukan sosialisasi kepada 130 hotel yang ingin mendapat sertifikasi. Namun hasilnya hanya 15 hotel yang lolos uji sertifikasi untuk tahun 2014. Khusus di kawasan Pantai Kuta, hanya tiga saja yang menerima piagam sertifikasi. Ketiga hotel tersebut adalah Patra Jasa Bali Resort, Hard Rock Hotel dan Discovery Kartika Plaza.

Acara penyerahan sertifikat “Kesiapsiagaan Bencana” tersebut diserahkan langsung oleh Kepala Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Bali. Hotel-hotel tersebut dinyatakan aman dan nyaman dengan segala sarana dan prasarana yang dimiliki. Pada saat acara penyerahan sertifikat kesiapsiagaan bencana, dihadiri oleh beberapa asosiasi pariwisata seperti PHRI Bali, BHA, dan beberapa perwakilan hotel penerima sertifikat. Adapun hotel-hotel yang menerima Sertifikat Kesiapsiagaan Bencana Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Bali untuk tahun 2014, sebanyak 15 hotel, sebagai berikut :

1. The Patra Jasa Bali Resort & Villas (Kategori Utama/Gold)
2. Hard Rock Hotel (Kategori Utama/Gold)
3. Nusa Dua Beach Hotel & Spa (Kategori Utama/Gold)
4. Novotel Bali Nusa Dua Hotel & Residences (Kategori Utama/Gold)
5. Intercontinental Bali Resort (Kategori Utama/Gold)
6. The Westin Resort Nusa Dua Bali (Kategori Utama/Gold)
7. Conrad Bali (Kategori Utama/Gold)
8. Four Seasons Resort Bali at Jimbaran Bay (Kategori Utama/Gold)
9. Melia Bali Villas & Spa Resort Nusa Dua (Kategori Utama/Gold)
10. Sanur Paradise Plaza Hotel (Kategori Utama/Gold)
11. The Laguna Resort & Spa (Kategori Utama/Gold)
12. Le Meridien Bali Jimbaran (Kategori Utama/Gold)
13. Discovery Kartika Plaza (Kategori Utama/Gold)
14. Ayodya Resort Bali (Kategori Utama/Gold)
15. The St. Regis Bali Resort (Kategori Utama/Gold)

Pada periode berikutnya, oleh Tim Verifikasi Kesiapsiagaan Bencana, yang terdiri dari beberapa instansi dan *stakeholders* pariwisata, akan dilaksanakan verifikasi kesiapsiagaan bencana di beberapa hotel khususnya hotel bintang empat dan bintang lima, sehingga diharapkan hotel-hotel sebagai salah satu perangkat kepariwisataan (akomodasi) memiliki standar serta kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana.

Teknis Pelaksanaan Sertifikasi

Tujuan sertifikasi adalah memberikan penghargaan kepada sektor swasta yang telah melaksanakan kegiatan peningkatan kesiapsiagaan bagi perusahaannya dan telah sesuai dengan parameter yang ditetapkan. Dalam melaksanakan kegiatan ini, dilandasi oleh ketentuan-ketentuan sebagai berikut: (1) UU Nomor 24/Tahun 2007 Bab VI, Pasal 28 tentang Penanggulangan Bencana menyatakan bahwa Penanggulangan bencana bertujuan untuk memberikan perlindungan kepada masyarakat dari ancaman bencana dan melibatkan unsur Pemerintah, unsur masyarakat dan unsur swasta, (2) Peraturan Menteri Pariwisata dan ekonomi kreatif RI Bab II pasal 2 (Sistem Manajemen Pengamanan (SMP) hotel bertujuan untuk; mencegah dan mengurangi kerugian akibat ancaman-gangguan dan/atau bencana di hotel dan mewujudkan kenyamanan, keamanan dan keselamatan di hotel.

Selain Undang-Undang kebencanaan, dalam Rencana Penanggulangan Bencana Provinsi Bali juga sangat jelas mengisyaratkan bahwa peningkatan kapasitas menjadi prioritas program yang harus dilaksanakan. Dilatarbelakangi pemikiran tersebut, Gubernur Propinsi Bali menurunkan Surat Keputusan Nomor: 1849/04-1/HK/2013 yang isinya adalah pembentukan dan susunan keanggotaan tim verifikasi kesiapsiagaan bencana. Tim verifikasi ini dibentuk untuk melaksanakan pembinaan dan penilaian kesiapsiagaan sesuai dengan standard dan kriteria penanggulangan bencana. Tim ini juga mempunyai tugas sebagai berikut :

- a. Menyusun indikator atau parameter kesiapsiagaan menghadapi bencana;
- b. Menyusun *standar operating procedure* (SOP) pelaksanaan pembinaan dan penilaian;

1. Komponen Penilaian meliputi :
 1. Pengetahuan bencana
 - a. Pengetahuan umum
 - b. Partisipatif dalam kegiatan kebencanaan
 2. Infrastruktur
 3. Mitigasi
 - a. Mitigasi Struktural
 - b. Mitigasi Non Struktural
 4. Kesiapsiagaan dan Kapasitas Respons
 - a. Kesiapsiagaan
 - b. Sistem peringatan dini
 - c. Kapasitas Respons
 5. Keamanan
2. Tingkat penilaian dibagi menjadi 5 yakni :
 - Nilai 0 (nol) belum (dimulai, pernah, tersedia, direncanakan)
 - Nilai 1 (satu) langkah awal (sudah dilakukan, sudah direncanakan)
 - Nilai 2 (dua) sedang (berjalan/dilakukan)
 - Nilai 3 (tiga) hampir selesai (dilaksanakan/dilakukan)
 - Nilai 4 (empat) sudah selesai/pernah (dilakukan/dilaksanakan)
3. Pembobotan nilai

Jumlah nilai masing-masing sektor dikalikan dengan bobot nilai yang ditetapkan yakni :

 - a. Sektor Kesiapsiagaan dan Kapasitas Response nilai bobotnya adalah 3 (tiga)
 - b. Sektor Ilmu Pengetahuan bencana nilai bobotnya adalah 2 (dua)
 - c. Sektor Mitigasi nilai bobotnya adalah 2 (satu)
 - d. Keamanan nilai bobotnya adalah 1 (satu)
4. Nilai Maksimal

Yang dimaksud dengan nilai maksimal adalah nilai yang diperoleh X jumlah parameter/per sektor X nilai bobot.
5. Jenis sertifikasi dikelompokkan menjadi 3 (tiga) jenis sertifikasi sesuai dengan nilai/angka yang diperoleh setelah dijumlahkan seluruh komponen penilaian dengan ketentuan sebagai berikut :
 - a. Sertifikasi tingkat Pratama, mencapai nilai 60 - 69,9% dari nilai total maksimal (532)
 - b. Sertifikasi tingkat Madya, mencapai nilai 70 - 89,9% dari nilai total maksimal (532)
 - c. Sertifikasi tingkat Utama, mencapai nilai 90 - 100% dari nilai maksimal (532)

- c. Melaksanakan proses identifikasi risiko bencana;
- d. Melaksanakan penilaian kesiapsiagaan sesuai dengan indikator atau parameter yang telah ditentukan;
- e. Merekomendasikan hasil penilaian kepada Kepala Pelaksana Badan Penanggulangan Bencana Provinsi Bali;
- f. Melaporkan hasil pelaksanaan kegiatan kepada Gubernur melalui Kepala Pelaksana Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Bali.

Tim Verikasi melibatkan berbagai instansi seperti Gubernur Bali, Kepala BPBD Provinsi Bali, Kepala Pelaksana BBPD Provinsi Bali, Kepala UPT Pusat Pengendalian Operasional Penanggulan Bencana BPBD Provinsi Bali, Korem 163/Wirasatya, Polda Bali, PHRI, Dinas Pariwisata, Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Bali, Dinas Sosial Provinsi Bali, Balai Besar Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar, Setda Provinsi Bali, Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi Provinsi Bali, Forum Pengurangan Risiko Bencana Provinsi Bali, Kantor SAR Denpasar, Dinas Kesehatan Provinsi Bali, PMI Provinsi Bali, Sekretaris BPBD provinsi Bali, Bidang Kedaruratan dan logistik BPBD Provinsi Bali, Bidang Rehabilitasi dan Rekonstruksi BPBD Provinsi Bali, Bidang Kesiapsiagaan Bencana BPBD Provinsi Bali, staf Pusdalops BPBD Provinsi Bali.

Tugas tim ini adalah menyusun petunjuk pelaksanaan teknis yang akan digunakan oleh tim perusahaan swasta, bisnis dan sektor swasta dan penyedia jasa lainnya mencakup perencanaan kegiatan, aspek/parameter penilaian kesiapsiagaan bencana, mekanisme kerja, dan metode sesuai dengan kaidah majamen bencana, siklus bencana dan bagaimana mekanisme pembuatan proposal sertifikasi kepada BPBD Provinsi Bali. Petunjuk teknis ini berisi hal-hal sebagai berikut: Pendahuluan, Pengertian dan Prinsip, Aspek-

aspek penilaian, Persiapan dan Pengorganisasian, Kelengkapan Administrasi, Kelengkapan piranti keras, Mekanisme pengajuan sertifikasi, Dana/Pembiayaan. Aspek penilaian meliputi komponen penilaian, tingkat penilaian, Pembobotan nilai dan tingkat sertifikasi.

3.7. Permasalahan

Pertama, seperti telah diketahui bersama Bali menjadi tujuan wisata domestik dan mancanegara. Hal ini ditandai oleh jumlah kunjungan wisatawan mancanegara meningkat dari tahun ke tahun (Statistik Pariwisata Bali, 2013). Selain itu, hampir seluruh Bali, merupakan daerah tujuan wisata (Dinpar, 2013). Namun demikian, informasi yang disampaikan oleh BMKG belum menjadi faktor penting bagi pengelola jasa pariwisata dalam menentukan dan menyusun *itinerary* perjalanan.

Kedua, Dinas Pariwisata Propinsi Bali telah memprogramkan banyak desa menjadi desa wisata (Dinpar Bali, 2015). Desa desa yang menjadi obyek wisata didominasi oleh desa yang berada di lereng gunung yang berpotensi terjadi longsor. Dengan demikian diperlukan upaya penyiapan dan antisipasi kejadian bencana di obyek wisata khususnya desa wisata. Kelemahan desa wisata adalah bahwa daerah wisata dikelola oleh masyarakat yang kadang kadang memiliki kemampuan antisipasi bencana yang masih tradisional. Meskipun tidak bisa disimpulkan bahwa antisipasi cara tradisional tidak efektif, namun demikian sentuhan program pemerintah diperlukan untuk memberikan pengarahan yang seperlunya bagi desa desa wisata yang berpotensi terjadi bencana.

Ketiga, respon industri pariwisata cukup bagus. Mereka sangat membutuhkan sertifikat ini untuk memberi jaminan rasa aman dan nyaman kepada para tamu hotel dan tentunya meningkatkan pemasukan bagi hotel. Penilaian dilakukan selama satu bulan untuk setiap hotel. Menurut Sekretaris PHRI berharap persoalan penanggulangan bencana alam tidak hanya karena adanya tsunami tetapi juga tanah longsor. Hal ini disebabkan mulai *booming* hotel-hotel didirikan di tepi tebing. Upaya sertifikasi kesiapsiagaan hotel di kawasan Bali disambut baik oleh banyak pihak, terutama disambut baik oleh pihak hotel. Melalui wawancara yang dilakukan dengan PHRI Provinsi Bali diperoleh informasi bahwa dengan adanya sertifikat kesiapsiagaan hotel dapat meningkatkan *selling point* atau nilai jualnya. Nilai jual yang tinggi merupakan faktor yang mempengaruhi keberhasilan promosi dari hotel. Dengan demikian hotel dapat bersaing dengan hotel hotel lainnya yang belum bersertifikasi. Pasar merespon hal tersebut dengan memilih hotel yang sudah memiliki standar kesiapsiagaan bencana. Kendati demikian, berdasarkan wawancara dengan pihak hotel, terdapat keluhan bahwa hal ini menjadikan biaya tambahan bagi mereka. Hotel harus mengeluarkan dana tambahan untuk melakukan pelatihan terhadap seluruh staf. Hotel harus mengeluarkan biaya untuk pengadaan alat alat yang diperlukan untuk kesiapsiagaan.

Keempat, hasil wawancara dengan wisatawan yang berkunjung ke Bali menunjukkan sebenarnya mereka cukup sadar dengan bahaya yang mungkin akan terjadi selama perjalanan. Sebelum datang ke Bali beberapa dari mereka membaca majalah dan buku petunjuk perjalanan yang diterbitkan oleh luar negeri seperti *National Geographic*, *Lonely Planet* dsb. Persoalan yang adalah saat ini wisatawan dari mancanegara mengakses data cuaca dari penyedia jasa luar negeri.

Rekomendasi

Kemudahan akses informasi, informasi yang akurat tidak akan berguna ketika masyarakat sulit dalam melakukan akses. Untuk itu diperlukan informasi yang mudah diakses baik oleh pihak hotel, pihak biro perjalanan wisata, masyarakat dan wisatawan itu sendiri. Mungkin akan berguna apabila informasi cuaca tersebut dapat diberikan langsung kepada wisatawan sehingga bagi wisatawan yang masuk dalam segmen *backpacker* akan dapat mengambil keputusan tentang perjalanannya.

Peningkatan kerjasama dan koordinasi dengan dinas terkait dan masyarakat. Institusi pemerintah dalam penanganan bencana menunjukkan kinerja yang semakin membaik. Berdasarkan wawancara yang dilakukan penulis, Pusdalop, BNPB, BMKG, memiliki forum khusus yang membahas tentang persoalan dan kejadian bencana. Forum ini diadakan rutin sebagai ajang koordinasi antar institusi.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan adanya informasi prakiraan cuaca ekstrim yang cukup memadai dari BMKG untuk wilayah Bali dan sekitarnya. Kendati demikian informasi tersebut mengalami beberapa persoalan untuk bisa sampai kepada penyedia jasa biro perjalanan wisata dan praktisi pariwisata. Informasi cuaca tersedia di hotel berbintang dan telah menjadi keharusan bagi hotel berbintang untuk menyediakan informasi cuaca. Informasi cuaca belum diakses secara maksimal oleh *tour operator*. Karena dalam upaya

menyusun paket wisata, pertimbangan cuaca tidak menjadi alasan utama selain hal lain misalnya jarak tempuh, jumlah wisatawan, jenis kendaraan dll. Rekomendasi dari tulisan ini adalah perlunya kemudahan akses informasi yang disiapkan kepada masyarakat umum dan wisatawan. Selain itu juga direkomendasikan adanya peningkatan kerjasama dan koordinasi dengan dinas terkait dan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, (2010). Buku laporan Bencana. Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Bali.
2. Anonim, (2011). Buku laporan Bencana. Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Bali.
3. Anonim, (2012). Buku laporan Bencana. Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Bali.
4. Anonim, (2013), Rekapitulasi Analisa Cuaca Ekstrem Provinsi Bali Tahun 2012. Balai Besar MKG Wilayah III Denpasar.
5. Anonim, (2014), Rekapitulasi Analisa Cuaca Ekstrem Provinsi Bali Tahun 2013. Balai Besar MKG Wilayah III Denpasar.
6. Anonim, (2015), Rekapitulasi Analisa Cuaca Ekstrem Provinsi Bali Tahun 2014. Balai Besar MKG Wilayah III Denpasar.
7. Anonim, (2010), Prosedur Standar Operasional Pelaksanaan Peringatan Dini, Pelaporan dan Dismeinasi Informasi Cuaca Ekstrem. Peraturan Kepala Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika No.KEP.009 Tahun 2010.
8. Anonim, (2015). Petunjuk Teknis Sertifikasi Kesiapsiagaan Bencana Bagi penyedia Jasa Industri Pariwisata, Bisnis dan Penyedia Jasa Lainnya. BPBD Provinsi Bali
9. Coalter, F. (1999). Leisure sciences and leisure studies: The challenge of meaning. *Leisure Studies: Prospects for the Twenty-First Century*, , 507-519.
10. Cohen, E. (1988). Authenticity and commoditization in tourism. *Annals of Tourism Research*, 15(3), 371-386.
11. Faulkner, B. (2003). Towards a framework for tourism disaster management. *Managing Tourist Health and Safety in the New Millennium*, , 155-176.
12. Sidemen, P. 2015. Situs <http://www.phribali.or.id/general/sertifikat-kesiapsiagaan-bencana.htm>Situs <http://dibi.bnpp.go.id/> diakses tanggal 12 Mei 2015
13. Situs <http://metrobbali.com/2014/10/30/bpbd-bali-nyatakan-15-hotel-di-bali-kategori-aman/>diakses tanggal
14. Situs <http://popbbali.com/peta-pulau-dan-kawasan-wisata-di-bali/peta-pulau-bali/> diakses tanggal 1 Mei 2015
15. Situs https://www.facebook.com/balipost/posts/429177427148904?stream_ref=5 diakses tanggal 2 April 2015
16. Situs <https://www.facebook.com/bisnisbalicom/posts/431658206906622> diakses tanggal 2 April 2015
17. Situs <http://balipost.com/read/headline/2015/02/21/30204/atap-kudeta-restoran-disapu-angin-kencang-lima-wisatawan-asing-terluka.html> diakses tanggal 2 April 2015
18. Situs <http://www.nusabali.com/opensoc.php?id=32289&page=&date=> diakses tanggal 2 April 2015
19. Situs <http://www.denpostnews.com/seputar-bali/angin-kencang-kunjungan-ke-wisata-tirta-anjlok.html> diakses tanggal 2 April 2015
20. Situs <http://www.travelerbali.com/index.php?act=detail&id=638> diakses tanggal 2 April 2015
21. Situs <http://bisnisbbali.com/2013/01/19/news/pariwisata/ss.html> diakses tanggal 2 April 2015
22. Situs <http://www.beritasatu.tv/news/banjir-wisata-desa-trunyan-bali-ditutup-sementara/> diakses tanggal 2 April 2015
23. Situs <http://kabar24.bisnis.com/read/20130116/186/131482/cuaca-ekstrem-wisata-bahari-berisiko-rugi> diakses tanggal 2 April 2015
24. Situs <http://bali.tribunnews.com/2015/04/06/banjir-sebabkan-kemacetan-hingga-15-km-di-kawasan-wisata-lovina>
25. Situs <http://www.bnpp.go.id/pengetahuan-bencana> diakses tanggal 2 April 2015
26. Situs <http://regional.kompas.com/read/2012/03/16/15435352/Cuaca.Ekstrem.Tewaskan.8.Orang.di.Bali> diakses tanggal 2 April 2015
27. Situs <http://www.balipost.co.id/balipostcetak/2006/2/2/par3hl.htm> diakses tanggal 2 April 2015
28. Situs http://file.upi.edu/Direktori/FPIPS/JUR._PEND._GEOGRAFI/132314541-LILI_SOMANTRI/makalah_bali.pdf diakses tanggal 5 Mei 2015.
29. Situs <http://balipost.com/read/headline/2014/01/31/3405/libur-imlek-dongkrak-tingkat-hunia-hotel->

di-denpasar.html diakses tanggal 6 Mei 2015

30. Situs <http://bisniskeuangan.kompas.com/read/2013/03/01/1114270/Cuaca.Ekstrem.Wisman.ke.RI>. Anjlok diakses tanggal 8 Mei 2014
31. Situs <http://nasional.kompas.com/read/2015/03/05/04171241/Faktor.Cuaca.Sebabkan.Jumlah.Kunjungan.Wisatawan.Asing.di.Januari.Anjlok> diakses tanggal 8 mei 2015
32. Statistik Pariwisata Bali 2013. 2013. Dinas pAriwisata Provinsi Bali.

DETEKSI ZONA AKTIF UNTUK KEJADIAN HUJAN EKSTRIM DI INDONESIA

Oleh:

Heri Kuswanto^{a,b,*} dan Sri Hidayati^b

^aPusat Studi Kebumian, Bencana dan Perubahan Iklim,

^bJurusan Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Noverber, Surabaya, 60111

*kuswanto.its@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu metodologi untuk mendeteksi zona aktif pada kejadian hujan ekstrim di salah satu wilayah di Indonesia. Zona aktif merupakan wilayah pada level atmosphere, yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap kejadian ekstrim di wilayah studi. Pendeteksian ini akan bermanfaat bagi forecaster untuk bisa memprediksi kejadian hujan ekstrim, sehingga tindakan pencegahan untuk meminimalkan risiko bencana dapat diantisipasi. Untuk mendeteksi zona aktif ini, dilakukan prosedur statistik yang dapat menguji perbedaan signifikansi antara fenomena cuaca di lapangan dan beberapa variabel terkait pada level tekanan atmosfer. Dalam penelitian ini, diberikan ilustrasi deteksi zona aktif untuk kejadian hujan ekstrim di Indramayu.

Kata kunci: Zona aktif, ekstrim, risiko, forecaster.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perubahan iklim yang terjadi dalam dekade terakhir telah menyebabkan naiknya intensitas kejadian cuaca ekstrim, salah satunya adalah curah hujan ekstrim di Indonesia. Pall *et al.* (2011) menunjukkan bahwa emisi gas global *anthropogenic greenhouse* telah menyebabkan naiknya risiko banjir di Inggris. Dengan menggunakan kasus data pada Northern Hemisphere, Min *et al.* (2011) menunjukkan bahwa perlakuan manusia dalam gas *greenhouse* telah berkontribusi terhadap naiknya intensitas kejadian presipitasi berat. Dai *et al.* (2011) menemukan bahwa persentase global area kering telah naik sekitar 1.74% per dekade dari 1950 sampai 2008 disebabkan oleh pemanasan global. Hansen *et al.* (2012) berpendapat bahwa anomali ekstrim sebagaimana yang terjadi di Texas dan Oklahoma pada tahun 2011 dan Moscow 2010 merupakan konsekuensi dari pemanasan global. Penelitian lain yang membahas tentang pengaruh perubahan iklim terhadap cuaca ekstrim adalah Coumou dan Rahmstorf (2012). Khususnya di Jawa Barat, curah hujan ekstrim telah menimbulkan banjir besar yang menyebabkan kerugian baik material maupun korban nyawa. Oleh sebab itu, diperlukan suatu tindakan untuk bisa meminimalisasi risiko bencana akibat curah hujan ekstrim. Salah satu yang bisa dilakukan adalah dengan mempelajari *meteorological pattern* pada satu atau dua hari sebelum terjadinya hujan ekstrim, agar tindakan antisipasi bisa dilakukan jika *pattern* yang ada terjadi lagi. Dalam penelitian ini akan dikembangkan peta komposit untuk menggambarkan pola yang terjadi di atmosfer sebelum kejadian hujan ekstrim di Indramayu (sebagai *pilot study*). Peta yang akan dikembangkan mempunyai resolusi yang tinggi (dengan *grid space* 0.25 derajat) agar dapat menghasilkan peta dengan kemampuan prediksi yang tinggi. Dengan menggabungkan data *output* dari model dinamik dengan teknik statistik *bootstrap*, akan bisa diketahui keadaan atmosfer untuk variabel-variabel cuaca di Indonesia yang mempunyai pola khusus yang secara signifikan berhubungan dengan akan terjadinya hujan ekstrim di Indramayu, yang disebut dengan zona aktif. Penggunaan *bootstrap* didasarkan pada kenyataan bahwa data curah hujan (ekstrim) tidak berdistribusi normal, sehingga prosedur non parametrika seperti *bootstrap* sangat *powerful* untuk kasus yang diteliti. Prosedur *bootstrap* yang sebelumnya pernah diaplikasikan juga oleh Grotjahn and Faure (2008) akan diaplikasikan pada semua titik koordinat pada daerah-daerah yang tercakup dalam peta (seluruh wilayah Indonesia dan sekitarnya). Dalam bahasa sederhana, penelitian ini akan mengembangkan sebuah peta yang memberikan petunjuk tentang apa yang sebenarnya terjadi di

atmosfer pada satu dan dua hari sebelum terjadi hujan ekstrim di Indramayu, berdasarkan data series selama kurun waktu sekitar 30 tahun. Penggunaan metode statistika seperti *bootstrap* telah mampu mendapatkan suatu kesimpulan umum dengan reliabilitas yang tinggi dan dapat dipertanggungjawabkan tentang wilayah-wilayah (zona) aktif di level atmosfer Indonesia yang berpotensi berhubungan dengan kejadian hujan ekstrim di Indramayu. Penelitian ini memberikan ilustrasi deteksi curah hujan ekstrim melalui tekanan udara permukaan.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam analisis tsunami multi skenario adalah modifikasi metode Berryman (2006). Metode Berryman menggunakan 3 variabel dalam perhitungan bahaya tsunami, antara lain yaitu elevasi, kekasaran permukaan, dan ketinggian gelombang.

Penelitian ini menggunakan dua jenis data yaitu:

- Data curah hujan
Data ini berupa hasil pengamatan curah hujan harian yang didapatkan dari Stasiun Pengamatan Meteorologi Khusus (SPMK) Indramayu dan akan dilengkapi dengan data dari BMKG Pusat Jakarta. Data yang di analisis mulai tahun 1979 sampai tahun 2006.
- Data atmosfer
Data ini berupa data-data variabel cuaca yaitu *Mean Sea Level Pressure* (MSLP). Data ini merupakan data *output* model dinamik hasil *reforecast* yang disebut dengan *Era Interim Reforecast data*. Data ini tersedia secara online pada www.ecmwf.int (dalam format nc.). Data yang akan digunakan adalah mulai tahun 1979 - 2013.

Berikut dijelaskan langkah penelitian

1. Menentukan hari/tanggal kejadian ekstrim
2. Mendeskripsikan data tekanan permukaan daerah-daerah di Indonesia pada koordinat 5° LU - 10° LS dan 100°BB - 150° BT dengan grid 0,25°.
3. Menganalisis data tekanan udara permukaan saat 1 hari dan 2 hari sebelum (H-1 dan H-2) kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu dengan metode *bootstrap*.
 - Menggunakan teknik *bootstrap* pada data tekanan udara permukaan saat 1 hari dan 2 hari sebelum (H-1 dan H-2) kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu untuk mendapatkan estimasi rata-rata di tiap koordinat pengamatan.
 - Menggunakan metode *bootstrap* persentil untuk mengestimasi selang kepercayaan.
 - Pengujian rata-rata data tekanan udara permukaan saat 1 hari dan 2 hari sebelum (H-1 dan H-2) kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu. Jika berada di luar selang kepercayaan, maka tekanan udara permukaan di koordinat tersebut termasuk ke dalam *active zone*.

Teknik *Bootstrap*

Dalam statistika, *bootstrap* merupakan metode untuk mengukur akurasi (dalam bentuk bias, varians, interval konfidensi, kesalahan prediksi atau ukuran lain) untuk menaksir sampel (Efron and Tibshirani, 1993; Efron, 2003). Metode ini mengestimasi distribusi *sampling* dari ukuran statistik menggunakan prosedur yang sangat sederhana yaitu dengan metode *resampling*. *Bootstrap* menaksir properti (ukuran statistik) dari estimator dengan mengukur properti tersebut dari *sampling* distribusi yang mendekati. Salah satu pilihan standard untuk mendekati distribusi adalah melalui distribusi empiris dari data yang dianalisa. Pada kasus dimana serangkaian pengamatan diasumsikan berasal dari populasi yang independen dan identik, distribusi empiris dapat di bangun dengan mengenerate sejumlah *resampling* dari data yang diamati (dengan ukuran sampel yang sama dengan data aslinya), yang mana masing-masing di ambil secara acak dari data asli. *Bootstrap* juga dapat digunakan untuk pengujian hipotesa. Pada kasus ini, biasanya digunakan sebagai alternatif untuk inferensi statistika yang membutuhkan asumsi distribusi yang tidak terpenuhi atau pendekatan parametrik dengan perhitungan *standard error* yang sangat kompleks. Berikut adalah tahapan prosedur *bootstrap*:

1. Diberikan sampel berukuran n .
2. Lakukan *resampling* dengan pengembalian sehingga didapatkan sebanyak I replikasi ($i = 1, 2, \dots, \text{REP}$), REP biasanya 1000 dan semakin besar replikasi semakin bagus
3. Hitung penaksir dari setiap proses *resampling* : $\hat{\theta}_{b,1}, \hat{\theta}_{b,2}, \dots, \hat{\theta}_{b,\text{REP}}$; bentuk umumnya $\hat{O}_{b,i}$.

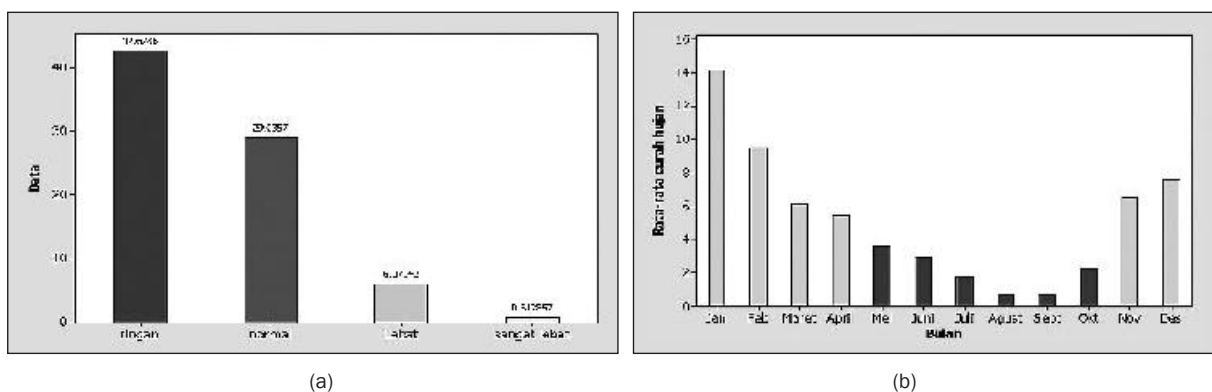
$$4. \text{ Hitung penaksir bootstrap : } \hat{\theta}_{\text{bootstrap}} = \hat{\theta}_b = \frac{1}{\text{REP}} \sum_{i=1}^{\text{REP}} \hat{\theta}_{b,i}$$

Metode *bootstrap* juga telah banyak diaplikasikan untuk menyelesaikan permasalahan dalam bidang meteorologi dan klimatologi seperti pada Lall dan Sharma (1996), Orłowsky et al. (2010), Mudelsee (2012) yang membahas aplikasi *bootstrap* pada *risk climate analysis*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Statistik deskriptif curah hujan harian Kabupaten Indramayu periode tahunan untuk tahun 1979 - 2006 pada stasiun pengamatan di daerah Bangkir dilakukan sebagai informasi awal untuk mengetahui karakteristik dan pola curah hujan yang dapat digunakan untuk analisis selanjutnya.

Gambar 1(a) menunjukkan bahwa dalam periode satu tahun, rata-rata terjadi curah hujan ringan sebanyak 43 hari, rata-rata terjadi hujan normal sebanyak 29 hari, rata-rata terjadi hujan lebat sebanyak 6 hari, dan rata-rata terjadi hujan sangat lebat sebanyak 1 hari. Dan informasi tentang curah hujan harian periode bulanan di Kabupaten Indramayu ditampilkan pada Gambar 1(b). Rata-rata curah hujan harian perbulan dari tahun 1979 - 2006 di Kabupaten Indramayu yang ditampilkan pada Gambar 1b menunjukkan bahwa musim penghujan di Kabupaten Indramayu terjadi pada bulan November - April, sedangkan musim kemarau terjadi pada bulan Mei - Oktober.



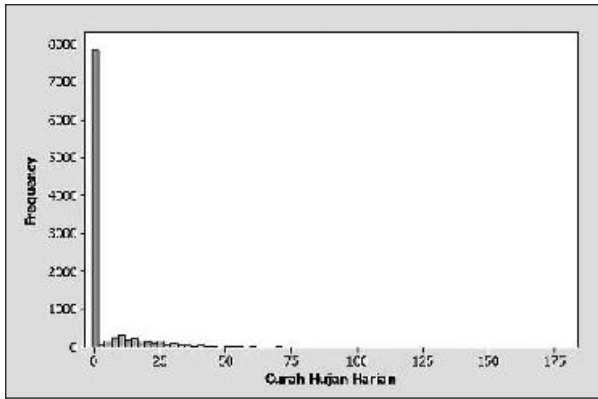
Gambar 1. (a) Diagram Kriteria Hujan (b) Pola Curah Hujan Harian per Bulan.

3.1. Identifikasi Nilai Ekstrem pada Curah Hujan Ekstrem di Kabupaten Indramayu

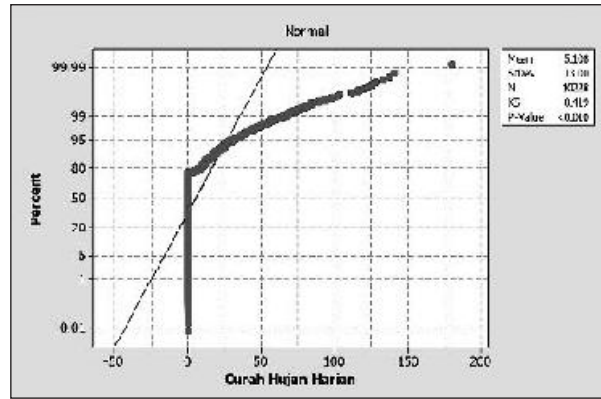
Identifikasi adanya kejadian ekstrem dapat juga dilihat dengan menggunakan histogram dan *normality probability plot*. Gambar 2(a) menunjukkan bahwa pola data curah hujan harian mengandung distribusi berekor (nilai ekstrem) sehingga diindikasikan distribusi yang terbentuk tidak berdistribusi normal. Sebaran titik-titik pada Gambar 2(b) terlihat tidak mengikuti garis linier sehingga dapat disimpulkan bahwa data curah hujan harian di Kabupaten Indramayu tidak mengikuti distribusi normal. Hal ini juga diperkuat dengan nilai *p-value* yang kurang dari 0,01. Salah satu pendekatan untuk mengidentifikasi batasan nilai ekstrem adalah POT (*Peaks Over Threshold*), yakni penentuan nilai ekstrem yang dilakukan dengan menggunakan patokan yang disebut *threshold* (u). Dalam penelitian ini, metode yang digunakan dalam menentukan *threshold* adalah *Mean Residual Life Plot* (MRLP) yang ditampilkan pada Gambar 3(a).

Nilai *threshold* dipilih dengan cara melihat pola grafik yang membentuk garis lurus atau linier pada *threshold*. Ketika pola grafik sudah tidak beraturan maka nilai *threshold* dapat dipilih pada titik awal terjadinya perubahan pola tersebut. Pada Gambar 3(a), pola grafik MRLP mulai tidak beraturan pada titik 50, sehingga nilai *threshold* yang dipilih sebesar 50. Pengambilan sampel ekstrem dilakukan dengan mengambil data yang hanya melebihi nilai *threshold* yang disajikan pada Gambar 3(b). Sehingga didapatkan dari tahun 1979 - 2006 sebanyak 175 hari terjadi hujan ekstrem, yang dirangkum pada Gambar 4.

Berdasarkan Gambar 4 diketahui bahwa curah hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu banyak terjadi pada bulan-bulan penghujan. Puncak kejadian curah hujan ekstrem atau yang paling sering terjadi hujan ekstrem berada pada bulan Januari. Sedangkan di bulan-bulan penghujan, frekuensi terjadi hujan ekstrem yang paling kecil berada pada bulan November.

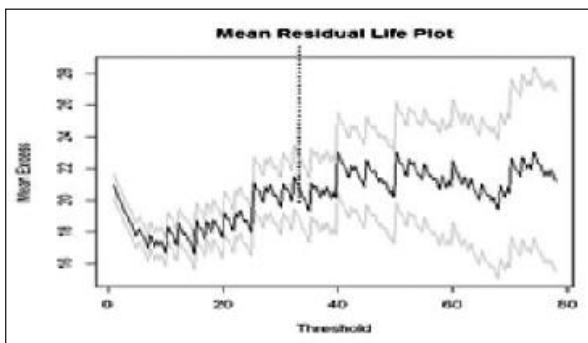


(a)

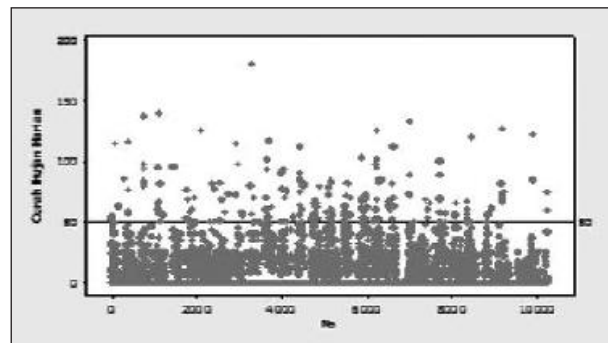


(b)

Gambar 2. (a) Histogram (b) Normality Probability Plot Curah Hujan Harian Kabupaten Indramayu.

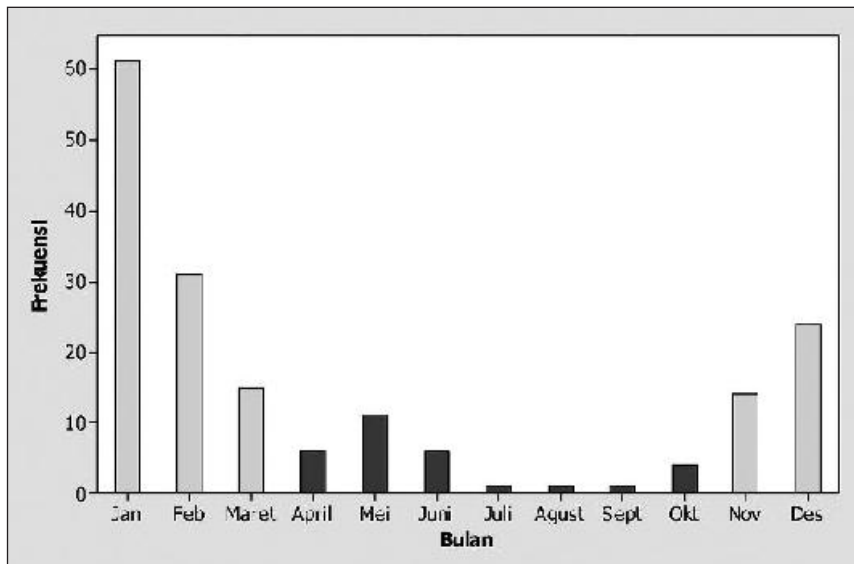


(a)



(b)

Gambar 3. (a) Grafik MRLP, (b) Scatter Plot Curah Hujan.

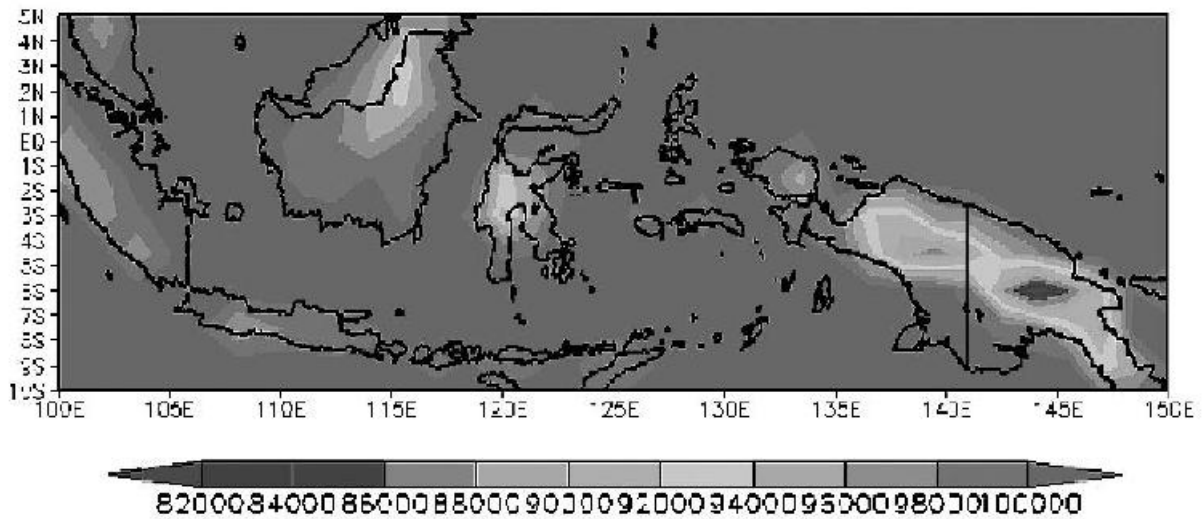


Gambar 4. Diagram Batang Frekuensi Kejadian Hujan Ekstrim.

3.2. Analisis Data Tekanan Udara Permukaan Indonesia

Pada penelitian ini, akan diamati tekanan permukaan daerah-daerah di Indonesia pada koordinat 5° LU - 10° LS dan 100° BB - 150° BT, yang dibagi ke dalam beberapa stasiun dengan grid 0,25. Data tekanan

permukaan daerah-daerah di Indonesia diambil dari <http://ecmwf.int/> yang merupakan web ECMWF (European Center for Medium Range Weather Forecasting Model).



Gambar 5. Tekanan Permukaan di Indonesia Tahun 1979.

Bootstrap Pada Data Tekanan Udara Permukaan

Metode *bootstrap* dijalankan dengan bantuan program R karena melibatkan perhitungan yang sangat banyak. Berikut algoritma dari metode *bootstrap* yang digunakan dalam penelitian ini :

1. Yang menjadi *function* dari *bootstrap* adalah (tekanan udara permukaan, hujan ekstrem, dan replikasi)
 - Data tekanan udara permukaan adalah data tekanan udara permukaan harian di tiap koordinat (koordinat 5° LU - 10° LS dan 100°BT - 150°BT dengan grid 0,25) dari tahun 1979 - 2006.
 - Data kejadian hujan ekstrem adalah data tanggal terjadinya hujan ekstrem selama musim hujan (November - Maret) dari tahun 1979 - 2006.
 - Replikasi sebanyak 1000 kali.
2. Data yang akan menjadi sampel *bootstrap* adalah data tekanan udara permukaan saat H-1 kejadian hujan ekstrem di tiap koordinat. Karena banyak kejadian hujan ekstrem pada musim penghujan sebanyak 146 hari, maka data tekanan udara permukaan yang akan dianalisis *bootstrap* juga sebanyak 146 data ($n = 146$) tiap koordinat ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$)
3. Mengambil sampel *bootstrap* berukuran n secara random dengan pengembalian, sampel pertama dilambangkan dengan X^{*1} .
4. Menghitung rata-rata $\hat{\theta}$ dari sampel *bootstrap* X^{*1} , dilambangkan dengan $\hat{\theta}_1^*$.
5. Mengulangi langkah 3 dan 4 hingga 1000, sampai diperoleh $\hat{\theta}_1^*, \hat{\theta}_2^*, \hat{\theta}_3^*, \dots, \hat{\theta}_{1000}^*$.
6. Setelah diurutkan dari bawah ke atas, nilai *bootstrap* menjadi $\hat{\theta}_{(1)}^*, \hat{\theta}_{(2)}^*, \hat{\theta}_{(3)}^*, \dots, \hat{\theta}_{(1000)}^*$.
Kemudian menghitung nilai persentil pada tingkat kepercayaan 99%, dilambangkan dengan $\hat{\theta}_{(0,01)}^*, \hat{\theta}_{(0,99)}^*$. Dimana $\hat{\theta}_{(0,01)}^*$ merupakan batas bawah dan $\hat{\theta}_{(0,99)}^*$ merupakan batas atas.
7. Menentukan apakah sampel *bootstrap* (ii) kurang dari batas bawah, lebih dari batas atas, atau berada diantara kedua batas atas dan bawah. Jika sampel *bootstrap* kurang dari batas bawah, maka tekanan udara permukaan di koordinat tersebut rendah. Jika sampel *bootstrap* lebih dari batas atas, maka tekanan udara permukaan di koordinat tersebut tinggi. Sedangkan jika berada diantara keduanya, maka tekanan udara permukaan di koordinat tersebut normal.

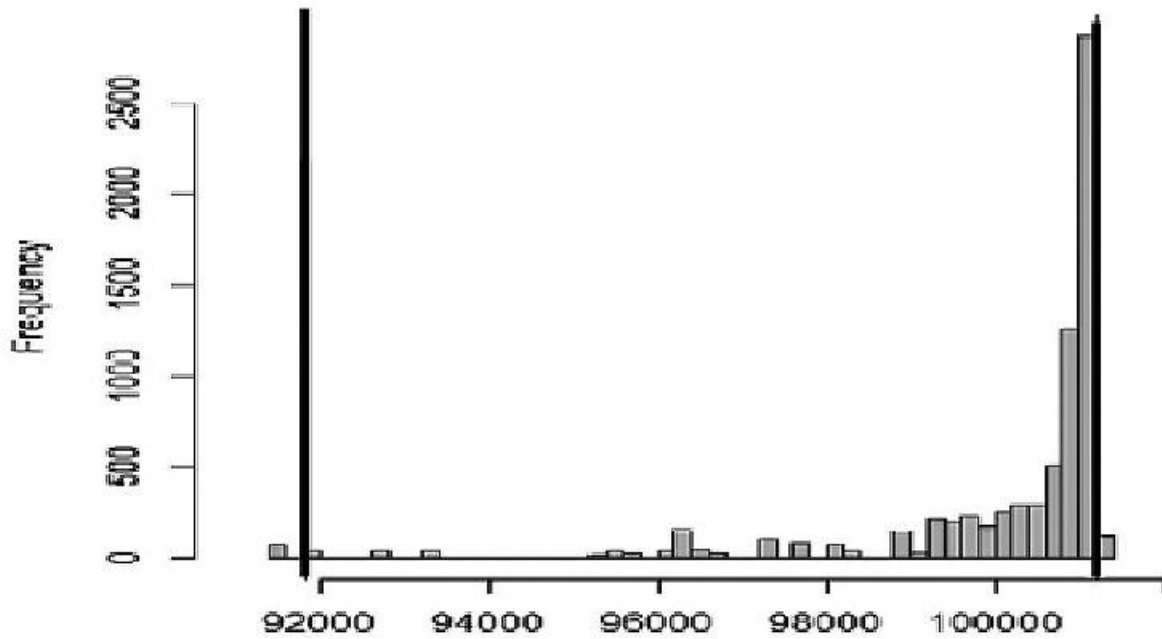
Berikut ini adalah contoh histogram dari rata-rata *bootstrap* tekanan udara permukaan disajikan pada Gambar 6. Gambar 6 adalah histogram rata-rata *bootstrap* tekanan udara permukaan di Indonesia saat H-1 kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu. Batas yang digunakan adalah kuantil 0.99 untuk batas atas dan kuantil 0.01 untuk batas bawah. Histogram tersebut digunakan untuk menguji daerah-daerah dengan tekanan udara permukaan yang termasuk ke dalam zona aktif, yakni daerah dengan tekanan permukaan

yang tergolong sangat tinggi (lebih dari batas atas) atau sangat rendah (kurang dari batas bawah) saat 1 hari sebelum kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu. Berikut hipotesis yang digunakan:

Hipotesis :

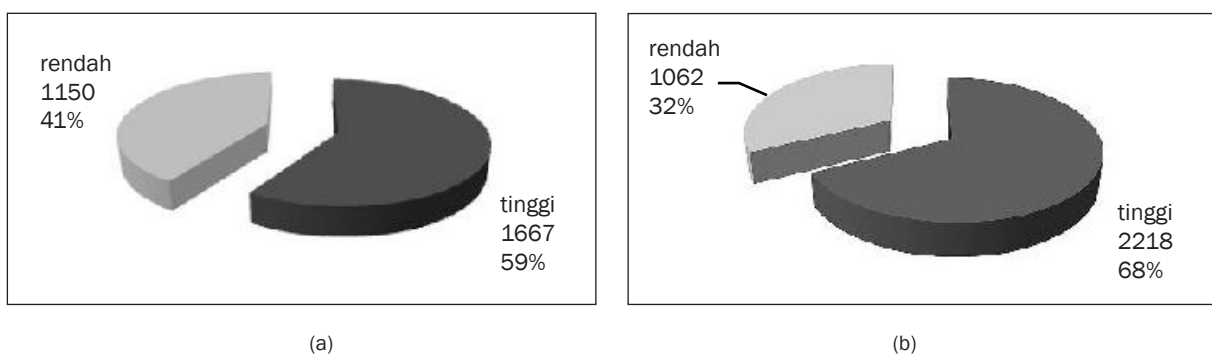
H_0 : (tekanan udara permukaan di koordinat tersebut tidak termasuk dalam zona aktif saat H-1 kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu)

H_1 : (tekanan udara permukaan di koordinat tersebut termasuk dalam zona aktif saat H-1 kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu)



Gambar 6. Histogram Rata-rata *Bootstrap* Tekanan Udara Permukaan di Indonesia Saat H-1 Kejadian Hujan Ekstrem di Kabupaten Indramayu.

Titik-titik koordinat daerah dengan tekanan udara permukaan yang berada dalam zona aktif saat 1 hari sebelum kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu disimpulkan pada Gambar 7.

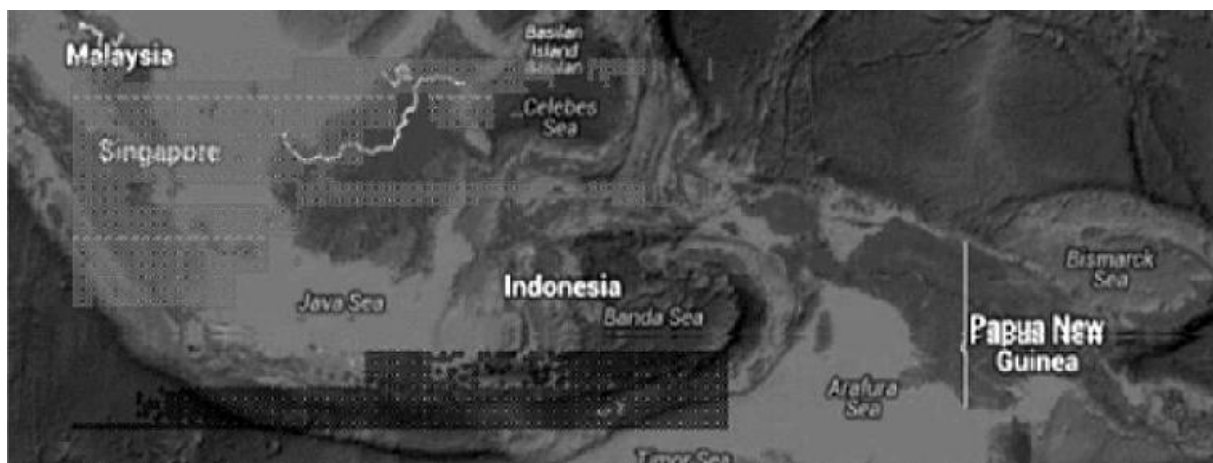


Gambar 7. (a) Diagram Lingkaran Tekanan Permukaan yang Berada Dalam Zona Aktif Saat H-1 dan (b) Saat H-2 Kejadian Hujan Ekstrem di Indramayu.

Dengan menjalankan langkah-langkah yang sama seperti H-1 kejadian hujan ekstrem, berikut adalah hasil analisis *bootstrap* pada data tekanan udara permukaan daerah-daerah di Indonesia saat H-2 kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu. Berikut ini adalah gambaran daerah-daerah di Indonesia saat sebelum terjadinya hujan ekstrem yang ditampilkan pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8. Gambaran Daerah Saat H-1 Kejadian Hujan Ekstrem.



Gambar 9. Gambaran Daerah Saat H-2 Kejadian Hujan Ekstrem.

Pada Gambar 8 dan Gambar 9, daerah sebagian besar pulau Sumatera dan sebagian kecil Pulau Kalimantan tertutup oleh plot-plot berwarna merah yang menandakan tekanan udara permukaan di daerah tersebut tergolong tinggi saat 2 hari sebelum kejadian hujan ekstrem. Sedangkan sebagian besar pulau Jawa-Bali tertutup oleh plot hitam yang menandakan tekanan permukaan di daerah Jawa-Bali tergolong rendah. Sehingga diduga tekanan udara permukaan H-1 dan H-2 sebelum kejadian hujan ekstrem tidak mengalami banyak pergerakan.

4. KESIMPULAN

Kabupaten Indramayu tergolong dalam daerah yang jarang terjadi turun hujan, namun varians curah hujan di daerah tersebut cukup tinggi. Dalam 1 tahun, rata-rata terjadi curah hujan ringan sebanyak 43 hari, hujan normal sebanyak 29 hari, hujan lebat sebanyak 6 hari, dan hujan sangat lebat sebanyak 1 hari.

Pola data curah hujan harian mengandung distribusi berekor (nilai ekstrem). Berdasarkan pola grafik MRLP, nilai *threshold* sebesar 50. Sehingga didapatkan dari tahun 1979 - 2006 sebanyak 146 hari terjadi hujan ekstrem pada musim penghujan.

Tekanan permukaan di sebagian besar pulau Sumatera dan sebagian kecil Pulau Kalimantan tergolong tinggi, sebaliknya tergolong rendah di daerah Jawa-Bali saat H-1 dan H-2 sebelum kejadian hujan ekstrem di Kabupaten Indramayu.

DAFTAR PUSTAKA

1. Dai, A., 2011, Drought under global warming: a review, *Wiley Interdisciplinary Review: Climate Change*, 2(1), 45-65
2. Efron, B. 1979. A Note on Bootstrapping the Sample Median. *Ann. Statist.* 7(1)
3. Efron, B. and R.J. Tibshirani, 1993. *An Introduction to the Bootstrap*. Chapman and Hall, London.
4. Grotjahn, R., and G. Faure. 2008. Composite Predictor Maps of Extraordinary Weather Events in the Sacramento California Region. *Weather and Forecasting*. 23: 313-335
5. Hansen, J., Sato, M. and Ruedy, R. 2012. Perception of climate change. *Proceeding National Academic of Sciences US*.
6. Min, S., Zhang, X., and Hegerl, G.C., 2011, Human contribution to more-intense precipitation extremes. *Nature*. 470, 378-381.
7. Pall, P., Aina, T., Stone, D.A., Stott, P.A., Nozawa, T., Hilberts, A.G., 2000, Anthropogenic greenhouse gas contribution to flood risk in England and Wales in autumn. *Nature*, 470, 328-385.
8. Lall, U., and A. Sharma. 1996. A Nearest Neighbor Bootstrap For Resampling Hydrologic Time Series, *Water Resour. Res.*, 32(3), 679 - 693
9. Mudelsee, M. 2011. The Bootstrap in Climate Risk Analysis. *Extremis*. 44-58
10. Orłowsky, B., Bothe, O., Fraedrich, K., Gerstengarbe, F.-W., Zhu, X. 2010. Future climates from bias-bootstrapped weather analogues: an application to the Yangtze river basin. *Journal of Climate*, 23, 13, 3509-3524

ANALISIS ISO KREAUNIK LEVEL (IKL) UNTUK ZONASI RISIKO BAHAYA PETIR DI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Oleh:

Nugroho Budi Wibowo^{a,1,*}, Juwita Nur Sembri^{a,2}

^aBMKG Stasiun Geofisika Yogyakarta

Jl. Wates Km8 Jitengan Balekatur Gamping Sleman D.I. Yogyakarta

*Email : nugrohobudiwibowo@gmail.com

Abstrak

Iso Kreaunik Level (IKL) merepresentasikan hari guruh pada suatu wilayah. Penelitian ini bertujuan mengetahui zona jumlah sambaran petir, densitas sambaran petir ke tanah (Ng) dan menganalisa IKL untuk zonasi risiko bahaya petir di D.I Yogyakarta. Penelitian ini menggunakan data sambaran petir CG hasil perekaman Lightning Detector (LD) pada Stasiun Geofisika Yogyakarta. Area penelitian dibagi menjadi 12 zone sampel perekaman. Hasil analisis menunjukkan jumlah sambaran petir selama tahun 2014 di D.I Yogyakarta sebanyak 185.685 sambaran petir. Daerah dengan sambaran petir tertinggi terdapat di Kabupaten Kulonprogo bagian Utara dan Kabupaten Sleman bagian Barat. Densitas sambaran petir ke tanah (Ng) per km²/tahun 2014 tertinggi sebesar 29.76 - 58.83 per km² terdapat di sebagian besar Kabupaten Sleman dan Kulonprogo, Kota Yogyakarta dan Bantul bagian Utara. Ng terendah 0 - 19.01 km²/tahun 2014 terdapat di Kabupaten Gunungkidul dan Bantul. IKL > 50% dengan kategori risiko bahaya petir sangat tinggi terdapat di Kabupaten Kulonprogo bagian Utara dan Kabupaten Sleman bagian Barat. Sedangkan sebagian besar wilayah D.I Yogyakarta masuk dalam kategori IKL < 25% atau kategori risiko bahaya petir rendah.

Kata kunci: Petir, lightning detector, IKL, Ng, risiko bahaya petir.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Petir merupakan fenomena kelistrikan udara berupa pelepasan muatan listrik yang terjadi di udara karena adanya perbedaan medan listrik antara dua massa dengan muatan listrik yang berbeda untuk mencapai kesetimbangan. Fenomena petir dapat dihasilkan oleh awan Cumulonimbus (Cb) dalam fase matang. Sehingga fenomena petir banyak terjadi ketika musim hujan. Petir terjadi karena adanya perbedaan potensial antara awan dan bumi. Sambaran petir dapat berupa sambaran langsung yang dapat menyebabkan kerusakan pada bangunan atau sambaran tidak langsung berupa radiasi, konduksi atau induksi gelombang elektromagnetik. Kerusakan yang ditimbulkan oleh sambaran tidak langsung banyak terjadi pada peralatan elektronik dan jaringan instalasi hingga radius 2 km. Pelepasan petir dari awan ke permukaan tanah (*Cloud to Groud/CG*) terjadi dengan lintasan beberapa kilometer dan berlangsung selama jangka waktu antara satu setengah dan satu detik. Setiap sambaran petir dapat berupa muatan positif atau negatif tergantung pada pergerakan awal muatan atau akhir muatan. Terdapat beberapa jenis sambaran petir CG, secara umum terdapat empat kategori yaitu sambaran ke bawah bermuatan negatif, sambaran ke atas bermuatan negatif, sambaran ke bawah bermuatan positif dan sambaran ke atas bermuatan positif. Petir CG - (negatif) lebih banyak dibandingkan dengan petir CG+ (positif). Hal ini karena awan biasanya bermuatan negatif di bagian dasar awan yang dekat dengan permukaan tanah, sedangkan muatan positif berada di bagian atas awan.

Indonesia yang terletak pada lintang 6° LU - 11° 08' LS dan 95° BT - 141° 45' BT membuat Indonesia berada di kawasan dengan iklim tropis yang memiliki potensi hujan dan pembentukan awan Cb yang cukup tinggi. Kondisi ini yang membuat Indonesia memiliki hari guruh yang cukup tinggi. Berdasarkan data BMKG, pada tahun 2014 D.I Yogyakarta memiliki hari guruh lebih dari 200 hari. Potensi korban jiwa yang mungkin terjadi karena sambaran petir, membuat informasi distribusi spasial kejadian petir penting untuk dianalisa.

Analisa data petir dapat direpresentasikan dalam bentuk data IKL (*Iso Kreaunik Level*) dan tingkat kerapatan sambaran petir ketanah. Wilayah dengan IKL lebih dari 50% masuk dalam kategori IKL tinggi. Sedangkan wilayah dengan IKL < 25% masuk dalam kategori IKL rendah. Semakin tinggi nilai IKL menunjukkan potensi terjadi bencana akibat sambaran petir semakin tinggi.

1.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat zonasi jumlah sambaran petir dan densitas sambaran petir ke tanah di D. I Yogyakarta pada Tahun 2014 dan menganalisa IKL untuk zona risiko bahaya petir di D.I Yogyakarta.

2. METODOLOGI

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di D.I Yogyakarta dengan menggunakan data petir yang terekam selama tahun 2014. Pengukuran menggunakan *Lightning Detector* (LD-2000) yang berada di Stasiun Geofisika Yogyakarta.

2.2. Dasar Teori

Iso Kreaunik Level (IKL)

Data petir dapat dipresentasikan secara umum dengan data *thunderstorm days* (T_s) atau hari guruh adalah hari ketika terjadinya atau tidak terjadinya guruh. Garis yang mempunyai hari guruh yang sama disebut Iso Kreaunik Level (IKL).

$$IKL = (\sum T_s / 365) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

Dimana : $\sum T_s$ = jumlah hari guruh

Densitas Sambaran Petir ke Tanah (N_g)

Densitas sambaran petir ke tanah (N_g) dinyatakan dalam sambaran ke tanah per kilometer per segi per tahun. Persamaan N_g sebagai berikut:

$$N_g = 0.04 T_d^{1.25} \text{ per km}^2 \text{ per tahun} \quad \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

T_d = jumlah hari guruh per tahun.

Klasifikasi Tingkat Kerawanan Petir

Klasifikasi tingkat kerawanan petir berdasarkan pada nilai IKL. Nilai IKL minimal 0% dan maksimal 100%, klasifikasi tingkat kerawanan petir berdasarkan nilai IKL sebagai berikut (Tabel 1).

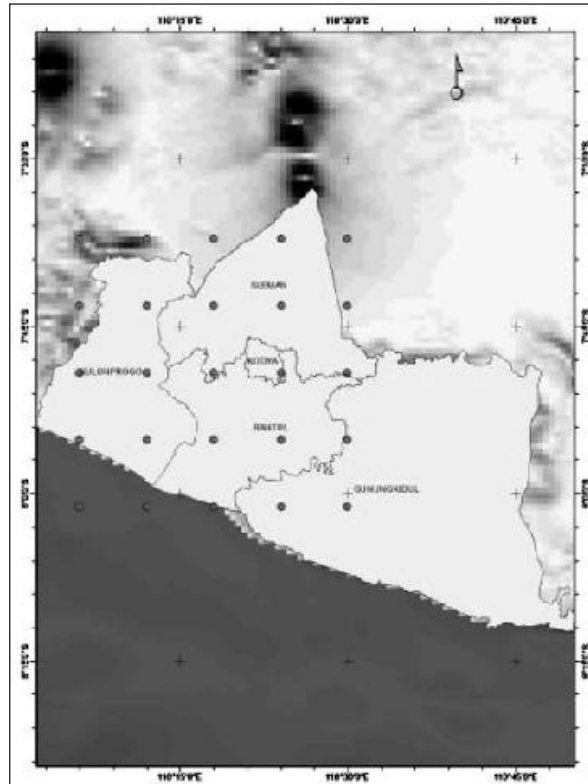
Tabel 1. Klasifikasi Tingkat Kerawanan Petir

No.	Klasifikasi Rawan Petir	IKL (%)
1	Sangat Rendah	0 - 12.5
2	Rendah	12.6 - 25
3	Sedang	25.1 - 37.5
4	Tinggi	37.6 - 50
5	Sangat Tinggi	50 - 100

2.3. Sampling Dan Analisis Sample

Lokasi *Lightning Detector* terdapat di Stasiun Geofisika Yogyakarta pada koordinat 7° 48' 59.71" LS dan 110° 17' 41.46" BT dengan elevasi ± 134 mdpa. Untuk dapat menentukan hari guruh di wilayah

penelitian, maka D.I Yogyakarta dibagi menjadi 12 zone sampling pengukuran. Masing-masing zone pengukuran memiliki luasan 11 km x 11 km. Distribusi titik tengah dari 12 zone pengukuran disajikan pada gambar berikut.



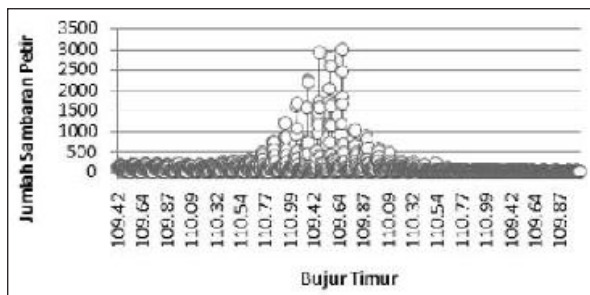
Gambar 1. Titik Tengah Zone Sampel Pengukuran Petir di D.I Yogyakarta.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

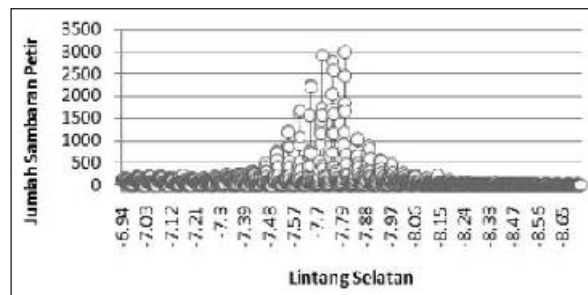
3.1. Analisis Jumlah Sambaran Petir dan Densitas Sambaran Petir ke Tanah (Ng)

Data sambaran petir yang digunakan dalam analisis ini adalah data CG yang terekam oleh *lightning detector*. Jumlah sambaran petir pada tahun 2014 di D.I. Yogyakarta sebanyak 185.685 data CG, dengan sambaran tertinggi terdapat di koordinat 7.79° LS ; 110.27° BT sebanyak 2987 data CG. Berdasarkan Gambar 2(a) dan Gambar 2(b) sambaran petir di atas 2000 pada tahun 2014 terdapat pada interval 7.7° - 7.79° LS dan 109.42° - 109.64° BT. Kawasan tersebut berada di Kabupaten Kulonprogo bagian Utara, Sleman bagian Barat dan sebagian kecil wilayah Bantul Utara. Distribusi spasial jumlah sambaran petir selama tahun 2014 di D.I Yogyakarta terdapat pada Gambar 2(c). Kabupaten yang memiliki jumlah sambaran petir tinggi (>2000) terdapat pada Kabupaten Sleman, Kulonprogo dan Bantul. Sedangkan Kabupaten Gunungkidul memiliki jumlah sambaran petir terendah.

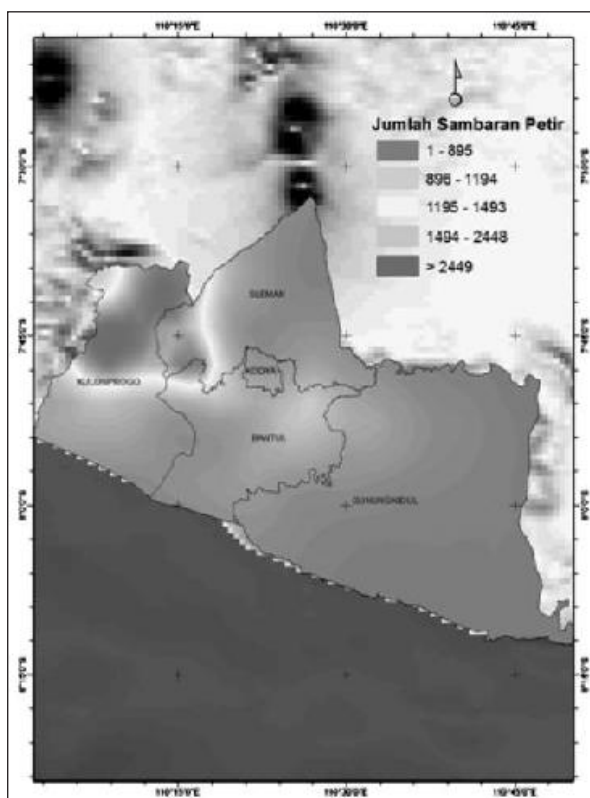
Tingkat kerapatan sambaran petir per km pada suatu wilayah direpresentasikan melalui nilai densitas sambaran petir ke tanah (Ng). Ng di hitung menggunakan data hari guruh yang terjadi selama tahun 2014. Hasil pengolahan dan analisa data Ng, D.I Yogyakarta secara umum dikelompokkan menjadi tiga kelompok besar berdasarkan nilai Ng. Ng dengan nilai terendah 0 - 19.01/km² dominan terdapat di wilayah timur, yaitu Kabupaten Kulonprogo dan sebagian Kabupaten Bantul. Ng dengan kategori sedang 19.02 - 29.75/km² terdapat di Kabupaten Bantul, Kulonprogo dan Sleman. Sedangkan Ng tertinggi sebesar 29.76 - 58.83/km² terdapat di sebagian besar Kabupaten Kulonprogo, Sleman, Kota Yogyakarta dan Bantul bagian Utara. Distribusi densitas sambaran petir ke tanah di D.I Yogyakarta disajikan pada gambar berikut.



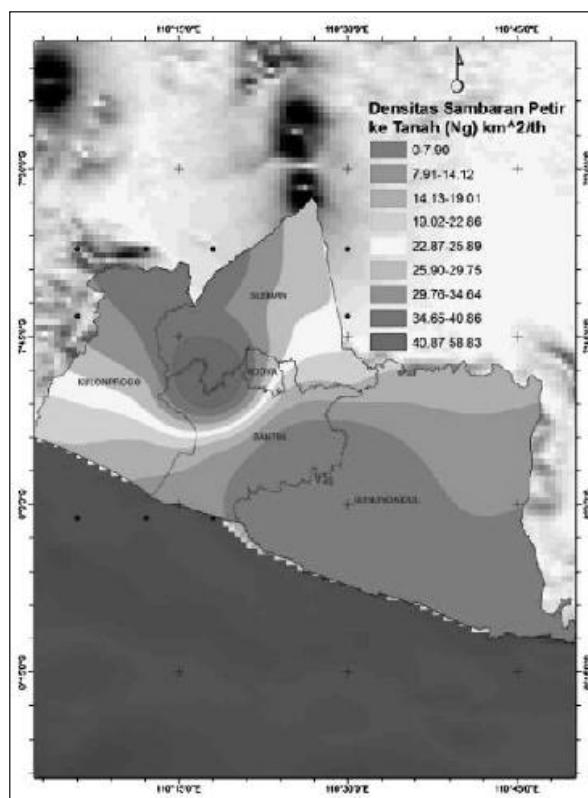
(a)



(b)



(c)

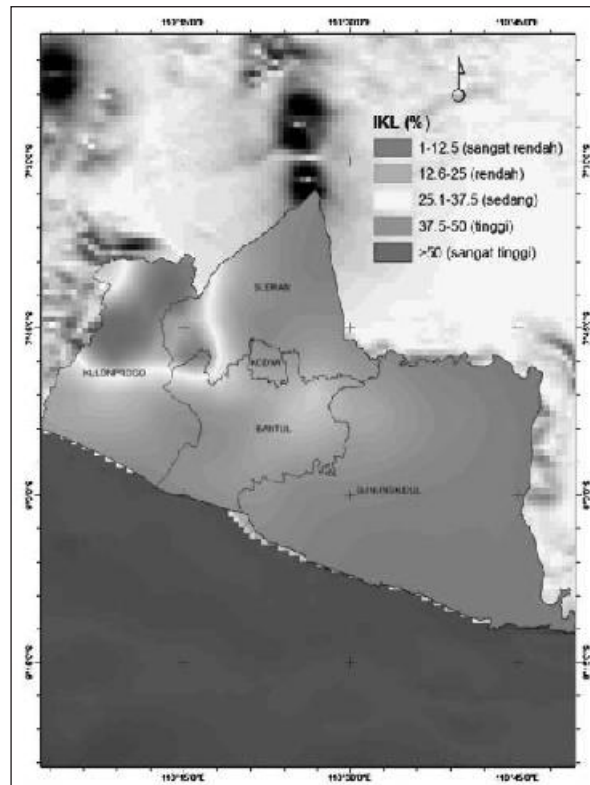


(d)

Gambar 2. (a) Grafik Jumlah Sambaran Petir Berdasarkan Letak Bujur, (b) Grafik Jumlah Sambaran Petir Berdasarkan Letak Lintang, (c) Peta Distribusi Spasial Jumlah Sambaran Petir di D.I Yogyakarta, dan (d) Densitas Sambaran Petir ke Tanah (Ng)/km²/h di D.I Yogyakarta.

3.2. Analisis Iso Kreaunik Level (IKL)

Risiko sambaran petir pada penelitian ini berdasarkan pada nilai Iso Kreaunik Level (IKL). IKL menggambarkan persentase hari guruh selama satu tahun. Pada penelitian ini IKL dibagi menjadi 5 (lima) kategori, yaitu IKL 1-12.5 % (sangat rendah), 12.6-25 % (rendah), 25.1-37.5 % (sedang), 37.5-50% (tinggi), dan > 50% (sangat tinggi). Hasil analisis data IKL, sebagian besar wilayah D.I Yogyakarta berada pada kategori rendah atau IKL < 25%. Sedangkan IKL dengan kategori sangat tinggi terdapat di Kabupaten Kulonprogo bagian Utara dan Sleman bagian Barat. IKL yang tinggi umumnya berkorelasi dengan wilayah dengan curah hujan dan pembentukan awan cb yang tinggi. Wilayah Kulonprogo bagian utara merupakan kawasan dengan pertumbuhan awan konvektif yang cukup intensif sehingga berpotensi terjadi pengkutuban muatan + atau - pada awan. Potensi terjadinya sambaran petir ke tanah (CG) lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah Kulonprogo bagian Selatan. Wilayah Sleman yang sebagian besar berada di lereng Gunung Merapi merupakan kawasan terbentuknya pertumbuhan awan orografis. Uap air yang berasal dari selatan mengalami pengangkatan dikarenakan bertumbukan dengan lereng Gunung Merapi, sehingga proses kondensasi terjadi di kawasan Sleman. Kombinasi pertemuan awan konvektif dan orografis membuat wilayah Kulonprogo bagian utara dan Sleman bagian barat memiliki potensi hujan dan sambaran petir yang tinggi.



Gambar 4. Iso Kraunk Level (IKL) dan Potensi Sambaran Petir di D.I Yogyakarta.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Jumlah sambaran petir pada tahun 2014 di D.I. Yogyakarta sebanyak 185.685 data CG.
2. Densitas sambaran petir ke tanah (Ng) tertinggi sebesar 29.76 - 58.83 /km² terdapat di sebagian besar Kabupaten Kulonprogo, Sleman, Kota Yogyakarta dan Bantul bagian Utara.
3. Sebagian besar wilayah D.I Yogyakarta berada pada kategori rendah atau IKL < 25%. Sedangkan IKL dengan kategori sangat tinggi (IKL > 50%) terdapat di Kabupaten Kulonprogo bagian Utara dan Sleman bagian Barat

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Standardisasi Nasional. 2004. SNI 03-7015-2004. Sistem Proteksi Petir pada Bangunan Gedung. Jakarta.
2. Fansury Hamzah Gilang, Mustofa Ali Musa. 2012. Hubungan Aktivitas Petir Cloud-to-Ground (CG) dengan Curah Hujan di Bogor. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
3. Puspitasari Iga, Supardiyono. 2014. Analisa Pemetaan Kontur dan Kerapatan Petir dengan Lightning 2000 dan Metode Kriging di Surabaya Tahun 2000. Jurnal Fisika. Vol. 03. No 02. pp 39 - 45.
4. HerlinS eni a J. Tongkukut. 2011. Identifikasi Potensi Kejadian Petir di Sulawesi Utara. Jurnal Ilmiah Sains. Vol. 11 no. 1. pp 41-47.
5. Suhartanto Tri, Juningtyastuti, Syakur A. ____. Penentuan Kebutuhan Proteksi Petir pada Gedung Teknik Elektro Undip dengan adanya Bangunan Menara Base Transceiver Station. Universitas Diponegoro. Semarang.
6. Vadreas Kurniawan Andrew, Emeraldi Primas, Hazmi Ariadi, 2014. Sistem Informasi Petir (SIP) dengan Metode Lightning Distribution (Ld) Di Wilayah Sumatera Barat. Jurnal Nasional Teknik Elektro. Vol. 03. No.2. pp 177 - 182

PEMETAAN PARTISIPATIF DAN PENILAIAN KAPASITAS MASYARAKAT PADA DAERAH TERKENA DAMPAK BENCANA ANGIN PUTING BELIUNG DI WILAYAH PESISIR SELATAN KABUPATEN PURWOREJO

Oleh:

Rudiono^{a,1,*}, H. A. Sudibyakto^{b,1}, Rini Rachmawati^{b,2}

^aIKIP PGRI Pontianak Jl. Ampera No. 88 Pontianak 78116

^bUniversitas Gadjah Mada, Bulaksumur Yogyakarta 55281

*Email: onorudyasv@yahoo.co.id

Abstrak

Pesisir selatan Purworejo merupakan daerah yang sering terlanda angin puting beliung. Pada tahun 2008 angin kencang terjadi hingga merobohkan sejumlah pohon dan menerbangkan atap rumah puluhan warga. Kapasitas masyarakat terhadap bencana angin puting beliung di lokasi penelitian perlu dinilai terlebih dahulu agar dapat menjadi bahan evaluasi kebijakan tentang penanganan bencana. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemetaan daerah terkena dampak dan menilai kapasitas masyarakat terhadap bencana angin puting beliung. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah pemetaan partisipatif bersama anggota masyarakat yang dilanjutkan dengan pemetaan berjalan. Interpretasi citra satelit juga dilakukan untuk melihat kondisi wilayah sebelum melakukan pemetaan berjalan. Untuk mendapatkan variasi tingkat persepsi dan kapasitas masyarakat pada lokasi penelitian dilakukan pengharkatan terhadap pernyataan sikap masyarakat berdasarkan skala Likert. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sebaran daerah terlanda angin puting beliung tahun 2008 seluas 0,95 km² tidak merata, dengan populasi objek terkena dampak terbanyak di Desa Ukirsari. Arah angin berasal dari barat daya ke timur laut. Panjang daerah yang dilintasi angin puting beliung tahun 2008 mencapai 4,30 km. Kekuatan angin mencapai skala Beaufort 9. Curah hujan harian maksimum berdasarkan bulan dengan jumlah kejadian angin puting beliung menunjukkan ada keterkaitan positif. Tingkat persepsi masyarakat terhadap angin puting beliung tergolong sedang. Tingkat kapasitas masyarakat menghadapi bahaya angin puting beliung tergolong tinggi. Hasil penelitian ini juga ditampilkan kedalam basis data sistem informasi berbentuk webGIS yang bernama Sistem Informasi Manajemen Dampak Puting Beliung.

Kata kunci: Angin puting beliung, pemetaan partisipatif, kapasitas masyarakat.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pesisir selatan Kabupaten Purworejo antara lain Kecamatan Grabag, Ngombol dan Purwodadi rawan dilanda angin kencang. Angin kencang terjadi hingga merobohkan sejumlah pohon dan menerbangkan atap rumah puluhan warga (Kedaulatan Rakyat, 24 Maret 2012). Pada tahun 2008 terjadi bencana angin puting beliung yang meluluhlantakkan permukiman warga. Kerugian material diperkirakan mencapai ratusan juta rupiah. Rumah dan bangunan yang roboh itu berada di tiga desa. Yakni Desa Ukirsari sebanyak 48 rumah, Desa Sumberagung 15 rumah, dan Desa Bakurejo 21 rumah. Total keseluruhan mencapai 84 rumah yang terkena dampak (Suara Merdeka, 12 Februari 2008). Pada tahun 2012, angin menerjang wilayah pesisir pantai selatan di wilayah Desa Nambangan, Kecamatan Grabag, hari Selasa 20 Maret 2012. Meski tidak ada korban jiwa maupun luka, tetapi angin telah mengakibatkan sejumlah pohon tumbang dan atap rumah warga beterbangan. Angin menerbangkan sejumlah atap rumah dari seng. Setidaknya ada belasan rumah yang atapnya rusak akibat kejadian ini (Suara Merdeka, 20 Maret 2012).

Saat ini Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) belum dapat memberikan prediksi potensi terjadinya angin puting beliung. Berbeda dengan dengan siklon tropis yang relatif mudah dideteksi

dari satelit. Umur siklon tropis yang berkisar 10 hari dan luasnya regional mudah dikenali. Sedangkan puting beliung hanya 5-10 menit dan sangat lokal sehingga sulit dideteksi. Untuk itu perlu tetap kewaspadaan dalam menghadapi bencana ini terutama pada daerah-daerah yang kerap dilanda.

Daerah pertumbuhan siklon tropis paling subur di dunia adalah Samudra Hindia dan perairan barat Australia dan mencapai rerata 10 kali per tahun. Namun demikian, efek badai tersebut kadang sampai ke Indonesia. Ekor badai yang mencapai daerah perairan selatan Jawa seringkali menimbulkan angin kencang, hujan deras, dan tingginya gelombang laut. Daerah yang sering terkena pengaruh badai meliputi Kabupaten Boyolali, Klaten, Magelang, Purworejo, Kebumen, Cilacap hingga Banyumas dimana oleh masyarakat setempat dinamakan angin puting beliung (GLG Jawa Tengah, 2008).

Kapasitas masyarakat terhadap bencana angin puting beliung di lokasi penelitian perlu dinilai terlebih dahulu agar dapat menjadi bahan evaluasi kebijakan tentang penanganan bencana. Kapasitas dapat dikaitkan dengan persepsi penduduk terhadap risiko bencana. Persepsi penduduk tentang risiko bencana (*risk perception*) dan dampak yang timbul akibat bencana tersebut mempengaruhi kemampuan penduduk untuk menghadapi kemungkinan kejadian bencana. Kemampuan penduduk untuk menghadapi suatu bencana akan dapat mengurangi dampak yang mungkin akan timbul akibat bencana (Wongasare, 2009).

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) memetakan wilayah secara spasial daerah yang pernah terlanda bencana angin puting beliung tahun 2008, (2) menganalisis bagaimana karakteristik kejadian puting beliung di daerah penelitian yang meliputi jumlah kerusakan dan pola sebaran daerah terlanda, (3) menilai kapasitas masyarakat dalam menghadapi bencana angin puting beliung di lokasi penelitian, dan (4) menyusun sistem informasi manajemen dampak angin puting beliung dalam bentuk website GIS sebagai media untuk evaluasi pemangku kebijakan terhadap penanganan pascabencana dan respon dari *stakeholder* lokal terkait sistem informasi ini.

Tabel 1. Data Kejadian Angin Puting Beliung di Pesisir Selatan Purworejo

No.	Waktu	Lokasi	Korban	Jenis Bencana Angin
1	6 Maret 2007	Desa Pagak, Ngombol	18 rumah	Angin puting beliung
		Desa Malang, Ngombol	5 rumah	Angin puting beliung
2	28 Desember 2007	Desa Banyuyoso, Grabag	2 rumah	Angin topan
3	10 Februari 2008	Desa Ukirsari, Grabag	47 rumah	Angin puting beliung
		Desa Pasaranom, Grabag	3 rumah	
		Desa Bakurejo, Grabag	21 rumah	
		Desa Sumberagung, Grabag	16 rumah	
4	27 Desember 2010	Desa Jatikontal, Purwodadi	8 rumah	Angin puting beliung
5	15 Januari 2011	Desa Sumberagung, Grabag	1 rumah	Angin puting beliung
		Desa Karang Sari, Purwodadi	1 rumah	
		Desa Tunjungan, Ngombol	3 rumah	
		Desa Candi, Ngombol	1 rumah	
		Desa Aglik, Grabag	1 rumah	
6	20 Maret 2012	Desa Nambangan	Belasan rumah	Angin puting beliung

Sumber: Kantor Kesbangpolinmas Purworejo, 2012

2. METODOLOGI

Pengambilan data kejadian diambil dari seluruh kejadian bencana angin puting beliung yang pernah terjadi selama kurun waktu 2000-2011 di wilayah pesisir selatan Kabupaten Purworejo yang meliputi Kecamatan Grabag, Ngombol dan Purwodadi. Pengambilan data kejadian tersebut atas dasar jumlah sebaran kejadian bencana angin puting beliung yang mengenai permukiman. Sebaran daerah terlanda diperoleh dari kegiatan pemetaan partisipatif bersama masyarakat desa dan aparat pemerintah desa di lokasi terpilih.

Untuk mendapatkan nilai persepsi dan kapasitas masyarakat dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada responden. Penentuan responden tersebar di 4 desa terlanda yang ada di Kecamatan Grabag. Jumlah sampel dalam penelitian ini sebanyak 103 responden diambil dari korban dan ditambah dengan sebagian perangkat desa.

Variasi tingkat kerawanan elemen berisiko diperoleh dari hasil tumpang susun antara Citra Satelit Quickbird 2010, peta RBI, peta Penggunaan Lahan dengan Peta Kepadatan Penduduk. Variasi tingkat kerawanan disajikan secara kualitatif (rendah, sedang dan tinggi). Untuk mendapatkan variasi tingkat persepsi dan kapasitas masyarakat pada lokasi penelitian dilakukan pengharkatan terhadap pernyataan sikap masyarakat. Pernyataan-pernyataan tersebut diberikan skor dengan menggunakan Skala Likert. Cara pengukuran terhadap pernyataan sikap responden dengan menjawab 1 = Sangat tidak setuju, 2 = Tidak Setuju, 3 = Ragu-ragu, 4 = Setuju, 5 = Sangat Setuju.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi penelitian ini berada dalam wilayah administrasi Kecamatan Grabag Kabupaten Purworejo yang merupakan salah satu kecamatan di pesisir selatan Pulau Jawa yang langsung berbatasan dengan Samudera Hindia. Luas daerah penelitian ini adalah Adapun batas-batas administrasi daerah penelitian sebagai berikut:

Sebelah timur : Desa Munggangsari dan Desa Dudukulon
Sebelah barat : Desa Tlogo Kecamatan Mirit Kabupaten Kebumen
Sebelah utara : Desa Rowodadi, Desa Bendungan dan Desa Nambangan
Sebelah selatan : Desa Kertojayan

Dengan melakukan pemetaan partisipatif yang melibatkan penduduk, penelitian ini mendapatkan sebaran daerah terlanda berdasarkan persepsi penduduk diisi oleh penduduk. Setelah penduduk yang dipilih sebagai responden mengisi kuesioner, kemudian melakukan identifikasi atas posisi rumah yang pernah terkena dampak langsung. Selanjutnya dilakukan kroscek di lapangan guna melihat kesesuaian antara gambaran yang di peta dengan aslinya.

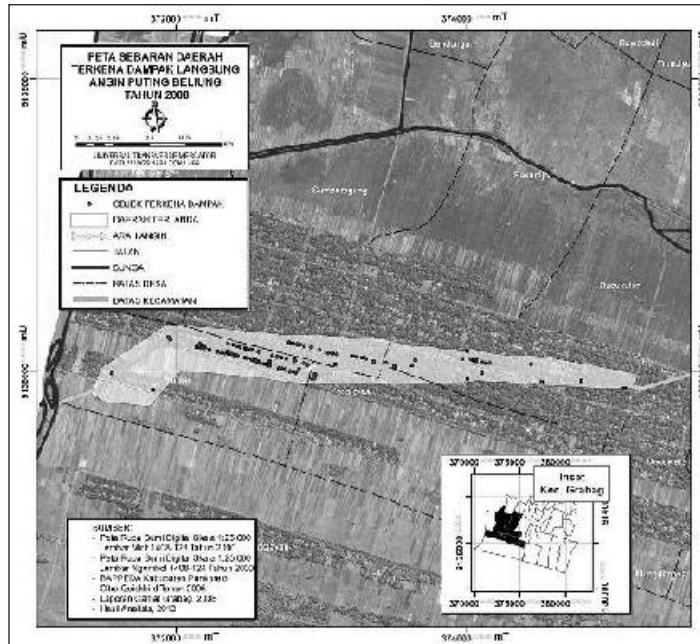


(a)

(b)

Gambar 1. (a) dan (b) Kegiatan Pemetaan Partisipatif di Rumah Penduduk.
(Sumber: Dokumentasi Penelitian, 2013).

Dalam pengukuran secara spasial dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 9.3, daerah yang pernah terkena dampak ini seluas 0,95 km². Sedangkan panjangnya lintasan angin puting beliung yang melanda sepanjang 4,30 km ke arah timur laut. Pada tampilan peta citra di Gambar 2 dapat pula diamati bahwa terjadi pelemahan kecepatan angin yang berasal dari arah barat daya menuju timur laut. Pengamatan ini didasarkan oleh perbedaan kerapatan objek yang terkena dampak langsung. Berdasarkan gambar, angin lebih kencang melanda wilayah Desa Ukirsari daripada desa lainnya. Adapun gambar yang dimaksud seperti berikut ini.

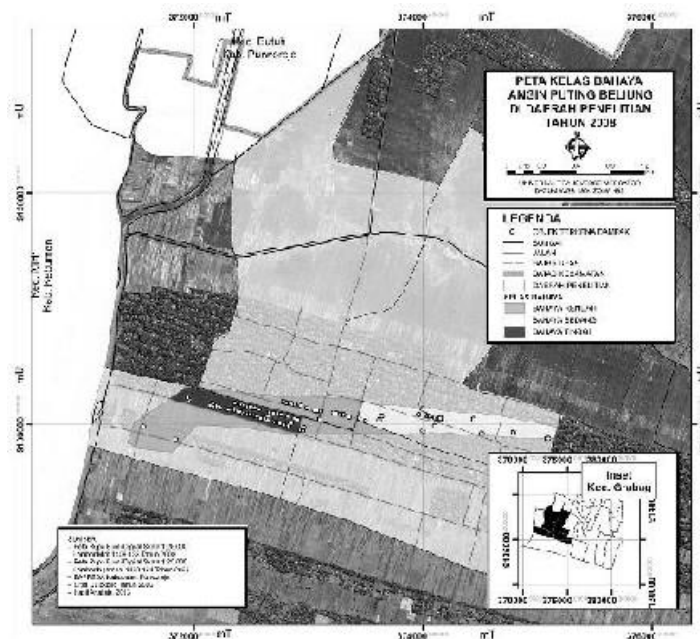


Gambar 2. Peta Sebaran Daerah Terkena Dampak Langsung Tahun 2008.

3.1. Penentuan Kelas Bahaya Angin

Berdasarkan definisi dari *United Nations-International Strategy for Disaster Reduction (UN-ISDR)*, bahaya (*hazard*) adalah sebuah fenomena yang berbahaya, atau kondisi yang dapat menyebabkan hilangnya nyawa, cedera atau dampak kesehatan lain, kerusakan harta benda, hilangnya mata pencaharian dan layanan, gangguan sosial dan ekonomi, atau kerusakan lingkungan (<http://www.unisdr.org> diakses tanggal 5 April 2013).

Kriteria kelas bahaya ini digunakan untuk menilai jumlah objek terkena dampak yang sifatnya kuantitatif menjadi nilai yang bersifat kualitatif. Selanjutnya dalam penentuan kelas bahaya ini dilakukan olah data spasial dengan menggunakan *software ArcGIS 9.3* dengan cara interseksi antara *layer* objek terkena dampak, *layer* sebaran daerah terlanda dan *layer* penggunaan lahan. Hasil dari metode ini dituangkan dalam bentuk peta kelas bahaya seperti Gambar 3.



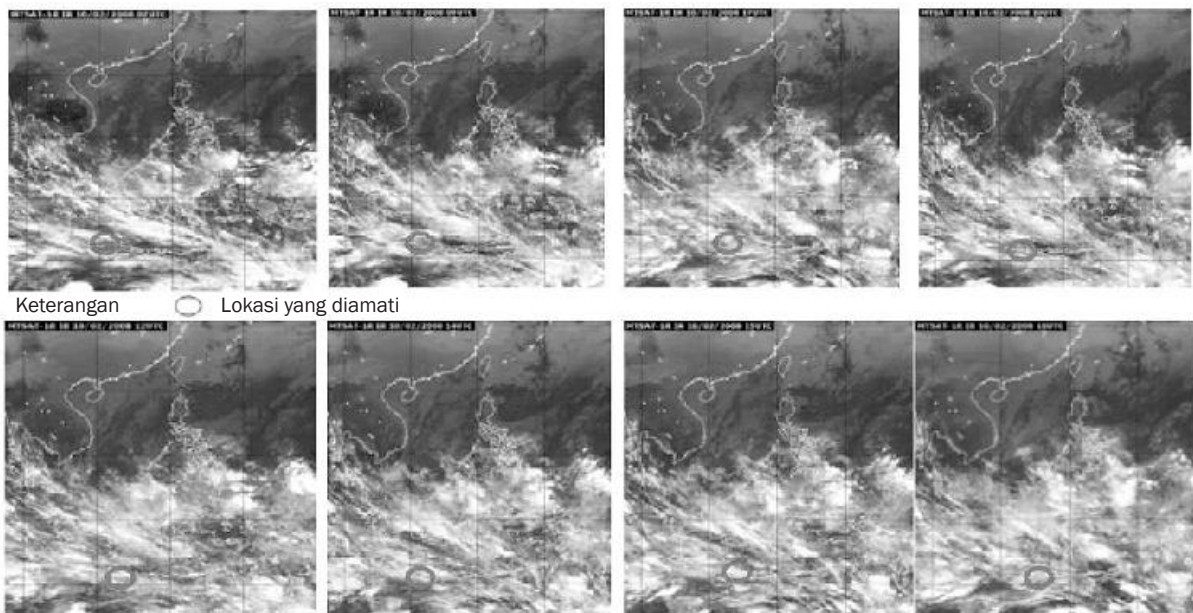
Gambar 3. Peta Kelas Bahaya Angin Puting Beliung Tahun 2008.

Pada Gambar 3, wilayah-wilayah yang memiliki kelas bahaya rendah ditunjukkan dengan warna hijau. Kelas bahaya rendah pada peta ini meliputi sebagian permukiman dengan jumlah OTD terendah dan sebagian tegalan di Desa Ukirsari. Sementara itu, permukiman dengan jumlah OTD sedikit di Desa Sumberagung dan Desa Pasaranom juga memiliki kelas bahaya rendah. Di Desa Bakurejo memiliki daerah dengan kelas bahaya sedang pada daerah permukiman seperti ditunjukkan dengan warna kuning. Jumlah OTD terbanyak berdasarkan penggunaan lahan permukiman terletak di Desa Ukirsari, sehingga pada daerah yang pernah terkena dampak ini memiliki kelas bahaya tinggi seperti ditunjukkan dengan warna merah. Artinya, daerah dengan jumlah objek terkena dampak (OTD) tinggi, maka lebih tinggi kelas bahayanya terhadap angin puting beliung.

3.2. Karakteristik Kejadian

Waktu kejadian angin puting beliung pada tahun 2008 yang melanda daerahnya terjadi pada waktu sore hari menjelang maghrib. Pada waktu ini sebagian penduduk tengah berada di sekitar rumah setelah beraktivitas di tanah garapannya. Berdasarkan keterangan warga, sesaat setelah angin melanda kemudian aliran listrik padam. Berdasarkan pengamatan warga yang dituangkan dalam bentuk jawaban di kuesioner yang telah dibagikan menyatakan bahwa sebanyak 86,41% responden menjawab bahwa angin kencang yang melanda pada waktu itu disertai putaran.

Citra tutupan awan selama satu hari yang telah direkam menunjukkan bahwa terjadi penggumpalan awan menjadi *Cumulonimbus (Cb)* di wilayah pesisir selatan Jawa dan bergerak dari arah barat daya menuju ke arah timur laut. Pada citra MTSAT Kanal IR1 tanggal 10 Februari 2008 ini, terlihat adanya perbedaan bentuk awan yang terekam pada pagi hari dan sore hari. Faktor cuaca ini mengakibatkan daerah yang tertutupi awan Cb mengalami hujan, sedangkan angin puting beliung yang melanda disebabkan oleh faktor rendahnya tekanan udara di sekitar wilayah yang dilalui oleh angin. Rendahnya tekanan udara dipicu oleh kenaikan temperatur udara di wilayah ini.



Gambar 4. Tampilan Awan Tanggal 10 Februari 2008 oleh Citra MTSAT Kanal IR1 Wilayah Indonesia.
(Sumber: Dokumentasi Subbid Pengelolaan Citra Satelit BMKG Pusat, 2008)

3.3. Hubungan Antara Periode Hujan Ekstrim dengan Kejadian Angin Puting Beliung

Penelitian ini juga mencoba untuk melihat hubungan antara periode hujan ekstrim dengan kejadian angin puting beliung berdasarkan data hujan dari stasiun Grabag. Hasil uji menunjukkan bahwa korelasi data ini bernilai korelasi negatif, artinya tidak ada hubungan antara curah hujan harian maksimum per tahun dengan jumlah kejadian angin. Untuk membuktikan kembali, kemudian matrik dibuat berdasarkan curah hujan harian maksimum per bulan.

Hasil analisis diperoleh nilai korelasi antara curah hujan maksimum harian berdasarkan bulan selama tahun 1992-2011 dengan jumlah kejadian bencana angin adalah 0,247 dan sig (*2-tailed*) sebesar 0,439. Dari analisis statistik ini dapat ditarik kesimpulan bahwa curah hujan maksimum harian yang terjadi di lokasi penelitian memiliki korelasi yang positif namun lemah dan tidak signifikan terhadap kejadian bencana angin.

Untuk melihat pola distribusi hujan harian maksimum, data pada tabel 3 kemudian dilakukan uji menggunakan metode distribusi Gumbel. Perhitungan terhadap curah hujan maksimum dengan metode distribusi Gumbel menghasilkan nilai yang memenuhi syarat dan sebaran data dianggap layak. Selanjutnya berdasarkan periode ulangnya, curah hujan maksimum dapat diprediksi berapa besarnya. Hasil perhitungan ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Tabel 2. Perhitungan Curah Hujan Maksimum

No.	Periode Ulang (Tahun)	X	S	Yt	Yn	Sn	Hujan Maksimum (mm)
1	2	151,1	55,7040	0,3665	0,5236	1,0628	142,86
2	5	151,1	55,7040	1,4999	0,5236	1,0628	202,27
3	10	151,1	55,7040	2,2502	0,5236	1,0628	241,59

Sumber: Hasil Perhitungan, 2013

Dari tabel di atas, dapat diketahui bahwa curah hujan maksimum yang dapat diprediksi berdasarkan periode ulang 2 tahun adalah 142,86 mm, periode ulang 5 tahun adalah 202,27 mm, dan periode ulang 10 tahun adalah 241,59 mm. Hasil perhitungan ini dapat dipakai untuk mewaspadai peningkatan jumlah kejadian angin puting beliung.

3.4. Tingkat Persepsi Penduduk

Tingkat persepsi penduduk ditentukan berdasarkan kelas interval tingkat persepsi, dalam penelitian ini kelas interval dibagi menjadi 3 (tiga) kelas yaitu rendah, sedang, tinggi. Hasil pengharkatan terhadap pernyataan sikap penduduk terhadap angin puting beliung dan hasil analisis persepsi penduduk pada daerah terlanda angin puting beliung dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Tingkat Persepsi Penduduk Terhadap Angin Puting Beliung pada Daerah Terlanda

No.	Nama Desa	Tingkat Persepsi			Total (%)
		Rendah (%)	Sedang (%)	Tinggi (%)	
1	Ukirsari	0	66,7	33,3	100
2	Pasaranom	0	71,4	28,6	100
3	Bakurejo	0	76,0	24,0	100
4	Sumberagung	0	70,0	30,0	100

Sumber : Analisis Data Primer, 2013

Berdasarkan Tabel 3, secara keseluruhan persepsi penduduk di lokasi penelitian tidak ada yang berada pada tingkat persepsi rendah. Hal ini disebabkan pengalaman terlanda bencana angin puting beliung pada waktu sebelumnya telah menjadi bekal pemahaman penduduk. Selain itu, penduduk yang pernah menjadi korban umumnya mempunyai pengalaman buruk sehingga harus mampu mengantisipasi bencana angin.

3.5. Tingkat Kapasitas Masyarakat

Pengharkatan terhadap pernyataan-pernyataan yang diberikan kepada penduduk pada daerah terlanda angin puting beliung selengkapnya disajikan pada Tabel 4 berikut ini.

Berdasarkan data di Tabel 4, tingkat kapasitas masyarakat di empat desa di lokasi penelitian dapat dikatakan sebagai tingkat kapasitas masyarakat yang tergolong tinggi. Persentase tingkat kapasitas masyarakat yang tergolong tinggi terbanyak terdapat di Desa Ukirsari, sedangkan persentase paling sedikit terdapat di Desa Sumberagung. Dengan pengalaman bencana angin yang pernah dialami tahun 2008 silam, sebagian masyarakat setempat berusaha untuk mengurangi risiko kerugian apabila terjadi bencana angin kembali.

Tabel 4. Tingkat Kapasitas Masyarakat di Daerah Terlanda

No.	Nama Desa	Tingkat Persepsi			Total (%)
		Rendah (%)	Sedang (%)	Tinggi (%)	
1	Ukirsari	0	31,4	68,6	100
2	Pasaranom	0	28,6	71,4	100
3	Bakurejo	0	36,0	64,0	100
4	Sumberagung	0	50,0	50,0	100

Sumber : Analisis Data Primer, 2013

3.6. Penyusunan Database Bencana dalam Bentuk WebGIS

Database ini dijadikan sistem informasi yang dinamai SIMADA_PB (Sistem Informasi Manajemen Dampak Puting Beliung). Untuk melakukan penyusunan *web* sistem informasi geografis untuk manajemen dampak bencana khususnya angin puting beliung, peneliti menggunakan perangkat lunak desain *web* Adobe Dreamweaver CS4, bahasa pemrograman PHP, javascript program *googlemap* api v3, dan sistem manajemen basis data MySQL.

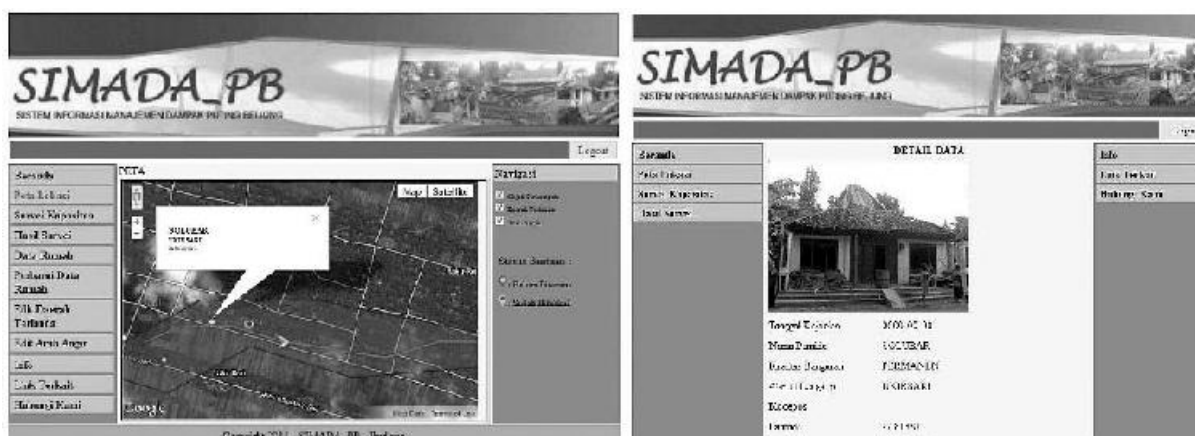
Pembuatan desain tampilan *web* dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Adobe Dreamweaver CS4 menggunakan bahasa pemrograman PHP. *Script* pada tiap-tiap halaman *web* dibuat secara terpisah dengan tampilan utamanya diberi nama *index.php*. Tampilan *web* utama secara umum meliputi header yang berisikan file gambar *header* dengan ekstensi *jpg*. Di bagian bawah *header* disisipkan menu *login* dan *logout* khusus bagi administrator *web* ini untuk melakukan perbaruan data. Pada bagian kanan dan kiri terdapat tampilan menu halaman yang terdiri dari halaman beranda, halaman peta lokasi, halaman perbarui data, halaman survei kapasitas, halaman info, halaman *link* terkait, dan halaman hubungi kami. Khusus untuk halaman perbarui data tidak akan dapat diakses apabila tidak melakukan *login* terlebih dahulu. Jadi, halaman perbarui data hanyalah dapat diakses oleh administrator untuk menambah data baru maupun mengedit data lama.

Agar data dapat tersimpan ke dalam *server*, sebelumnya perlu dilakukan instalasi basis data terlebih dahulu. Basis data yang dipakai ialah MySQL yang berasal dari *open source software* bernama Xampp versi 1.7.2. Web Sistem Informasi Manajemen Dampak Bencana Puting Beliung ini masih menggunakan *local hosting* sehingga belum dipublikasikan secara luas tentang keberadaannya. Sementara ini penyusunan *web* hasil penelitian tentang bencana angin puting beliung di pesisir selatan Purworejo berusaha menampilkan objek terkena dampak yang berupa titik (*point*), arah angin yang berupa garis (*line*), dan daerah terlanda yang berupa luasan (*polygon*). Data tentang hasil penelitian ini merupakan data awal, selanjutnya dapat dilakukan perbaruan data oleh administrator dengan cara menambahkan data kejadian angin pada waktu yang berbeda. Disamping itu, *web* ini juga dapat digunakan sebagai alat untuk melakukan survei kapasitas masyarakat terhadap bahaya angin puting beliung seperti yang akan dibahas pada menu survei kapasitas.

3.7. Tanggapan Pemangku Kebijakan Lokal di Kabupaten Purworejo Mengenai Penyusunan SIMADA_PB

BPBD Kabupaten Purworejo menyambut baik hadirnya SIMADA_PB yang telah disusun. Setelah diujikan pengoperasiannya di kantor BPBD Kabupaten Purworejo, SIMADA_PB pada intinya layak untuk dijadikan alat yang dapat dipakai untuk pengumpulan data kebencanaan. Dari segi tampilan dan pemilihan warna dalam SIMADA_PB ini sudah baik atau menarik. Menu-menu yang disajikan dalam SIMADA_PB sangat mudah untuk dipahami ketika akan mengoperasikannya.

Tanggapan atas hadirnya SIMADA_PB dari pihak BAPPEDA Kabupaten Purworejo sangat baik. Informasi yang ditampilkan masih perlu ditambah seperti berita terkini dengan teks berjalan yang dapat dilihat atau dibaca ketika pengguna mengakses SIMADA_PB. Dengan menu yang ada saat ini SIMADA_PB sudah layak dipakai untuk menginventarisasi objek terkena dampak angin puting beliung. Survei kapasitas yang ditampilkan dalam SIMADA_PB dianggap sangat penting dijadikan alat untuk mengukur kapasitas masyarakat menghadapi bencana angin puting beliung.



Gambar 5. Layer Peta yang Berada di Menu Peta Lokasi.

4. KESIMPULAN

Sebaran daerah terlanda berada di empat desa yaitu Desa Ukirsari, Desa Pasaranom, Desa Bakurejo dan Desa Sumberagung. Jumlah rumah yang rusak akibat bencana ini sebanyak 87 unit dan 1 unit tempat ibadah. Sebaran rumah yang rusak tidak merata, dengan populasi terbanyak rusak yaitu di Desa Ukirsari. Keberadaan pohon rapuh disekitar rumah menjadi salah satu penyebab kerusakan bangunan. Penentuan elemen yang berisiko terhadap angin puting beliung diantaranya penduduk, bangunan permukiman dan jaringan listrik yang merupakan infrastruktur. Analisis kerawanan terhadap empat desa ini dilakukan dengan pemberian bobot terhadap parameter kepadatan penduduk, kualitas bangunan rumah, dan penggunaan lahan. Hasil pembobotan menghasilkan peta kerawanan dengan tiga tingkat kerawanan yaitu kerawanan tinggi, kerawanan sedang, dan kerawanan tinggi.

Kejadian bencana angin ini berdampak pada daerah dengan luas 0,95 km². Sedangkan panjangnya lintasan angin puting beliung yang melanda sepanjang 4,30 km ke arah timur laut. Terjadi pelemahan kecepatan angin yang berasal dari arah barat daya menuju timur laut. Dengan menggunakan analisis statistik sederhana dapat diperoleh hasil bahwa hubungan curah hujan harian maksimum berdasarkan tahun memiliki pengaruh negatif terhadap kejadian bencana angin puting beliung. Analisis antara curah hujan harian maksimum per bulan justru menunjukkan kaitan yang positif, artinya mempengaruhi dengan banyaknya kejadian angin puting beliung. Dengan analisis curah hujan harian maksimum berdasarkan metode distribusi Gumbel, diperoleh bahwa sebaran frekuensi dianggap diterima. Selanjutnya juga diperoleh hasil perhitungan mengenai curah hujan maksimum berdasarkan periode ulang 2, 5 dan 10 tahun.

Tingkat persepsi masyarakat umumnya tergolong sedang, sedangkan tingkat kapasitas masyarakat lebih banyak yang tergolong tinggi. Persentase tingkat kapasitas masyarakat yang tergolong tinggi terbanyak terdapat di Desa Ukirsari, sedangkan persentase paling sedikit terdapat di Desa Sumberagung.

Penyusunan *database* berbentuk *web GIS* ini menggunakan bahasa pemrograman PHP dan basis data MySQL yang masih berada pada *local hosting*. Peta yang disisipkan dalam web ini merupakan *opensource map* yang diperoleh dari *googlemap api v3*. Hasil yang telah disusun adalah peta sebaran daerah terlanda disertai layer rumah terkena dampak (*point*), layer daerah terlanda (*polygon*), dan layer arah angin (*line*). Selain itu juga terdapat menu khusus admin untuk menambah dan mengedit data. Menu tambahan berupa analisis survei kapasitas masyarakat yang hasil penghasilannya dapat dilihat setelah form survei terisi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih peneliti sampaikan kepada Biro Perencanaan dan Kerjasama Luar Negeri Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah memberikan Beasiswa Ungulan sehingga mampu menyelesaikan penelitian ini. Tidak lupa pula kepada pengelola Program S2 *Geoinformation for Spatial Planning and Disaster Risk Management* Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada atas kesempatan studi yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

1. GLG Jawa Tengah, 2008, Pedoman Penyusunan Rencana Aksi Daerah (RAD) Pengurangan Risiko Bencana (PRB) bagi Kabupaten/Kota. Semarang: Good Local Governance (GLG) Jawa Tengah
2. Kantor Kesbangpolinmas Purworejo. 2012. Data Kejadian Bencana Kabupaten Purworejo 2008-2012. Purworejo: Kesbangpolinmas
3. Kedaulatan Rakyat, 2012, Pesisir Selatan Purworejo Rawan Angin Kencang, SKH Kedaulatan Rakyat Edisi 24 Maret 2012, <http://krjogja.com/read/122868/pesisir-selatan-purworejo-rawan-angin-kencang.kr> (diakses 3 Mei 2012).
4. Suara Merdeka, 2008, 84 Rumah Porak Poranda Diterjang Liris, Harian Suara Merdeka Edisi 12 Februari 2008, <http://www.suaramerdeka.com/v1/index.php/read/cetak/2008/02/12/645/84-Rumah-Porak-Poranda-Diterjang-Liris> (diakses 28 April 2012).
5. Suara Merdeka, 2012, Angin Liris Terjang Pesisir Pantai Selatan, Harian Suara Merdeka Edisi 20 Maret 2012
6. Wongasare, M.Y., 2009, Tingkat Kerentanan dan Kapasitas Masyarakat Lokal Terhadap Bencana Tanah Longsor di Kecamatan Kokap Kabupaten Kulon Progo, Tesis: Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

BAGIAN VI
KEKERINGAN,
KEBAKARAN
HUTAN DAN
LAHAN

APLIKASI PENGINDERAAN JAUH DALAM PENGURANGAN RISIKO BENCANA KEKERINGAN DENGAN METODE WATER HOLDING CAPACITY SEBAGAI UPAYA MENINGKATKAN RESILIENCE MASYARAKAT DI DAERAH ALIRAN SUNGAI PENTUNG, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Oleh:

Bagus Septiangga^{a,1,*}, Nur Rochim^{a,2}, Rutsasongko Juniar M^{a,3}

^aJurusan Geografi Lingkungan Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

*septianggabagus@gmail.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui ketersediaan air untuk mengantisipasi bencana kekeringan di Daerah Aliran Sungai Pentung dalam mewujudkan masyarakat tangguh dalam menghadapi kekritisian air. Daerah Aliran Sungai Pentung memiliki kondisi fisik yang didominasi oleh Perbukitan Struktural dengan kelerengan landai hingga terjal sehingga perlu dilakukan identifikasi lebih detil terutama terkait dengan bentukan geomorfologi yang ada. Metode yang digunakan adalah dengan perhitungan water holding capacity berbasis Sistem Informasi Geografis untuk menentukan imbalan air dalam Daerah Aliran Sungai Pentung, penentuan water holding capacity ditentukan dari interpretasi penggunaan lahan dari citra satelit. Dari hasil analisis menerangkan bahwa terjadi surplus air pada bulan November hingga bulan April dan terjadi kekritisian air pada bulan Mei hingga Oktober. Hal ini berdampak pada masyarakat di Daerah Aliran Sungai Pentung yang akan mengalami kekritisian air berulang kali pada masa tersebut. Resilience (ketahanan) masyarakat menjadi perhatian penting dalam kajian penelitian ini dikarenakan menjadi faktor kerentanan penentu terjadinya risiko bencana. Luaran yang diharapkan untuk mewujudkan kondisi masyarakat yang tahan bencana adalah dengan pembuatan lubang biopori untuk memaksimalkan air masuk kedalam akuifer saat musim hujan agar suplai air saat musim kemarau tetap terjaga.

Kata kunci: Kekeringan, resilience, water holding capacity.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan wilayah yang dibatasi oleh igir topografi, dan bilamana ada hujan yang jatuh di di dalamnya maka air hujan tersebut akan ditampung, disimpan, dan dialirkan melalui sistem sungai dengan percabangannya dan akan keluar dari DAS tersebut melalui satu *outlet* tunggal (Suprayogi, 2014). DAS Pentung merupakan bagian dari DAS Oyo yang terletak di perbatasan antara Kabupaten Gunungkidul dan Kabupaten Bantul (dilihat di gambar 1 peta administrasi DAS Pentung). Luas DAS Pentung adalah 22, 61 km². DAS ini secara keseluruhan mencakup 3 kecamatan yaitu kecamatan Patuk, Dlingo, dan Piyungan. Letak DAS Pentung secara geografis dengan sistem UTM berada pada 49M 9128622-9134022 mU dan 441160-449386 Mt.

Daerah Aliran Sungai Pentung secara regional terletak pada wilayah Jalur Pegunungan Struktural Baturagung yang memanjang dari Selatan ke Utara dan berbelok menuju ke arah Timur. Secara genesa, proses pembentukan jalur pegunungan ini dipengaruhi oleh aktivitas tektonik berupa patahan sehingga menyebabkan bagian kerak bumi terangkat dan membentuk wilayah berlereng curam dengan bagian bidang sesar pada bagian tepinya.

Ketersediaan sumberdaya di suatu wilayah berbeda dengan wilayah lain tergantung pada curah hujannya dan faktor-faktor fisik wilayah yang menjadi indikator daya dukung sumberdaya yang di dalamnya termasuk aspek pemenuhan kebutuhan air. Air hujan yang jatuh ke permukaan bumi akan ditampung,

disimpan dan dialirkan melalui titik tunggal dan kawasan ini disebut dengan Daerah Aliran Sungai (Asdak, 1995). DAS memiliki fungsi *hidrologis* yaitu mengalirkan air, menyangga kejadian puncak hujan, melepas air secara bertahap, memelihara kualitas air dan mengurangi pembuangan.

Kekritisan air di suatu DAS dapat dipengaruhi oleh besar-kecilnya ketersediaan air. Ketersediaan air merupakan jumlah yang diperkirakan terus-menerus ada dalam daerah aliran sungai dengan jumlah tertentu dan dalam jangka waktu tertentu (Notodiharjo, 1982). Pengertian lain dari Bappenas mengatakan Ketersediaan air dalam pengertian

Sumberdaya air merupakan air yang berasal dari hujan (*atmosferik*), air permukaan, dan air tanah. Hujan yang jatuh di atas permukaan pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) sebagian akan menguap kembali sesuai dengan proses iklimnya, kemudian sebagian akan mengalir melalui permukaan dan masuk ke dalam saluran, sungai atau danau, dan sebagian lagi akan meresap jatuh ke tanah sebagai pengisian kembali (*recharge*) pada kandungan air tanah yang ada (Bappenas, 2006) Kondisi hidrologi di DAS Pentung sangat dipengaruhi oleh ketersediaan air *meteorologis* atau permukaan. Ketersediaan air *meteorologis* dan air permukaan di suatu wilayah sangat dipengaruhi oleh besarnya curah hujan yang jatuh pada wilayah tersebut. Hujan berperan sebagai sumber masukan (*input*) utama dalam sistem hidrologi, terutama untuk daerah tropis. Dampak yang dihasilkan dari besarnya kekritisan air ini yaitu timbulnya fenomena kekeringan. Menurut Triadmodjo, (2009) menyebutkan bahwa kekeringan dapat disebabkan oleh penyimpangan musim, tipe iklim suatu daerah, kemampuan daerah dalam menyimpan air terutama sangat erat dengan kondisi *litologis*, adanya sedimentasi di *reservoir* seperti waduk, danau maupun rawa serta adanya peningkatan kebutuhan air untuk berbagai keperluan akibat perkembangan jumlah penduduk dan kegiatan ekonomi yang pesat.

Metode water holding capacity (WHC) merupakan metode yang dapat digunakan sebagai untuk mengetahui ketersediaan air di suatu DAS. WHC diambil dari air tersedia (mm) dikalikan dengan zona akar dan luas wilayah. Informasi dari WHC nantinya digunakan dalam menentukan imbalanced air (neraca air). Imbalanced air ini akan memperoleh data DRO (ketersediaan air) yang berguna dalam menghasilkan prediksi kekeringan di DAS Pentung.

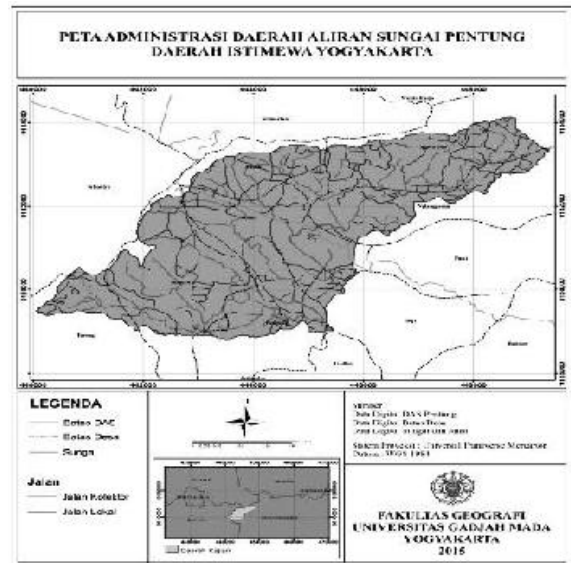
Tujuan:

1. Mengetahui nilai simpanan air berdasarkan data penggunaan lahan
2. Menghitung neraca air Daerah Aliran Sungai Pentung

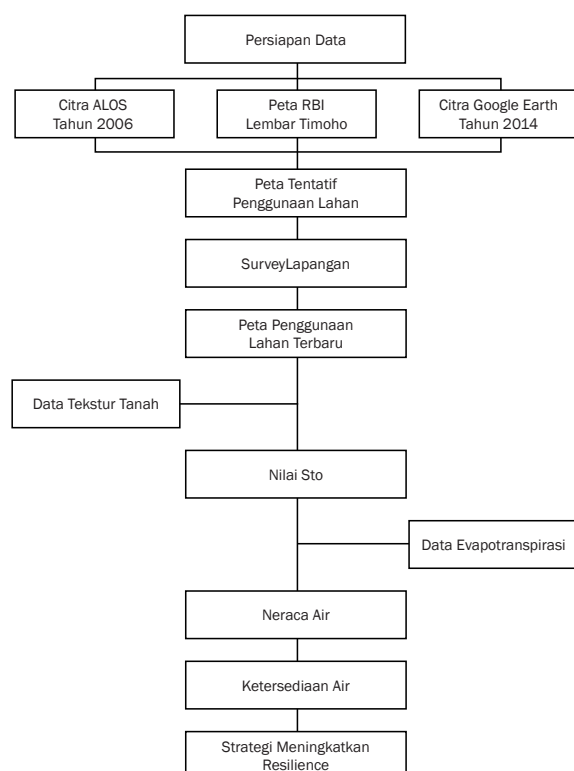
Menganalisis grafik neraca air di Daerah Aliran Sungai Pentung

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Daerah Aliran Sungai Pentung yang berada di Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Pemilihan lokasi untuk sampel menggunakan *purposive sampling* (sampel dengan pertimbangan tertentu). Waktu penelitian dilaksanakan dari bulan Februari hingga bulan Mei 2015. Data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan data primer berupa *survey* lapangan dan interpretasi citra, dan data sekunder yaitu data hujan data tekstur tanah. Berikut diagram alir dari penelitian ini :



Gambar 1. Peta Adminitrasri Daerah Aliran Sungai Pentung.



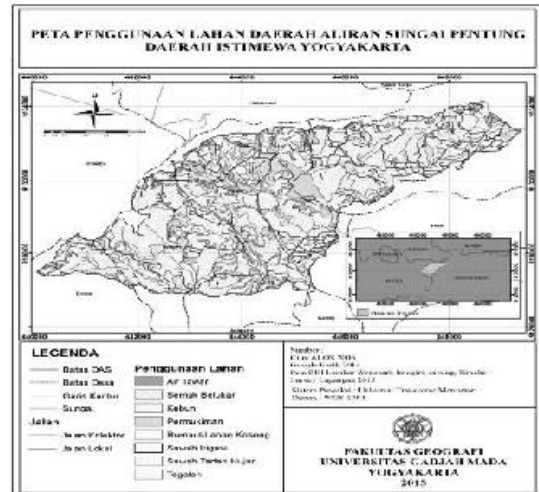
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah Aliran Sungai Pentung secara regional terletak pada wilayah Jalur Pegunungan Struktural Baturagung yang memanjang dari Selatan ke Utara dan berbelok menuju ke arah Timur. Secara genesa, proses pembentukan jalur pegunungan ini dipengaruhi oleh aktivitas tektonik berupa patahan sehingga menyebabkan bagian kerak bumi terangkat dan membentuk wilayah berlereng curam dengan bagian bidang sesar pada bagian tepinya.

Daerah Aliran Sungai Pentung terdiri dari beberapa satuan morfologi seperti dataran, pegunungan, dan juga perbukitan. Bentuklahan yang terdapat di sana berupa Dataran Aluvial, Lembah Sungai Antar Pegunungan Struktural, Lereng Atas Pegunungan Struktural Tertoreh Kuat, Lereng Atas Pegunungan Struktural Tertoreh Sedang, Lereng Atas Perbukitan Struktural Tertoreh Sedang, serta Lereng Bawah Perbukitan Struktural Tertoreh Sedang.

Berdasarkan peta penggunaan lahan yang ada pada gambar 2, tampak bahwa penggunaan lahan yang dominan adalah berupa lahan tegalan. Hal ini memberikan pengaruh kepada nilai simpanan atau Sto (*Storage*) air apabila turun hujan. Tekstur tanah yang dominan dalam lahan tegalan adalah berupa geluh lempung berdebu sehingga dapat memberikan nilai *storage* yang cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena nilai porositas dari tekstur tersebut cukup besar sehingga dapat meloloskan air lebih banyak.

Selain lahan tegalan, penggunaan lahan yang dominan adalah berupa hutan. Implikasi dari penggunaan lahan ini adalah meningkatnya nilai WHC (*Water Holding Capacity*). Ketika musim hujan, tidak semua air mampu meresap ke dalam tanah dengan baik karena kondisi geologisnya yang berupa batuan vulkanik tua bagian dari formasi Nglanggeran. Akan tetapi, ketersediaan air di musim kemarau sedikit terbantu karena adanya beberapa hutan dan tegalan yang banyak menyimpan air sehingga di wilayah-wilayah tertentu, mata air dapat keluar dari pori-pori batuan yang ada. Tabel di bawah menunjukkan nilai *Storage* berdasarkan penggunaan lahan dan tekstur tanah.



Gambar 2. Peta penggunaan lahan

Tabel 1. Tabel perhitungan nilai Sto

Penggunaan Lahan	Tekstur	Luas (km ²)	Air tersedia (mm/m)	Tebal zona perakaran (m)	Luas Wilayah (desimal)	Sto
TEGALAN	Geluh	0.191	150	0.5	0.00841	0.631
	Geluh berdebu	0.373	200	0.62	0.01640	2.034
	Geluh Lempung berdebu	8.734	250	0.4	0.38458	38.458
	Lempung	2.669	300	0.25	0.11753	8.815
	Lempung berdebu	1.089	300	0.25	0.04796	3.597
SAWAH TADAH HUJAN	Geluh	0.054	150	0.5	0.00239	0.179
	Geluh berdebu	0.014	200	0.62	0.00063	0.078
	Geluh Lempung berdebu	1.580	250	0.4	0.06956	6.956
	Lempung	0.649	300	0.25	0.02856	2.142
	Lempung berdebu	0.184	300	0.25	0.00809	0.607
	Geluh Lempung berdebu	0.101	250	0.4	0.00443	0.549
	Lempung	0.115	300	0.25	0.00506	0.506
	Lempung berdebu	0.031	300	0.25	0.00136	0.102
RUMPUT	Geluh berdebu	0.001	200	0.62	0.00004	0.005
	Geluh Lempung berdebu	0.008	250	0.4	0.00035	0.035
	Lempung	0.013	300	0.25	0.00056	0.042
	Lempung berdebu	0.005	300	0.25	0.00020	0.015

PEMUKIMAN	Geluh	0.135	150	0.5	0.00596	0.447
	Geluh berdebu	0.053	200	0.62	0.00234	0.290
	Geluh Lempung berdebu	2.246	250	0.4	0.09891	9.891
	Lempung	0.905	300	0.25	0.03986	2.989
	Lempung berdebu	0.428	300	0.25	0.01885	1.413
KEBUN	Geluh	0.075	150	1	0.00332	0.498
	Geluh berdebu	0.115	200	1	0.00507	1.013
	Geluh Lempung berdebu	1.208	250	0.8	0.05317	10.634
	Lempung	0.366	300	0.6	0.01612	2.902
	Lempung berdebu	0.452	300	0.6	0.01992	3.586
GEDUNG	Geluh berdebu	0.001	200	0.62	0.00003	0.004
	Lempung	0.001	200	0.62	0.00004	0.004
BELUKAR/ SEMAK	Geluh Lempung berdebu	0.615	250	0.8	0.02706	5.412
	Lempung	0.117	300	0.6	0.00516	0.929
	Lempung berdebu	0.125	300	0.6	0.00550	0.989
AIR TAWAR	Geluh Lempung berdebu	0.026	250	0.4	0.00115	0.115
	Lempung	0.025	300	0.25	0.00109	0.082
	Lempung berdebu	0.009	300	0.25	0.00038	0.028
	Jumlah	22.712				105.976

Salah satu faktor yang menentukan nilai neraca air adalah penggunaan lahan. Seperti yang telah dijabarkan sebelumnya bahwa pengaruh penggunaan lahan adalah berupa nilai simpanan air bawah tanah yang bergantung pada tekstur tanahnya. Dalam tabel neraca air, tampak bahwa surplus atau jumlah air berlebih terjadi pada bulan Desember hingga bulan Maret. Pada bulan-bulan lain, yaitu sekitar April, Mei, Juni, Juli, Agustus, hingga November tampak dalam neraca air terjadi defisit air. Defisit air dihitung dengan menggunakan variable berupa nilai evaporasi.

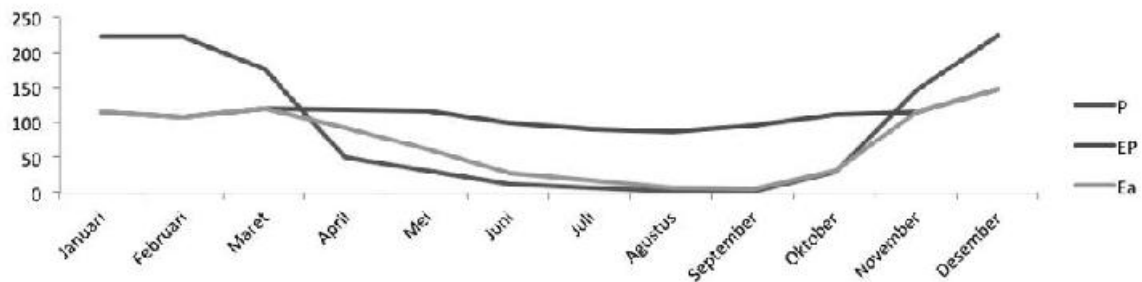
Tabel 2. Tabel Perhitungan Neraca Air

	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Σ
P	222	222	176	50	31	12	8	1	2	29	146	224	1124
EP	115	107	119	118	115	98	91	86	96	110	115	147	1318
P-EP	107	115	57	-67	-84	-87	-83	-85	-94	-81	31	78	
APWL	0	0	0	67	152	229	308	393	486	533	0	0	
Sto	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	
St	106	106	106	65	35	20	11	6	3	2	106	106	
ΔSt	0	0	0	-41	-30	-15	-9	-5	-3	-1	104	0	
Ea	115	107	119	92	61	27	16	6	5	30	115	147	841
S	107	115	57	0	0	0	0	0	0	0	0	78	357
D	0	0	0	26	54	71	75	80	91	80	0	0	477
DRO	73	111	86	28	0	0	0	0	0	0	0	39	338
Im	5.37												
la	36.20												
lh	27.09												

Pola iklim di Daerah Aliran Sungai mengikuti pola iklim dua musim di Indonesia pada umumnya. Indonesia memiliki dua musim yaitu periode hujan dan kemarau yang keberadaannya sangat dipengaruhi oleh angin Muson di Indonesia. Tampak pada grafik bulan-bulan hujan (musim penghujan), terjadi surplus air, yakni pada periode Desember hingga Maret. Dalam kondisi normal (tanpa anomali iklim), bulan-bulan tersebut merupakan bulan terjadinya musim hujan sehingga nilai presipitasinya sangatlah tinggi.

Pengaruh penggunaan lahan terletak pada nilai simpanan air yang dikontrol langsung dengan kondisi tekstur tanah suatu wilayah. Hujan yang turun melalui proses presipitasi menghasilkan air. Pada kondisi

tanah dengan tekstur tertentu, air dapat terinfiltrasi dengan baik sehingga masuk ke dalam tanah dan tersimpan menjadi sistem air bawah permukaan menjadi cadangan air. Berbeda dengan kondisi tekstur seperti lempung ataupun lahan yang tidak lagi berupa tanah, maka air hujan yang turun menjadi run off sehingga tidak dapat tersimpan ke dalam tanah dengan baik.



Gambar 3. Grafik P, EP, Ea DAS Pentung

Kondisi berbeda terjadi pada musim kemarau. Dengan curah hujan yang lebih kecil disertai dengan kondisi penguapan yang tinggi, maka *input* air secara meteorologis sudah berkurang. Akibatnya, dengan kondisi penggunaan lahan yang sama, *input* air ke dalam tanah menjadi lebih kecil sehingga neraca air menjadi berubah. *Output* yang lebih banyak daripada inputnya menyebabkan neraca air menjadi defisit. Hal inilah yang menyebabkan kondisi defisit terjadi pada bulan-bulan kering seperti April hingga sekitar Oktober.

Kejadian deficit yang dialami sekitar bulan April sampai bulan November membutuhkan kesiapan warga masyarakat untuk menghadapi kemungkinan terburuk dari bencana kekeringan. Ketahanan (*resilience*) masyarakat sangat dibutuhkan untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan dari kekeringan. Sejauh ini penganganan bencana sebatas pada proses evakuasi, *recovery* dan rehabilitasi. Sementara itu tingkat ketahanan (*resilience*) kurang mendapat perhatian serius untuk mengurangi dampak dari bencana. Akibatnya korban bencana cenderung berjumlah cukup banyak.

Rekomendasi dari pemasalahan tersebut adalah dengan membuat lubang biopori sebagai tempat penampungan air hujan. Pada musim hujan air ditampung dalam lubang biopori untuk menjadi simpanan air di musim kemarau. Musim kemarau akan mempunyai cadangan air hujan pada musim hujan untuk digunakan keperluan masyarakat terutama untuk keperluan air minum. Adanya upaya tersebut adalah langkah mengurangi risiko untuk mencegah kekritisan air di DAS Pentung yang dapat menjadi meminimalisir kesulitan air yang sering terjadi terutama pada bulan-bulan kering.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis menerangkan bahwa terjadi surplus air pada bulan November hingga bulan April dan terjadi kekritisan air pada bulan Mei hingga Oktober. Hal ini berdampak pada masyarakat di Daerah Aliran Sungai Pentung yang akan mengalami kekritisan air berulang kali pada masa tersebut. *Resilience* (ketahanan) masyarakat menjadi perhatian penting dalam kajian penelitian ini dikarenakan menjadi faktor kerentanan penentu terjadinya risiko bencana. Luaran yang diharapkan untuk mewujudkan kondisi masyarakat yang tahan bencana adalah dengan pembuatan lubang biopori untuk memaksimalkan air masuk ke dalam akuifer saat musim hujan agar suplai air saat musim kemarau tetap terjaga.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami haturkan kepada kedua orangtua, dosen yang telah membimbing kami, asisten yang telah membantu kami, rekan-rekan kuliah blok terutama kepada Brita, Diah, Zulhana, Azura, dan Winasty yang telah membantu kami dalam *survey* lapangan, dan rekan-rekan Geografi dan Ilmu Lingkungan 2012 yang telah membantu menyemangati kami.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bappenas. 2006. Prakarsa Strategis Pengelolaan Sumber Daya Air Untuk Mengatasi Banjir dan Kekeringan di Pulau Jawa. Jakarta: Badan Perencanaan Pembangunan Nasional.
2. Ghafur, Waryono Abdul, dkk. 2012. Resilience Perempuan Dalam Bencana Alam Merapi. Jurnal Ilmu Kesejahteraan Sosial. Vol 1, No. 1, Januari-Juni 2012.
3. Suprayogi, Slamet., dkk. Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta: Gadjah Mada University
4. Triatmodjo, Bambang. 2009. Hidrologi Terapan. Gadjah Mada University

PEMETAAN KAPASITAS LOKAL DALAM PENANGGULANGAN KERENTANAN AKIBAT KERAWANAN AIR DI WILAYAH PERIURBAN GIRIPURWO, GUNUNGGKIDUL, YOGYAKARTA

Oleh:

D.R Hizbaron^{a,1,*}, A.N Khasanah^{a,2}, N.L Hanum^{a,3}

^aFakultas Geografi, Jurusan Geografi Lingkungan, Universitas Gadjah Mada – INDONESIA,

*email: dyah.hizbaron@ugm.ac.id

Abstrak

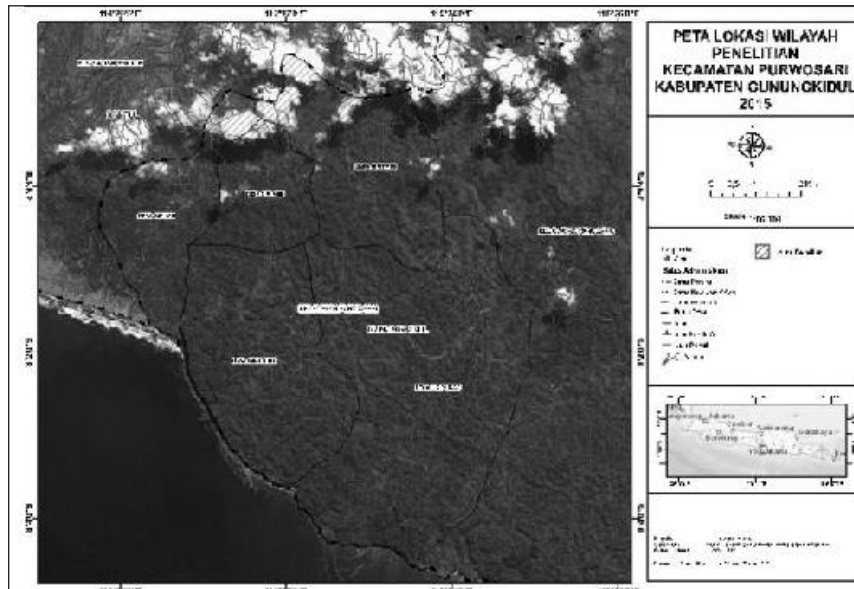
Permasalahan kerawanan air di wilayah Giripurwo, Gunungkidul Yogyakarta merupakan suatu fenomena alam yang dirasakan oleh penduduk setempat sepanjang tahun. Kondisi tekanan lingkungan ini membutuhkan alternatif pemecahan masalah agar mengurangi tingkat kerentanan masyarakat terhadap potensi bahaya kekeringan. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan kapasitas lokal dalam mengupayakan penanganan sumberdaya air yang berkelanjutan. Metode penelitian kualitatif diterapkan dengan 4 fokus pengamatan, yaitu 1) kuantitas sumberdaya air, 2) kualitas sumberdaya air, 3) distribusi sumberdaya air serta 4) kelembagaan sumberdaya air. Teknis pengumpulan data dilakukan dengan metode eksploratif dengan alat bantu berupa checklist, dan memanfaatkan pengambilan sampel purposive simple random. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuantitas sumberdaya air di wilayah penelitian jumlahnya sangat terbatas, tersedia di tiga sumber mata air yaitu Pego, Bekah and Tangis. Ketiga sumberdaya air ini belum optimal dikelola sehingga kualitas air yang ada belum diketahui dan distribusi airnya pun menjadi terbatas karena tidak lengkapnya sarana prasarana pendukung. Akibatnya, sepanjang musim hujan masyarakat bergantung pada sumur tampungan dan atau membeli air dengan biaya Rp 5.000 per tanki. Kondisi ini sangat kontras dengan ekspresi sosial ekonomi wilayah penelitian yang didominasi oleh masyarakat ekonomi menengah ke bawah, sehingga tingkat kerentanan terhadap kerawanan air dipastikan cukup signifikan. Oleh karena itu dibutuhkan suatu manajemen sumberdaya air partisipatif untuk penanggulangan ketidakmerataan kuantitas dan distribusi sumberdaya air. Beberapa kegiatan partisipatif yang berhasil dipetakan adalah pendidikan dini terhadap kualitas air, sosialisasi filtrasi air, serta penguatan kapasitas kelembagaan di tingkat desa. Hal tersebut merupakan modal dasar masyarakat setempat untuk lebih agresif dalam penanggulangan kerawanan sumberdaya air di masa mendatang.

Kata kunci: Kapasitas, air, kerentanan, partisipatif, Gunungkidul.

1. PENDAHULUAN

Gunungkidul merupakan kawasan karst dengan karakteristik geomorfologi, geologi serta hidrologi yang khas. Sistem hidrologi di kawasan Gunungkidul terbagi menjadi tiga sub sistem, yaitu Panggang, Bribin, Baron, Seropan serta Ponjong. Salah satu dari sub sistem hidrologi ini, yaitu Bribin termasuk dalam kategori daerah aliran sungai yang kritis pada kurun waktu 1999 (Pawitan & Haryani, 2011). Karakteristik geomorfologi karst dan batuan gamping yang mendominasi wilayah penelitian (Haryono & Day, 2004), menyerap sebagian besar air hujan hingga masuk ke sistem aliran bawah tanah melalui celah atau rongga batuan yang disebut dengan luweng. Hal inilah yang nampaknya menjadi faktor utama penyebab kurangnya volume debit aliran permukaan. Karst sendiri diterjemahkan sebagai medan yang memiliki karakteristik hidrologi dan bentuk lahan yang diakibatkan oleh kombinasi dari batuan yang mudah larut (*soluble rock*) dan mempunyai porositas sekunder yang berkembang baik (Ford dan Williams, 1992 dalam Adji, 2006). Lebih lanjut, kawasan karst dicirikan dengan dominasi sungai bawah permukaan atau sungai bawah tanah dan minim sungai permukaan. Akibatnya, debit aliran permukaan menjadi sangat minimal, dan menyebabkan wilayah penelitian disebut mengalami kerawanan ketersediaan air bersih dan berpotensi terhadap bahaya kekeringan. Namun, jika ditelaah lebih lanjut, keberadaan sungai bawah tanah telah menyediakan debit air yang sangat tinggi, seperti di Bribin 1500 liter/detik, Seropan 400 liter/detik, Baron 8000 liter/detik,

Ngobaran 150 liter/detik (MacDonalds dan Partners, 1984 dalam Adji, 2006). Keberadaan isu lingkungan terkait sumberdaya air di wilayah ini menjadi kian penting seiring dengan kian gencarnya isu mengenai perubahan iklim. Konteks perubahan iklim yang mempengaruhi konteks iklim mikro dan makro wilayah mengakibatkan pergeseran musim hujan dan kemarau, sehingga berakibat pada pergeseran pola tanam, yang secara tidak langsung mempengaruhi perikehidupan masyarakat setempat. Keterbatasan ketersediaan air bersih di wilayah Gunungkidul, telah membentuk pola perilaku masyarakat dalam kehidupan sehari-hari (Retnowaty, Anantasari, Marfai, & Dittman, 2014). Pola perilaku, mekanisme adaptasi serta kemampuan masyarakat dalam menghadapi permasalahan wilayah ini menjadi sangat menarik dicermati mengingat upaya yang dilakukan pun sangat beragam.



Gambar 1. Peta Kecamatan Purwosari, Kabupaten Gunungkidul, 2015.

Penelitian ini dilakukan di desa Giripurwo, Kecamatan Purwosari, Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta (Gambar 1). Secara administratif, desa Giripurwo terdiri dari 10 dusun, yaitu Kacangan, Jlumbang, Widoro, Klampok, Gumbeng, Sumur, Gubar, Karangnongko, Temon dan Tlogowarak. Karakteristik wilayah penelitian masih sama dengan karakteristik makro yaitu berasal dari satuan bentuklahan karst berupa perbukitan gamping, satuan bentuklahan denudasional berupa lahan pantai terjal, dan satuan bentuklahan *fluvial* berupa dataran *alluvial* (Gambar 2). Wilayah tersebut dihuni oleh kurang lebih 9.364 jiwa dengan komposisi terakumulasi di dusun Klampok, Sumur, Gubar, Tlogowarak, Kacangan dan Widoro.



Gambar 2. Salah Satu Bentuk Lahan di Kecamatan Purwosari, Kabupaten Gunungkidul, 2015.

Permasalahan wilayah penelitian tidak berhenti pada ketimpangan kuantitas air untuk pemanfaatan domestik, namun kian kompleks dengan adanya indikasi masih rendahnya pemahaman akan pentingnya pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan hidup secara berkesinambungan dan kurangnya partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sumberdaya air berkelanjutan. Beberapa wilayah sumberdaya air bersifat terbatas baik karena sifat iklim maupun kondisi fisik wilayah yang tidak mendukung, termasuk wilayah penelitian di Giripurwo. Terlepas dari hal tersebut, wilayah penelitian setidaknya memiliki tiga jenis sumber mataair yang belum dikembangkan secara optimal.

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan kapasitas lokal dalam mengupayakan penanganan sumberdaya air yang berkelanjutan. Mempertimbangkan kondisi wilayah yang cukup rawan terhadap bahaya kekeringan, masyarakat setempat telah banyak melakukan upaya penanggulangan. Berbagai jenis upaya inilah yang akan ditemukan dan diidentifikasi efektifitasnya dalam penanganan sumberdaya air yang berkelanjutan. Selanjutnya, penelitian berupaya untuk melakukan suatu perencanaan partisipatif untuk peningkatan kapasitas masyarakat melalui beberapa metode yang disesuaikan dengan ketersediaan sumberdaya lokal.

Secara teoretis, komunitas atau '*community*' merupakan istilah yang digunakan untuk menjelaskan suatu kesatuan kelompok dengan kesamaan norma, nilai, pola timbal balik serta prinsip perilaku kerjasama, selain itu dijelaskan pula bahwa komunitas merupakan berbagai lapisan masyarakat atau unit sosial yang fokus pada kegiatan sosial tertentu, memiliki institusi yang khas untuk mengatur sumberdaya serta mengatasi konflik (Adger, 2000 p. 739; Dynes, 1998, p. 113 dalam Allen 2006). Istilah komunitas banyak dipahami memiliki kemiripan arti dengan istilah masyarakat atau "*society*", yang dalam hal ini diterjemahkan sebagai satu kesatuan kelompok sosial yang saling berkaitan baik di sektor ekonomi, sosial dan politik (Lindell, 2013).

Lebih lanjut dijelaskan dalam konteks adaptasi perubahan iklim, atribut utama komunitas adalah dalam hal kapasitas fungsionalnya untuk mengenali permasalahan secara kolektif atau bersama-sama, mengambil keputusan bersama dan mengalokasikan sumberdaya bersama (Dynes, 1998, p. 113 dalam Allen, 2006). Penanggulangan bencana berbasis komunitas memanfaatkan beberapa hal yang bersifat lokal dan homogen, seperti pengetahuan, pengalaman, sumberdaya, mekanisme adaptasi, serta mitigasi yang seringkali sangat spesifik dan unik di setiap satuan unit wilayah (Benson et al., 2001; Goodyear, 2000; Masing, 1999; Rocha and Christoplos, 2001; Tobin and Whiteford, 2002 dalam Allen, 2006). Pemahaman ini memiliki kemiripan dengan istilah kemampuan atau kapasitas. Cigler (2007) menjelaskan bahwa istilah kemampuan atau "*capability*" memiliki kesamaan arti dengan kapasitas "*capacity*" yang artinya ketersediaan sumberdaya teknis, kebijakan, institusi, kepemimpinan, serta dukungan finansial yang dapat dikelola untuk meningkatkan produktifitas sumberdaya lainnya (dalam Kusumasari, Alam, dan Siddiqui, 2010). Terkait dengan pemahaman tersebut, mekanisme adaptasi dan mitigasi berbasis komunitas pun memiliki kapasitas, yang meliputi beberapa hal seperti penyebaran informasi, peningkatan kesadaran terhadap potensi kerentanan, pemberdayaan asset/sumberdaya lokal serta mobilisasi sumberdaya manusia yang ada (Allen, 2006). Lebih lanjut, pemberdayaan asset/sumberdaya lokal seringkali menjadi fokus utama mengingat hal ini bergantung pada peran struktur dan institusi sosial hingga peran individu yang menjadi panutan dalam suatu komunitas. Hal yang patut digarisbawahi disini adalah setiap kemampuan atau kapasitas masyarakat yang dimiliki untuk penanggulangan bencana atau adaptasi terhadap kondisi lingkungan tertentu menjadi bersifat khusus, mengingat variasi jenis ancaman yang tentunya menimbulkan respon yang berlainan dan membutuhkan sumberdaya yang berbeda pula (Marfai & Hizbaron, 2011).

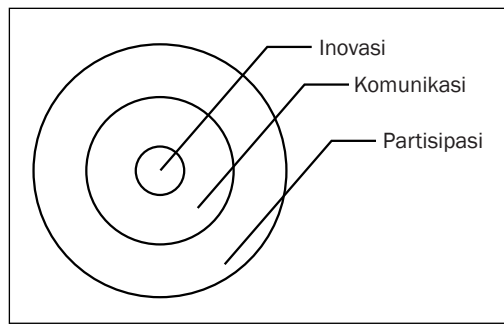
Di dalam konteks manajemen pengelolaan sumberdaya air, penelitian ini melandaskan pada perlunya penguatan kapasitas sosial sebagai syarat pengelolaan sumberdaya air yang berkelanjutan. Konsep tersebut tertuang dalam Bab 18 Agenda 21 Kerangka Pembangunan Berkelanjutan PBB yang menyebutkan bahwa penguatan kapasitas sosial merupakan proses jangka panjang yang fokus pada (Fulazzaky & Akil, 2009):

1. Pengadaan kerangka kebijakan dan kerangka hukum.
2. Penguatan institusional dan pembangunan, serta partisipasi lokal.
3. Pembangunan sumberdaya manusia, termasuk pengembangan sistem kepemimpinan sesuai minat pemanfaatan sumberdaya air.
4. Pendidikan pengelolaan dan peningkatan kewaspadaan ketersediaan sumberdaya air di semua tataran masyarakat.

Gambar 3 menjelaskan bahwa kerangka pengelolaan sumberdaya air berkelanjutan setidaknya membutuhkan tiga faktor utama, yaitu inovasi teknologi (keteknikan, informasi, basis data dan lain-lain), sistem komunikasi (berbasis web ataupun berbasis masyarakat) serta partisipasi (keikutsertaan di berbagai tataran, yang melibatkan peran masyarakat, pemerintah dan swasta di berbagai wilayah).

Inovasi, komunikasi dan partisipasi yang terbentuk di tataran masyarakat memiliki keragaman yang sangat tinggi, oleh karena itu dibutuhkan suatu pendekatan yang mampu menjelaskan bentuk-bentuk yang

sudah dimiliki suatu unit sosial agar dapat menjadi pembelajaran bagi unit sosial lainnya.

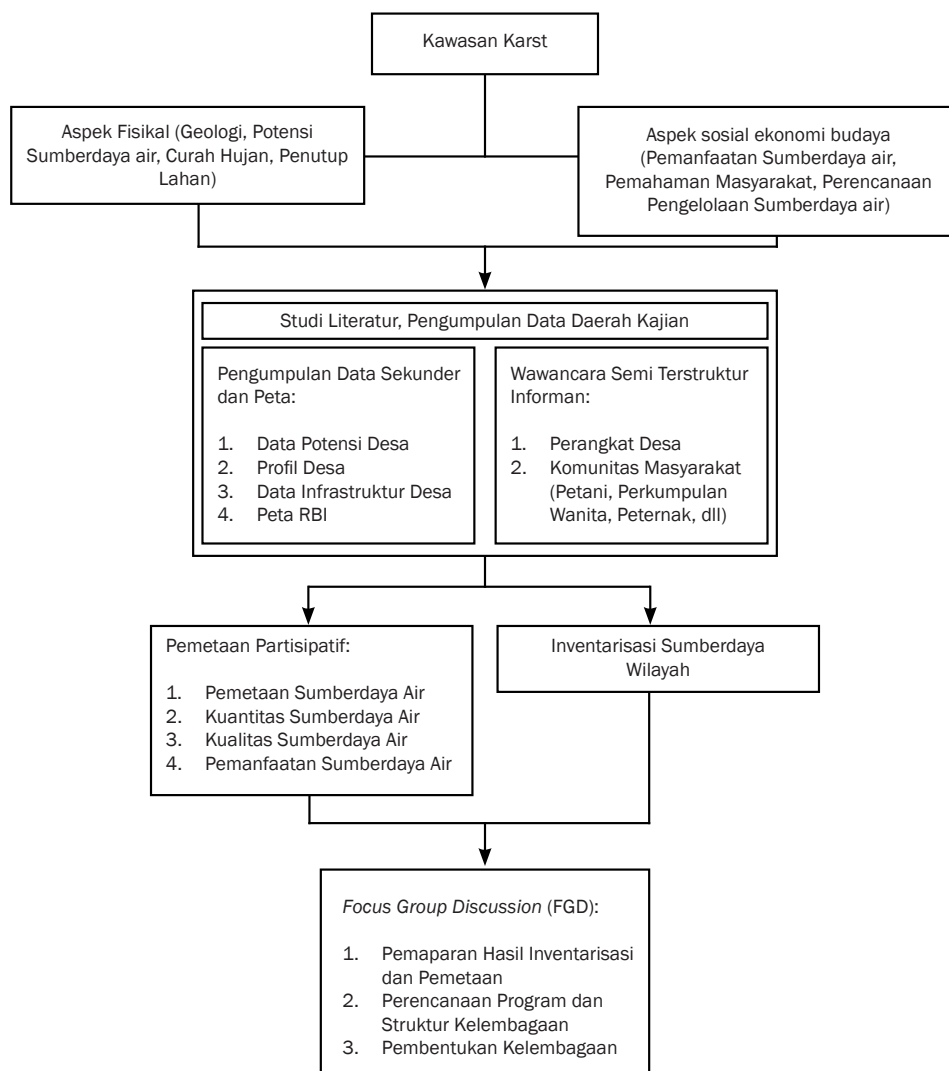


Gambar 3 Konsep Penelitian

2. METODOLOGI

Penelitian ini memanfaatkan metode kualitatif untuk melakukan pemetaan kapasitas dan perencanaan partisipatif. Teknis pengumpulan data dilakukan dengan metode eksploratif dengan alat bantu berupa *checklist*, dan memanfaatkan pengambilan sampel *purposive simple random*. Penelitian dibagi menjadi beberapa tahapan, yaitu:

- Tahap 1. Studi Literatur
- Tahap 2. Pemetaan Kapasitas
- Tahap 3. Perencanaan Partisipatif



Gambar 4. Kerangka Alur Penelitian.

Gambar 4 menunjukkan alur penelitian yang dilakukan. Studi Literatur dilakukan untuk menemukenali karakteristik fisik dan sosial wilayah penelitian berdasarkan penelitian terdahulu. Pemetaan kapasitas memanfaatkan media *forum group discussion* atau FGD dengan beberapa pertanyaan kendali untuk menemukenali beberapa indikasi kapasitas masyarakat. Pemetaan diarahkan untuk menemukenali sumberdaya lokal yang mampu meningkatkan peran serta masyarakat dalam manajemen sumberdaya air berkelanjutan. Berdasarkan kajian literatur yang telah dilakukan berikut ini beberapa variabel yang dimanfaatkan dalam pengamatan penelitian (Tabel 1). Sumberdaya lokal yang digunakan terbagi menjadi sebagai berikut:

1. Sumberdaya lingkungan alami
2. Sumberdaya lingkungan buatan
3. Sumberdaya manusia
4. Sumberdaya sosial dan ekonomi
5. Sumberdaya pendukung lainnya.

Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel	Indikator	Tolak Ukur
1. Sumberdaya fisik wilayah	Ketersediaan sumberdaya air baik dari segi kuantitas maupun kualitas	<ul style="list-style-type: none"> • Ketersediaan air • Distribusi air • Kualitas air
2. Sumberdaya lingkungan buatan (Infrastruktur wilayah)	Ketersediaan aset fisik dan infrastruktur pendukung pengelolaan air	<ul style="list-style-type: none"> • Ketersediaan Sarana Penampung Air Hujan di rumah warga • Ketersediaan saluran air untuk lahan pertanian • Ketersediaan saluran-saluran air bersih
3. Sumberdaya manusia wilayah	Kualitas sumberdaya manusia	<ul style="list-style-type: none"> • Pengetahuan • Keterampilan • Pengalaman • Inovasi • Komitmen
4. Sumberdaya sosial ekonomi wilayah	Pendapatan sosial Hubungan sosial	<ul style="list-style-type: none"> • Pendapatan musim kemarau • Pendapatan musim penghujan • Hubungan solidaritas (mekanisme gotong royong) • Budaya lokal dan tradisi
5. Sumberdaya pendukung lainnya	Aktivitas masyarakat Akses terhadap relasi	<ul style="list-style-type: none"> • Pola pemanfaatan air • Mekanisme adaptasi • Mekanisme informasi • Mekanisme komunikasi • Mekanisme dukungan penyuluhan, pendampingan

Variabel yang tersebut di atas dipersiapkan sebagai pertanyaan kendali yang dipersiapkan saat FGD dan interview kepada tokoh kunci, yaitu aparat dusun. Hasil jawaban merupakan salah satu indikator untuk menilai pengetahuan

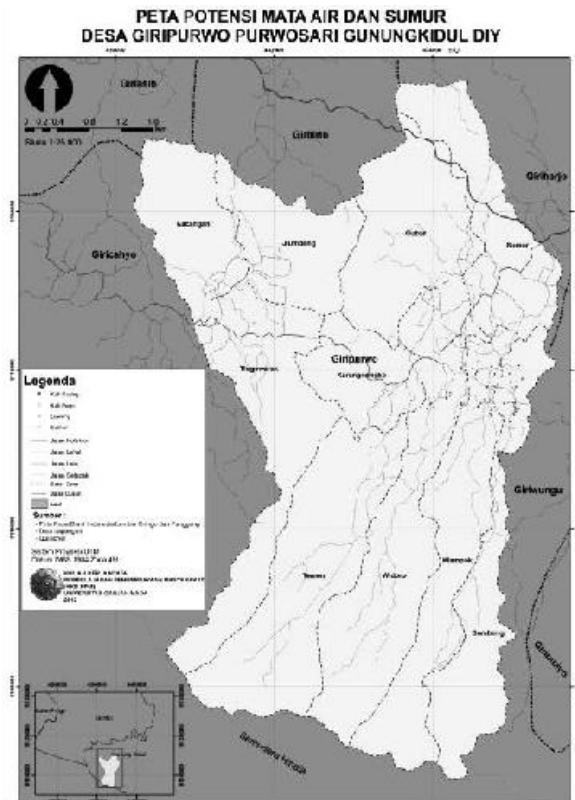
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mengawali penelitian dilakukan studi literatur dan penggalian informasi melalui interview terhadap beberapa tokoh kunci untuk mengetahui sumberdaya fisik wilayah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuantitas, kualitas serta distribusi air di wilayah penelitian secara garis besar adalah minim dan telah dilakukan kajian intensif sejak 2010. Beberapa kegiatan telah dilakukan untuk memetakan sumberdaya air di wilayah ini, yang antara lain nampak pada gambar berikut ini. Pada 2010 telah dilakukan penyusunan potensi air tanah di pantai Pengkah Kabupaten Gunungkidul. Informasi yang dihasilkan adalah adanya potensi air tanah di beberapa sumber mataair seperti Pego, Bekah dan Tangis. Ketiganya merupakan bagian dari sistem mataair sungai bawah tanah yang belum optimal pemanfaatannya. Pemetaan berikutnya pada 2012 dilakukan oleh Tim Kuliah Kerja Nyata Universitas Gadjah Mada, yang menghasilkan beberapa

informasi keruangan berupa peta. Beberapa potensi sumberdaya air terakumulasi di dusun Sumur dan Karangnongko, sementara itu akumulasi penduduk di dusun Klampok, Sumur, Gubar, Tlogowarak, Kacangan dan Widoro belum banyak dijumpai sumberdaya air yang mencukupi.

Berdasarkan hasil pemetaan di tahun 2012, pada 2013 dilakukan perencanaan eksplorasi mataair di Pego dan Bekah. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kualitas air di mata air tersebut dan perencanaan infrastruktur pendukungnya seperti kebutuhan pemipaan dan atau pembangunan embung, serta *reservoir* penampung air. Diketahui bahwa mataair Pego dan Bekah mampu menghasilkan kurang lebih 1800 liter/hari dengan bantuan teknis alat pemompa air yang dioperasikan selama 5 jam per hari. Penelitian ini pun telah menghasilkan jalur pemipaan yang dirancang dengan 1 *reservoir* utama di titik tertinggi yaitu Temon dan didistribusikan ke 8 hidran penampung air di 8 RT di seluruh desa. Kegiatan ini merupakan program kolaboratif yang dilakukan oleh Komunitas Peduli Air Gunungkidul beserta Pemerintah Kabupaten Gunungkidul serta Dinas Pekerjaan Umum. Keterbatasan sumberdaya pendukung mengakibatkan kurang meratanya distribusi air. Akibatnya, lebih banyak konsumsi air bersih untuk kepentingan domestik sepanjang musim hujan lebih mengandalkan pada sumur tampungan dan atau membeli air dengan biaya Rp 5.000 per tanki pada musim kemarau.

Ketersediaan embung kurang mendapat perhatian dari berbagai pihak sehingga pemanfaatannya pun minimal, selain karena minimnya volume debit air yang ditampung. Beberapa embung telah disediakan di wilayah penelitian namun kurang mendapat perhatian dari masyarakat karena kecilnya volume debit air yang dihasilkan.



Gambar 5. Peta Potensi Sumberdaya Air di Desa Giripurwo, Kabupaten Gunungkidul, 2012.



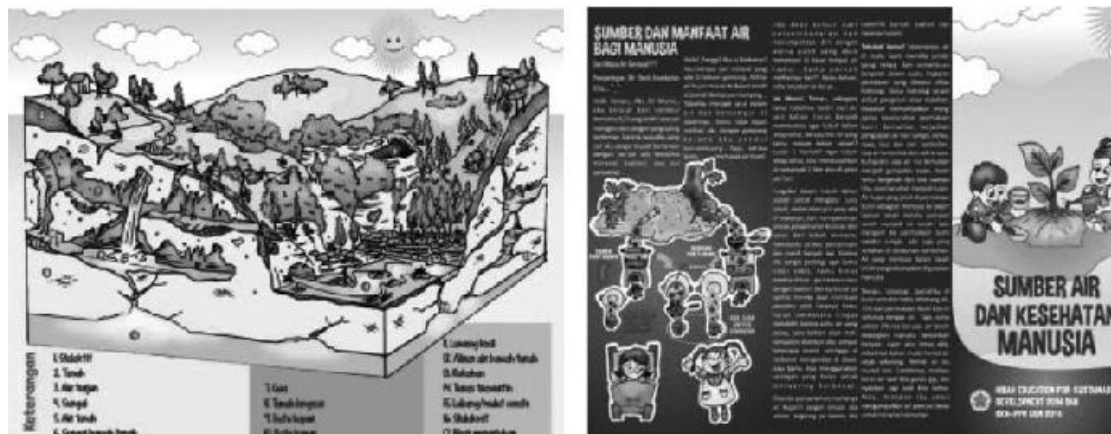
Gambar 6. Embung Penampung Air di Wilayah Penelitian, 2015.

Berdasarkan pengamatan, proses pemetaan kapasitas dan perencanaan partisipatif dapat dilakukan di tiga tataran, yaitu yaitu mikro (individu dan komunitas), meso (kelembagaan dan organisasi), dan makro (kebijakan dan sistem). Pada penelitian ini, level yang digunakan adalah level mikro, karena kelembagaan atau organisasi terkait dengan sumberdaya air di wilayah penelitian belum tersedia, begitu pula dengan kebijakan dan sistem yang masih minimal.

Pemberdayaan dimulai dari pembentukan pemahaman terhadap pengelolaan air terhadap beberapa kelompok komunitas melalui program FGD. FGD ini diharapkan menjadi sarana lainnya kesadaran komunitas terhadap arti penting pengelolaan sumberdaya air yang berkelanjutan. FGD berhasil memetakan pengetahuan dan pemahaman masyarakat terhadap sumberdaya air. Diketahui bahwa ketersediaan sumber mataair yang telah banyak dikelola terpusat di dusun Tlogowarak, sementara di dusun Jlumbang dan Kacangan mengalami ketimpangan distribusi air yang cukup signifikan.

Terungkap pula bahwa masyarakat tidak memiliki pemahaman ketrampilan untuk mengelola infrastruktur air sehingga lebih banyak memanfaatkan sumur gali, sumur PAH (penampung air hujan) dan atau membeli air. Pembelian air dari pemerintah dilakukan terutama di musim kemarau yang berharga sekitar Rp 130.000 sampai Rp 150.000. Beberapa dusun dapat memanfaatkan sumur bor seperti di dusun Klampok, Gumbang, dan Widoro. Metode pengelolaan dan pengambilan air dilakukan secara bergilir. Pengelolaan air yang biasa dilakukan oleh warga setempat antara lain, pengambilan air yang dilakukan bergiliran per RT.

Berdasarkan hasil penelitian, dirumuskan bahwa perencanaan partisipatif pengelolaan sumberdaya air di wilayah penelitian perlu dilakukan dengan pelibatan semua pihak. Kegiatan penelitian kemudian melibatkan ibu-ibu PKK, yang diperkenalkan pada arti penting mengelola sumberdaya air yang berkualitas baik untuk kepentingan domestik. Hal berikutnya adalah dengan melakukan pendekatan pada kelompok usia remaja dan anak-anak (*Youth Training Program*) untuk mengenalkan pengelolaan sumberdaya air yang berkelanjutan melalui media *leaflet* (Gambar 7).



Gambar 7. Leaflet Perencanaan Partisipatif, 2015.

4. KESIMPULAN

Telah banyak contoh eksplorasi sumber daya air yang tidak diiringi dengan peningkatan kapasitas masyarakat dalam mengelola sumber daya tersebut. Setiawan dkk, 2014 mengembangkan sistem pemompaan air berbasis tenaga matahari di wilayah pedesaan tentunya tidak sekedar membutuhkan peralatan teknis tetapi juga partisipasi masyarakat untuk memonitoring dan mengevaluasi prosesnya (Setiawan, Purwanto, Pamuji, & Huda, 2014). Kurangnya keterlibatan atau partisipasi masyarakat justru menghambat proses implementasi inovasi teknologi bahkan dapat mengakibatkan implementasi inovasi teknologi berhenti di tengah jalan (Lehmann, Zschieschang, Traverso, Finkbeiner, & Schebek, 2013). Berdasarkan argumentasi di atas, penelitian ini menyimpulkan hal yang sama, yaitu kurangnya sumberdaya air di wilayah penelitian dapat ditingkatkan dengan adanya inovasi teknologi. Mengarah ke hal tersebut, perlu peran aktif masyarakat untuk berpartisipasi dalam pengelolaannya. Perencanaan partisipatif dalam hal ini dijadikan sebagai salah satu cara dalam pengelolaan sumberdaya air dan peningkatan kapasitas masyarakat sebagai wujud pembelajaran dan pembangunan yang berkelanjutan. Pemanfaatan strategi ini akan melibatkan pengetahuan, perspektif, dan ketrampilan masyarakat setempat dalam pengelolaan sumberdaya air.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adji, T. N. (2006). Kondisi Daerah Tangkapan Sungai Bawah Tanah Karst Gunungsewu dan Kemungkinan Dampak Lingkungannya Terhadap Sumberdaya Air (Hidrologis) Karena Aktivitas Manusia. Seminar UGK-BP DAS SOP Pelestarian Sumberdaya Airtanah Kawasan Karst Gunung Kidul. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
2. Allen, K. M. (2006). Community based disaster preparedness and climate adaptation: local capacity building in the Phiippines. *Disaster* , 30 (1), 81-101.
3. Fulazzaky, M. A., & Akil, H. (2009). Development of Data dan Information Centre System to Improve Water Resource Management in Indonesia. *Water Resource Manage.* 23, pp. 1055-1066. Springer Science and Business Media B.V.
4. Haryono, E., & Day, M. (2004). Landform differentiation within the Gunungkidul
5. Kegelkarst, Java, Indonesia. *Journal of Cave and Karst Studies* , 66 (2), 62-69.
6. Kusumasari, B., Alam, Q., & Siddiqui, K. (2010). Resource Capability for Local Government in Managing Disaster. *Disaster Prevention and Management: An International Journal* , 19 (4), 438-451.
7. Lindell, M. K. (2013). Disaster studies. *Current Sociology Review* , 61 (5-6), 797-825.
8. Lehmann, A., Zschieschang, E., Traverso, M., Finkbeiner, M., & Schebek, L. (2013). Social aspects for sustainability assessment of technologies - challenges for social life cycle assessment (SLCA). *Societal Life Cycle Assessment* , 18, 1581-1592.
9. Marfai, M. A., & Hizbaron, D. R. (2011). Community's Adaptive Capacity due to Coastal Flooding in Semarang Coastal City, Indonesia. *Analele Universitatii din Oradea - Serie Geografie* , 21, 209-221.
10. Pawitan, H., & Haryani, G. S. (2011). Water resource, sustainability and societal livelihood in Indonesia. *Ecology Hydrobiology* , 11 (3-4), 231-243.
11. Retnowaty, A., Anantasari, E., Marfai, M. A., & Dittman, A. (2014). Environmental Ethics in Local Knowledge Responding to Climate Change: An Understanding of Seasonal Traditional Calendar PranotoMongso and Its Phenomenology in Karst Area of Gunungkidul, Yogyakarta, Indonesia. *Procedia Environmental Science*, 20, 785-794.
12. Setiawan, A. A., Purwanto, D. H., Pamuji, D. S., & Huda, N. (2014). Development of a Solar Water Pumping System in Karsts Rural Area Tepus, Gunungkidul through Student Community Services. *Procedia Energy*, 47, 7-14.

PERAN PROGRAM LEMBAGA ZIS DALAM PENANGGULANGAN BENCANA KEKERINGAN DI KABUPATEN GUNUNGGIDUL

Oleh:

Gilang Adinugroho^{a,1,*}, Nugroho Hartanto^{a,2}, Charina VB^{a,3}, Muhammad Fajar Sulisty^{a,4}

^aFakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 55281

*gilangadi1991@yahoo.com

Abstrak

Bencana kekeringan merupakan fenomena yang selalu terjadi di Gunungkidul ketika musim kemarau tiba. Sampai saat ini belum ada penanganan tuntas terhadap bencana kekeringan yang terjadi di sebagian besar wilayah kabupaten ini. Data BPBD tahun 2012 menunjukkan terdapat 107 desa yang mengalami bencana kekeringan klasifikasi parah dan 36 desa klasifikasi sedang. Dana pemerintah terbatas sehingga tidak mampu menjangkau seluruh wilayah bencana. Dana ZIS yang dihimpun dari masyarakat dapat menjadi alternatif pendanaan untuk penanggulangan bencana. Salah satu program lembaga ZIS untuk menanggulangi bencana kekeringan adalah Program "Berbagi Air" yang dilaksanakan oleh Pos Keadilan Peduli Ummat (PKPU). Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan dan mengidentifikasi dampak Program "Berbagi Air" dalam penanggulangan bencana kekeringan di Gunungkidul. Metode penelitian yang digunakan adalah analisis deskriptif kualitatif dari data sekunder dan indepth interview. Program "Berbagi Air" telah dilaksanakan di empat lokasi yaitu Dusun Jeruklegi Desa Katongan dan Dusun Natah Wetan di Desa Natah, Kecamatan Nglipar, Dusun Banyusoco Kecamatan Playen, serta Dusun Ketela Desa Tegalrejo, Kecamatan Gedangsari. Penerima manfaat program ini sebanyak 242 kepala keluarga yang tersebar di 4 lokasi. Dampak yang dirasakan masyarakat adalah kemudahan mendapatkan air bersih. Sebelum keberadaan program "Air Bersih" masyarakat harus menempuh perjalanan beberapa kilometer untuk mencari air. Pembangunan reservoir memudahkan masyarakat untuk mengakses air bersih. Manfaat jangka panjang ketersediaan air bersih adalah kesehatan lingkungan masyarakat yang meningkat.

Kata kunci: Kekeringan, dana ZIS, air bersih, akses air.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang mengalami dampak dari adanya perubahan iklim global, yakni tidak stabilnya periode musim kemarau dan musim penghujan. Kondisi ini menimbulkan banyak permasalahan, yakni bencana kekeringan dan bencana banjir. Kedua bencana tersebut hampir setiap tahun melanda beberapa daerah di Indonesia. Penanggulangan bencana kekeringan maupun banjir menjadi tanggung jawab pemerintah, baik dalam skala pusat maupun daerah seperti yang tertuang dalam Undang-undang Dasar 1945 dan Undang-Undang No. 27 tahun 2004 tentang Bencana.

Pengelolaan mengenai air dan bencana sangatlah penting. Undang – Undang Dasar 1945 pasal 33 disebutkan bahwa penguasaan atas bumi, air, dan ruang angkasa, serta kekayaan yang terkandung di dalamnya itu untuk dipergunakan sebesar-besarnya demi kemakmuran rakyat. Pasal tersebut memberikan tanggungjawab pada pemerintah untuk mengelola sumberdaya air yakni dalam menetapkan kebijakan pengelolaan sumber daya air; hingga melaksanakan pengelolaan sumber daya air; memenuhi kebutuhan pokok minimal sehari-hari atas air; dan ketertiban pelaksanaan pengelolaan sumber daya air pada wilayah sungai dalam satu wilayah administrasi.

Salah satu hambatan dan tantangan dalam pemenuhan kebutuhan masyarakat akan air adalah faktor karakter fisik (geomorfologis) maupun meteorologis wilayah, yang dapat menghambat pembangunan wilayah. Fenomena ini disebut sebagai bencana kekeringan. Secara harfiah, kekeringan didefinisikan sebagai keadaan kekurangan pasokan air pada suatu daerah dalam waktu beberapa bulan hingga bertahun-tahun. Biasanya kejadian ini muncul bila suatu wilayah secara terus-menerus mengalami curah hujan di bawah rata-rata. Musim kemarau yang panjang akan menyebabkan kekeringan karena cadangan air tanah akan habis akibat evaporasi, transpirasi, ataupun penggunaan lain oleh manusia (Undang-Undang No. 27 tahun 2004

tentang Bencana). Kekeringan juga dapat disebabkan oleh karakteristik fisik wilayah seperti jenis batuan dan jenis tanah yang memiliki kemampuan menyimpan air rendah. Dampak dari bencana kekeringan paling besar berada di kawasan karst, sebab kawasan ini secara geomorfologis memiliki jenis batuan dan jenis tanah yang mudah meloloskan air.

Secara umum dapat dikatakan bahwa hampir semua propinsi di Indonesia mengalami bencana kekeringan, tidak terkecuali di DIY. Dari data statistik dapat dilihat bahwa terdapat beberapa daerah di DIY mengalami bencana kekeringan, salah satu kabupaten yang mengalami dampak kekeringan paling parah adalah kabupaten Gunungkidul. Kabupaten Gunungkidul merupakan salah satu kabupaten di DIY yang mengalami dampak kekeringan yang sangat parah, dari data statistik yang dikeluarkan BPS DIY tahun 2012 tercatat ada 15 kecamatan yang mengalami bencana kekeringan. Sedangkan dari data BPBD DIY tahun 2012 disebutkan bahwa di Kabupaten Gunungkidul terdapat 107 desa yang mengalami kekeringan parah dan 36 desa terancam kekeringan sedang.

Keterbatasan anggaran dana dari pemerintah daerah merupakan salah satu penyebab kurang maksimal penanganan kekeringan di Kabupaten Gunungkidul. Penanganan bencana kekeringan yang dilakukan pemerintah Kabupaten Gunungkidul selama ini adalah dengan melakukan dropping air bersih menggunakan truk tangki air. Sekitar 100 ribu jiwa di Kabupaten Gunungkidul mengandalkan pasokan air bersih dari pemerintah untuk menghadapi kemarau panjang setiap tahunnya. Menurut Dinas Sosial Tenaga Kerja dan Transmigrasi Kabupaten Gunungkidul, secara bergilir Dinas Sosial mengirim lima truk tangki setiap hari ke wilayah Girisibo, Rongkop, Panggang, Purwosari, Tepus, Nglipar, Ngawen, dan Semin pada tahun 2014.

Dinas Sosial Kabupaten Gunungkidul mengalokasikan anggaran khusus untuk mengatasi dampak kekeringan. Pada tahun 2014 Dinas Sosial Kabupaten Gunungkidul mengalokasikan dana sebesar Rp 832 juta untuk mengatasi bencana kekeringan di Kabupaten Gunungkidul yang diperkirakan berlangsung cukup lama. Pemasokan (dropping) air bersih dirasa kurang maksimal, sebab tidak semua warga dapat merasakan manfaat dari bantuan air tersebut. Selain itu manfaat dari dropping air bersih hanya dapat dirasakan saat itu juga dan tidak berkelanjutan. Kondisi tersebut kemudian menggerakkan beberapa lembaga lain ikut dalam menangani bencana kekeringan di Kabupaten Gunungkidul, salah satunya dengan membangun beberapa instalasi untuk memenuhi kebutuhan air bersih.

Dana pemerintah yang terbatas untuk menangani bencana sehingga mengharuskan mencari dana dari sektor lain. Zakat, Infaq, dan Sedekah (ZIS) merupakan salah satu sektor dana yang dapat dimanfaatkan untuk penanggulangan bencana. ZIS merupakan amalan bagi umat muslim yang bertujuan untuk peduli terhadap sesama. Dana ZIS masyarakat disalurkan ke masjid, BAZNAS atau lembaga ZIS lainnya. PKPU (Pos Keadilan Peduli Ummat) merupakan salah satu lembaga yang menerima amanah penyaluran ZIS dari masyarakat.

PKPU didirikan pada tahun 2004 dan memiliki beberapa kantor cabang di beberapa kota seperti Medan, Yogyakarta, Semarang dan kota besar lainnya. Tahun 2014, PKPU telah menyalurkan ZIS kepada 601.759 jiwa penerima manfaat melalui beberapa program seperti program Ramadhan, kesehatan, pendidikan bencana dan qurban. Program “Berbagi Air” merupakan salah satu program yang diselenggarakan oleh PKPU Yogyakarta. Program “Berbagi Air” bertujuan mengembangkan kapasitas yang dimiliki masyarakat untuk memenuhi kebutuhan air secara mandiri tanpa menunggu bantuan dari pemerintah setempat. Sejumlah empat dusun di Kabupaten Gunungkidul menjadi lokasi penyaluran Program “Berbagi Air” yaitu Dusun Jeruklegi, Desa Katongan dan Dusun Natah Wetan, Desa Natah yang terletak di Kecamatan Nglipar. 2 dusun lainnya adalah Dusun Kedungwalu, Desa Banyusoco, Kecamatan Playen dan Dusun Ketela, Desa Tegalrejo, Kecamatan Gedangsari. Program “Berbagi Air” membantu masyarakat di 4 dusun tersebut lebih mudah untuk mengakses air bersih.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini mempunyai tujuan yaitu mendeskripsikan dan mengidentifikasi dampak Program “Berbagi Air” di Kabupaten Gunungkidul. Deskripsi program “Berbagi Air” diharapkan mampu menjelaskan lebih jauh mengenai kelebihan program dalam menyentuh masyarakat. Dampak program “Berbagi Air” diharapkan mampu menjawab signifikansi manfaat program dalam membantu penanggulangan bencana kekeringan di Kabupaten Gunungkidul.

2. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kualitatif dengan teknik analisis deskriptif. Penelitian ini dilakukan di sebagian wilayah Kabupaten Gunungkidul tepatnya 4 desa yang mendapat bantuan dari program “Berbagi Air” oleh Lembaga ZIS, yaitu Dusun yaitu Dusun Jeruklegi, Desa Katongan, Dusun Natah Wetan, Desa Natah yang terletak di Kecamatan Nglipar. Dua dusun lainnya adalah Dusun Kedungwalu, Desa Banyusoco, Kecamatan Playen dan Dusun Ketela, Desa Tegalrejo, Kecamatan

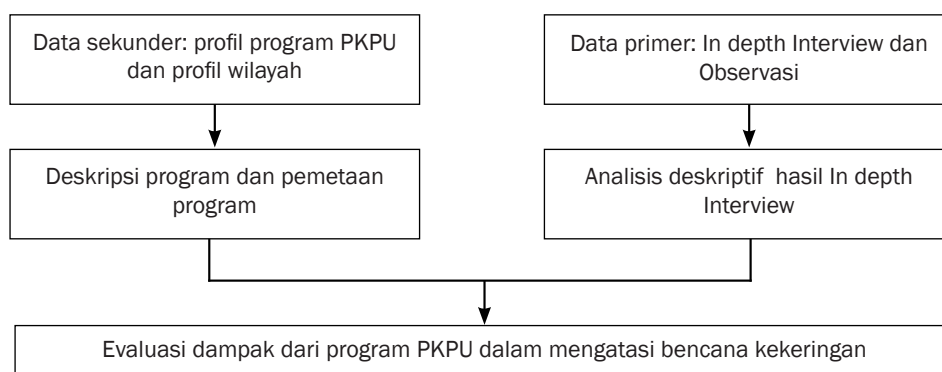
Gedangsari. Program “Berbagi Air” membantu masyarakat di 4 dusun tersebut. Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data sekunder berupa profil dari lembaga ZIS beserta profil dari program “Berbagi Air” yang di laksanakan di Kabupaten Gunungkidul. Data sekunder diperoleh dari lembaga terkait dan juga kajian literatur. Data primer yang dibutuhkan mengenai keadaan sebelum dan sesudah adanya program “Berbagi Air” sehingga dapat dilihat manfaat dan dampak dari program. Data primer diperoleh dari wawancara mendalam terhadap pengelola program pada desa yang menjadi fokus kajian penelitian.

Metode yang dipilih dalam pengumpulan data primer adalah melalui wawancara mendalam yang dilakukan dengan beberapa informan kunci. Wawancara mendalam ini dilakukan untuk mendapatkan informasi dengan mengeksplorasi informasi secara holistik dan mendetil dari informan. Wawancara mendalam ini lebih mengutamakan kualitas informasi daripada kuantitas jumlah informan. Teknik pemilihan informan melalui *snowball sampling* yaitu berawal dari pemilihan informan utama yaitu pengelola program “Berbagi Air” di desa yang menjadi kajian. Selanjutnya wawancara diteruskan kepada orang yang dipilih oleh informan utama dengan persyaratan informan adalah yang dipandang dapat melengkapi data yang diberikan oleh informan sebelumnya.

Wawancara mendalam yang dilakukan berpedoman kepada pertanyaan penelitian yang dijabarkan pada bagian tujuan penelitian yaitu untuk mendeskripsikan program “Berbagi Air” dan mengidentifikasi dampak program tersebut bagi penanggulangan bencana kekeringan di Kabupaten Gunungkidul. Untuk mengetahui dampak dari pelaksanaan program “Berbagi Air”, maka beberapa panduan pertanyaan wawancara adalah sebagai berikut:

1. Lokasi sumber air bersih sebelum dan sesudah program “Berbagi Air”.
2. Biaya dan cara yang digunakan dalam memperoleh air bersih sebelum dan sesudah pelaksanaan program “Berbagi Air”.
3. Usaha yang dilakukan masyarakat untuk mengatasi bencana kekeringan.
4. Bantuan yang selama ini menyentuh masyarakat untuk mengatasi bencana kekeringan.
5. Respon masyarakat terhadap program “Berbagi Air”.
6. Perubahan dan perkembangan yang terjadi setelah program “Berbagi Air” dilaksanakan.

Hasil dari wawancara mendalam tersebut kemudian dilakukan analisis lanjutan secara deskriptif. Analisis deskriptif ini berfungsi untuk mendeskripsikan hasil penelitian dengan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap aspek yang dikaji, dalam hal ini peran program “Berbagi Air” dari lembaga ZIS untuk membantu mengatasi bencana kekeringan di Kabupaten Gunungkidul. Untuk memahami penelitian, diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Program “Berbagi Air” dalam Penanggulangan Bencana Kekeringan di Gunungkidul

Kabupaten Gunungkidul merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang mempunyai limitasi geografis menyebabkan daerah ini rawan bencana kekeringan. Kondisi fisik berupa perbukitan struktural di bagian utara yang dikenal dengan Perbukitan Baturagung dan sebagian besar wilayahnya berupa perbukitan karst yang dikenal sebagai Perbukitan Karst Gunungsewu menjadikan Kabupaten Gunungkidul rentan terhadap masalah kekeringan terutama pada musim kemarau (Gambar 2). Karakteristik wilayah karst merupakan batuan yang memiliki tingkat porositas tinggi menyebabkan air hujan yang jatuh di wilayah ini langsung diteruskan menjadi air tanah dalam. Sungai permukaan tidak mengalir sepanjang tahun dan mata air juga tidak tersedia sepanjang tahun terutama pada puncak musim kemarau.

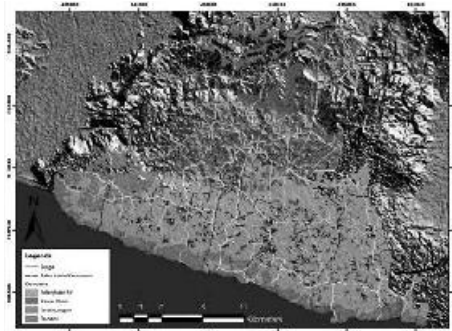
Tanah yang ada di wilayah karst juga memiliki tingkat kesuburan yang rendah.

Kondisi yang sama juga dialami oleh beberapa kecamatan yang berada di bagian utara Kabupaten Gunungkidul. Bentuklahan berupa perbukitan struktural dikenal dengan Perbukitan Baturagung memiliki kondisi yang sama yaitu geomorfologinya tersusun atas batuan gamping. Berdasarkan kondisi yang seperti ini masyarakat kesulitan dalam memenuhi kebutuhan air bersih untuk kebutuhan hidup sehari-hari, sehingga masyarakat sangat rentan terhadap bencana kekeringan. Menurut Firmansyah (2013), sebanyak 10 kecamatan atau 170 pedukuhan di Kabupaten Gunungkidul mengalami kekeringan yang berlangsung antara Juni hingga Oktober. Di Kecamatan Panggang ada 32.594 jiwa, Kecamatan Nglipar 7.216 jiwa, Kecamatan Tepus sebanyak 33.045 jiwa, Kecamatan Rongkop sebanyak 9.929 jiwa, Kecamatan Tanjungsari sebanyak 19.649 jiwa, Kecamatan Girisubo sebanyak 26.097 jiwa, Kecamatan Purwosari sebanyak 13.506 jiwa.

Dampak dari bencana kekeringan yang melanda sebagian besar wilayah di Kabupaten Gunungkidul tidaklah sedikit. Bencana kekeringan akan mempengaruhi kondisi ekonomi masyarakat terkait dengan mata pencaharian yang tergantung dengan ketersediaan air seperti pertanian dan peternakan yang mendominasi di Kabupaten Gunungkidul.

Masyarakat memanfaatkan air dari embung atau danau alami untuk mendapatkan air namun embung ini tidak lagi cukup untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat pada musim kemarau. Masyarakat di beberapa wilayah Gunungkidul perlu menempuh beberapa kilometer hanya untuk mendapatkan air bersih di pinggir hutan atau sungai (Agus, 2014). Berbagai macam moda transportasi yang digunakan untuk mendapatkan air seperti motor, sepeda maupun hanya berjalan kaki. Masyarakat membawa air tersebut menggunakan tangki air untuk dibawa sampai kerumah.

Ketersediaan air di wilayah Kabupaten Gunungkidul bagian utara dan selatan sebenarnya sangat melimpah namun air tersebut berada jauh di dalam formasi batuan. Sumur yang diperlukan menjadi salah satu sarana mengambil air membutuhkan peralatan khusus dan dana yang banyak untuk membuatnya. Perhatian dari pemerintah untuk mengentaskan permasalahan kekeringan ini terasa tidak cukup. Bantuan pemerintah yang selama ini ada adalah *dropping* dan pembuatan bak atau sumur penampungan air hujan (PAH). *Dropping* air bersih hanya memberikan pasokan air dalam mobil tangki air kepada dusun-dusun yang menjadi sasaran dalam jangka waktu tertentu. Bantuan ini dinilai tidak berkelanjutan karena masyarakat hanya tergantung oleh pemerintah. Bentuk bantuan yang berbeda mulai dikenalkan oleh PKPU melalui lembaga ZIS kepada masyarakat melalui program “Berbagi Air”.



Gambar 2. Peta Rawan Bencana Kabupaten Gunungkidul
Sumber : Pengolahan Data Kerawanan Tahun 2004.



Gambar 3. Tempat Penampungan Air.
Sumber : Dokumentasi PKPU (2015).

Lembaga Nasional Kemanusiaan PKPU memberikan program PAMDus (Program Air Mengalir Dusun) dengan nama program “Berbagi Air” dengan membangun sistem air bersih di di empat lokasi yaitu Dusun

Natah, Desa Natah dan Dusun Jeruklegi Desa Katongan Kecamatan Nglipar, Dusun Banyusoco Kecamatan Playen, dan Dusun Ketela Desa Tegalrejo, Kecamatan Gedangsari. PAMDus menggunakan metode pengeboran dengan kedalaman mencapai puluhan meter ke dalam tanah untuk mendapatkan air.

Air yang didapatkan dari hadil pompa kemudian ditampung dalam bak penampungan air sementara, dapat dilihat pada Gambar 3. Air yang ada dalam bak penampungan kemudian dialirkan ke rumah-rumah warga melalui pipa. Maka, warga masyarakat dapat memperoleh air bersih dengan mudah dan cepat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Terdapat empat dusun yang menjadi sasaran program ini, keempat dusun yang menjadi sasaran kegiatan memiliki kondisi fisik, sosial ekonomi yang berbeda-beda sehingga mempengaruhi keberhasilan program tersebut.

Desa yang pertama menjadi sasaran kegiatan program “Berbagi Air” adalah Desa Banyusoco yang terletak di Kecamatan Playen, bagian Barat Kabupaten Gunungkidul. Jarak Desa Banyusoco ke kantor kecamatan mencapai 11 km. Menurut Kecamatan Playen dalam Angka (2014), luas Desa Banyusoco mencapai 2.035,22 Ha yang terdiri dari 8 dusun. Jumlah penduduk Desa Banyusoco tahun 2013 mencapai 5.241 jiwa, 2.518 laki-laki dan 2.723 perempuan. Dari 8 dusun yang ada hanya 1 dusun yang menjadi sasaran kegiatan Program “Berbagi Air” yaitu Dusun Kedungwalu.

Desa kedua yaitu Desa Tegalrejo terletak di Kecamatan Gedangsari, bagian utara Kabupaten Gunungkidul. Jarak Desa tegalrejo ke kantor kecamatan mencapai 14 km. Menurut Kecamatan Gendangsari dalam Angka (2014) luas desa mencapai 10.019 Ha yang terdiri dari 11 dusun. Jumlah penduduk Desa Tegalrejo mencapai 6.853 jiwa, 3.470 laki-laki dan 3.383 perempuan. Kejadian bencana yang terjadi selama tahun 2013 di desa ini adalah tanah longsor (5 kasus) dan bencana lainnya (2 kasus). Dusun yang menjadi lokasi kegiatan Program “Berbagi Air” di Desa Tegalrejo adalah Dusun Ketela.

Dusun ketiga dan keempat berada di Kecamatan yang sama yaitu Kecamatan Nglipar, tepatnya di Desa Katongan dan Desa Natah. Desa Katongan menjadi desa ketiga memiliki luas 1.356,1 Ha (Kecamatan Nglipar dalam Angka, 2014). Desa Katongan terdiri dari 6 dusun, 6 RW dan 43 RT. Jumlah penduduk Desa Katongan tahun 2013 mencapai 5.299 jiwa, 2.749 laki-laki dan 2.550 perempuan. Kepadatan penduduk desa ini mencapai 390 jiwa/km². Dusun Jeruklegi menjadi dusun yang dilakukan program “Berbagi Air”. Dusun keempat terletak desa Natah yang memiliki luas 796,8 Ha. Desa Natah terdiri dari 7 dusun, 7 RW dan 30 RT. Jumlah penduduk di tahun 2013 mencapai 4.039 jiwa, 2.030 laki-laki dan 2.009 perempuan. Kepadatan penduduk desa ini mencapai 506 jiwa/km². Komoditas pertanian yang menjadi potensi antara lain padi sawah, padi ladang, jagung, kacang tanah, ubi kayu dan ketela.

Saat ini 57 Kepala Keluarga di Dusun Jeruklegi telah dapat memanfaatkan air bersih, 148 Kepala Keluarga di Dusun Banyusoco sedangkan 37 Kepala Keluarga di dusun Ketela yang masih dalam tahap pembangunan. Saat ini pembangunan fisik PAMDus di dusun Ketela telah mencapai 80%. Setelah pembangunan PAMDus di dusun Ketela selesai jumlah Kepala Keluarga yang akan memanfaatkan PAMDus sebanyak 97 KK. Melalui Program “Berbagi Air” penduduk di empat dusun di Kabupaten Gunung Kidul sudah bisa mendapat air bersih untuk memenuhi kebutuhan tanpa harus berjalan kaki kiloan meter lagi karena air sudah mengalir di gunung.



Gambar 4. Masyarakat Bergotong Royong Membangun Pondasi Tempat Penampungan Air.
Sumber : Dokumentasi PKPU (2015).

Program “Berbagi Air” dinilai menjadi program yang mampu berkelanjutan dibandingkan program lainnya. Bapak Daliman, Fasilitator PKPU di Gunungkidul, menyatakan bahwa PKPU akan terus memantau dan mendampingi masyarakat agar program ini berjalan sesuai rencana. Program dari PKPU ini juga melibatkan peran serta masyarakat secara aktif, baik dalam menyiapkan dan membangun infrastruktur, sehingga pembangunan bisa berjalan dengan baik. Setiap dusun penerima manfaat membentuk kelompok pengelola

air untuk mengorganisasikan penggunaan air dari program ini. Pelibatan masyarakat dalam pembangunan dapat dilihat pada Gambar 4. Harapan dengan adanya program “Berbagi Air” ini, masyarakat tidak perlu kesulitan dalam mencari air bersih untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari terutama setiap musim kemarau. Masyarakat tidak lagi mencari air dengan berjalan kaki atau bergantung pada bantuan dropping air bersih menggunakan truk tangki.

3.2. Identifikasi Dampak Program “Berbagi Air” dalam Penanggulangan Bencana Kekeringan Di Gunungkidul

Program “Berbagi Air” bertujuan untuk memudahkan masyarakat dalam mengakses air bersih. Dampak program tersebut diharapkan tidak berhenti hanya dalam akses air bersih akan tetapi sektor masyarakat lainnya. Dampak dari sebuah program dapat dibagi dalam 3 jenis yaitu dampak langsung, dampak tidak langsung dan dampak yang intangible.

Dampak langsung merupakan dampak yang dapat dirasakan langsung oleh masyarakat. dampak tidak langsung adalah dampak yang dirasakan diluar proyek karena adanya realisasi suatu proyek. Dampak intangible adalah dampak yang sulit dinilai dengan uang seperti meningkatnya rasa aman, perbaikan lingkungan hidup dan sebagainya. Tujuan kedua dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi dampak Program “Berbagi Air” terhadap kondisi masyarakat penerima manfaat.

Dampak langsung yang dirasakan masyarakat dengan adanya bantuan ini adalah mereka tidak lagi harus bersusah payah untuk mendapatkan air, sehingga memperpendek jarak dan waktu dalam pemenuhan kebutuhan air bersih untuk keperluan sehari-hari. Seperti yang dikemukakan oleh Bapak Hj salah satu warga Dusun Natah Wetan. Beliau mengatakan bahwa dengan adanya bantuan ini mereka tidak harus mencari air dari sungai atau mengantri air di sendang saat kekeringan terjadi. Saat ini air sudah dapat dialirkan sampai ke rumah warga, sehingga waktu yang digunakan untuk mengambil air bisa dimanfaatkan untuk melakukan pekerjaan sambilan.

Hal yang sama juga dikemukakan oleh Bapak St salah satu warga dari Dusun Jeruk Legi, dalam pernyataan berikut:

“ Syukur Alhamdulillah karena membantu, dulu sangat sulit mencari air bahkan sampai mengantri sampai malam. Dulu tengah malam harus begadang untuk mencari air, semenjak ada program dari PKPU, masyarakat mudah untuk mencari air. 90 KK menggunakan air dari program “Berbagi Air” (Bapak st) ”.

Dari pernyataan tersebut dapat diketahui bahwa dengan adanya bantuan dari PKPU masyarakat sangat tertolong, sebab saat bencana kekeringan terjadi mereka masih mempunyai cukup air untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Sehingga mereka tidak lagi harus mencari air dengan membuat belik di sungai, menunggu dropping tangki, maupun mengantri air di sendang sumur untuk memperoleh air bersih. Manfaat lainnya adalah kualitas air bersih yang diperoleh masyarakat lebih baik dibandingkan mengambil dari sungai. Kualitas air di sungai belum tentu baik karena berbagai kegiatan dilakukan di sungai seperti mandi, mencuci baju, mencuci ternak dan sebagainya. Hal tersebut sedikit banyak akan mempengaruhi kualitas air yang dipakai oleh warga.

Pembuatan instalasi air bersih sampai ke rumah warga selain memberikan dampak langsung berupa kemudahan akses air bersih, juga memberikan dampak lain bagi masyarakat. Dengan adanya kemudahan dalam mendapatkan air, maka masyarakat akan dapat memanfaatkan waktunya untuk melakukan kerja sambilan, seperti yang dilakukan oleh salah satu warga di Dusun Natah Bapak H.

“ Dulu saat bencana kekeringan terjadi harus rela mengantri air berjam-jam di sendang. Hal ini dilakukan karena jika mereka tidak mengantri langsung di lokasi, maka akan diserobot oleh yang lain, sampai tengah malam pun tetap dilakukan guna mendapatkan air bersih. Namun sejak adanya sumur bor, tidak lagi mengalami kesusahan dalam memperoleh air bersih. Waktu yang ada dapat digunakan untuk melakukan kerja yang lain (bapak H) ”.

Dari pernyataan tersebut dapat dilihat bahwa kemudahan dalam akses air bersih memberikan dampak tidak langsung berupa peningkatan perekonomian. Hal ini dikarenakan mereka mempunyai cukup waktu untuk melakukan kerja sambilan. Di Dusun Natah Wetan ini banyak warga yang mempunyai pekerjaan sambilan membuat anyaman dari bambu. Dengan adanya kemudahan pemenuhan kebutuhan air bersih, maka waktu yang ada lebih banyak untuk melakukan pekerjaan yang lebih produktif. Peningkatan perekonomian juga dirasakan oleh sebagian warga Dusun Jeruklegi walaupun belum maksimal. warga

mendapatkan tambahan pendapatan dari bercocok tanam ala kadarnya di halaman rumah. Hal ini dapat dilakukan karena ketersediaan air bersih yang lebih mudah.

Selain itu sistem pembayaran air yang dikelola oleh kelompok masyarakat merupakan salah satu dampak positif bagi masyarakat, sebab selain digunakan untuk pemeliharaan alat pengeboran air, uang tersebut masuk dalam kas dusun. Dana tersebut dapat dimanfaatkan untuk kepentingan masyarakat dusun tersebut. Manfaat lainnya adalah masyarakat dapat menghemat pengeluaran semenjak adanya program “Berbagi Air”. Sebelumnya, warga harus mengeluarkan dana untuk *dropping* tangki, transport menuju sumber air dan sebagainya. Warga penerima manfaat kini hanya membayar iuran pemakaian dan beban bulanan. Kelompok pengelola air di Dusun Jeruklegi menetapkan iuran pemakaian 2.000 rupiah (0 - 20 meter kubik), 3.000 rupiah (20 - 40 meter kubik) dan 4.000 rupiah untuk pemakaian diatas 40 meter kubik.

Masyarakat berharap ada perhatian lebih dari para *stakeholder* untuk mengatasi bencana kekeringan di Kabupaten Gunungkidul. Selain itu, warga juga berharap ada tindak lanjut terhadap program “Berbagi Air”, seperti yang disampaikan Bapak St salah satu warga dari Dusun Jeruk Legi, dalam pernyataan berikut:

“ Masyarakat berharap ada tindak lanjut berupa penyuluhan, bimbingan, dan bantuan modal untuk memaksimalkan ketersediaan air. Kami berangan-angan membuat peternakan lele dan bercocok tanam sederhana untuk menambah penghasilan, hanya saja potensi tersebut belum maksimal karena pengetahuan masyarakat tentang pertanian masih minim ”. (Bapak St)

Harapan tersebut bertujuan untuk memaksimalkan potensi wilayah setelah ketersediaan air sudah teratasi. Hal ini dapat memberdayakan dan meningkatkan pendapatan masyarakat penerima manfaat. Harapan lainnya adalah program-program sejenis dapat diterapkan di daerah lain yang mengalami bencana kekeringan.

4. KESIMPULAN

Mitigasi bencana kekeringan dapat dilakukan prabencana dengan mempersiapkan segala cara untuk menyimpan air dan melakukan penghematan penggunaan air. Menyimpan air dapat dilakukan dengan membangun bak penampungan air baik air hujan amupun air tanah. Keberadaan program dari PKPU ini merupakan salah satu langkah yang bagus dalam penanganan bencana kekeringan. Hal ini dikarenakan selain memberi bantuan berupa peralatan instalasi sumur bor dan pemipaan sebagai alat untuk mendapatkan air, mereka juga membuat sistem dan pendampingan bagi masyarakat. Pendampingan tersebut mampu mengarahkan pemanfaatan dan pengelolaan air bersih bagi warga dapat berjalan dengan baik sehingga meningkatkan kapasitas masyarakat.

Dampak langsung dari adanya program “Berbagi Air” adalah semakin mudahnya akses air bersih saat kekeringan terjadi dan dapat memperpendek jarak dan waktu pemenuhan air bersih. Dampak tak langsung dari adanya program ini adalah semakin meningkatnya perekonomian penduduk, karena tidak lagi terkendala masalah pemenuhan kebutuhan air bersih.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada PIT IABI 2 yang telah memberikan bantuan sehingga penelitian ini dapat dipublikasikan dan dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Ucapan terima kasih juga di sampaikan kepada badan PKPU Yogyakarta yang telah membantu. Ucapan terima kasih kepada informan yang meluangkan waktunya untuk memberikan informasi pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Agus, 2014. “Berbagi Air” untuk Warga Desa Tegalrejo Gunung Kidul. Artikel. Dapat diakses melalui www.dakwatuna.com .
2. Anonim, 2014. Kini, Desa Natah Gunung Kidul Tidak Kesulitan Air Lagi. Dapat diakses melalui www.dakwatuna.com .
3. BPBD, 2012. Dokumen Rencana Kontinjensi Kabupaten Gunungkidul. Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Gunungkidul.

4. BPS Kab Gunungkidul, 2014. Kecamatan Nglipar Dalam Angka Tahun 2014. Badan Pusat Statistik, Wonosari.
5. BPS Kabupaten Gunungkidul, 2014. Kecamatan Gedangsari Dalam Angka Tahun 2014. Badan Pusat Statistik, Wonosari.
6. BPS Kabupaten Gunungkidul, 2014. Kecamatan Playen Dalam Angka Tahun 2014. Badan Pusat Statistik, Wonosari.
7. BPS, 2012. Kabupaten Gunungkidul Dalam Angka 2012. Badan Pusat Statistik Kabupaten Gunungkidul.
8. Budiman. S., 2014. Pengolahan dan Analisis Data dalam Penelitian Kualitatif.
9. Firmansyah, Z., 2013. Gunungkidul Gravity Pump. PKMGT. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya
10. Hartawan, T., 2014. 100 Ribu Warga Gunung Kidul Kekurangan Air Bersih. Dapat diakses melalui <http://www.tempo.co/read/news/2014/09/20/058608304/100-Ribu-Warga-Gunung-Kidul-Kekurangan-Air-Bersih>
11. Kusmanto, A., 2014. Peran Lembaga Amil Zakat Nasional Dalam Penghimpunan Dana ZIS. Jurnal Pandecta 9 (2).
12. PKPU, 2015. Pelatihan Pengelolaan Program Air Mengalir Dusun Di Gunungkidul. Artikel. Dapat diakses melalui www.pkpu.org.
13. Rahayu, A., 2008. Kabupaten Gunungkidul: Sebuah Kajian Wilayah yang Kurang Berkembang. Tesis. Magister Teknik Pembangunan Wilayah dan Kota. Universitas Diponegoro. Semarang.
14. Rijanta R., Hizbaron R., Baiquni M., 2014. Modal Sosial dalam Manajemen Bencana. Gadjah Mada University Press
15. Susmayanti, H., 2014. Gunung Kidul Darurat Kekeringan. Dapat diakses melalui <http://jogja.tribunnews.com/2014/10/23/breaking-news-gunungkidul-darurat-kekeringan>.
16. Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 tentang Bencana.

URGENSI ZONASI DAN MITIGASI BENCANA KEBAKARAN DI PERKOTAAN YOGYAKARTA

Oleh:

Kurniawan^{a,1,*}, Aulia Nur Mustaqiman^{a,2}, dan Yuliana Farkhah^{a,3}

^aMagister Pengelolaan Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Sleman 55281

*kurniawan.Mpl@gmail.com

Abstrak

Kota Yogyakarta terkenal sebagai kota pariwisata dan pendidikan, sehingga menarik minat masyarakat luar daerah untuk tinggal di Daerah Istimewa Yogyakarta. Tingginya minat masyarakat luar daerah tersebut menjadikan Yogyakarta sebagai salah satu kota padat penduduk di Indonesia dan meningkatkan potensi kebakaran akibat pembangunannya yang pesat. Oleh karena itu, daerah rawan bencana kebakaran perlu adanya mitigasi bencana kebakaran. Variabel yang mempengaruhi kebakaran yaitu aktivitas penduduk, material bangunan, kerapatan bangunan, aksesibilitas, armada mobil pemadam kebakaran, dan sumber air untuk pemadaman. Faktor-faktor utama di atas menjadi gagasan dalam penelitian ini, yaitu untuk membuat zonasi rawan bencana kebakaran di Kota Yogyakarta secara spasial. Penelitian ini memberikan informasi penanggulangan dini berbasis pemanfaatan SIG (Sistem Informasi Geografi), sehingga tingkat persentase rawan kebakaran di Kota Yogyakarta dapat diminimalisir. Metode yang digunakan dalam penentuan zonasi dan penanggulangan dini berupa deskriptif kualitatif. Analisis dilakukan dengan teknik overlay dari variabel yang mempengaruhi kebakaran. Aplikasi penggunaan SIG akan mengetahui zonasi daerah rawan kebakaran di perkotaan Yogyakarta. Hasil dari penelitian ini terbagi menjadi 3 zona yaitu daerah rawan kebakaran tinggi, sedang dan rendah. Zonasi rawan kebakaran ini akan mempermudah mitigasi bencana kebakaran. Daerah yang menjadi zona rawan kebakaran tinggi harus dikurangi nilai skornya dengan menambah sumber air pemadam kebakaran, aksesibilitas dan jalur evakuasi.

Kata kunci: Zonasi, mitigasi bencana, kebakaran, perkotaan Yogyakarta.

1. PENDAHULUAN

Jumlah penduduk D.I. Yogyakarta tercatat 3.594.854 jiwa dengan kepadatan penduduk tercatat 1.128 jiwa per km². Kepadatan tertinggi terjadi di Kota Yogyakarta yakni 12.241 jiwa/km² (Badan Pusat Statistik Daerah Istimewa Yogyakarta, 2014). Kebakaran di perkotaan sering kali terjadi pada permukiman padat karena mudah merambat (Sagala dkk, 2013; Navitas, 2014) dan memperluas lokasi kebakaran pada objek-objek yang berpotensi terbakar (Sagala dkk, 2014). Sumber bahaya kebakaran di daerah permukiman biasanya berasal dari kelalaian dalam melakukan kegiatan seperti, memasak, merokok (Sufianto & Green, 2012), penggunaan alat elektronik (Sagala dkk., 2013) kerusakan listrik (Navitas, 2014) kebocoran gas, dan bahan kimia yang mudah terbakar (Yong, 2013). Faktor yang menyebabkan kebakaran lingkungan adalah kepadatan bangunan, material bangunan, dan aktivitas yang dilaksanakan didalam bangunan. Tingkat risiko bahaya kebakaran tidak hanya disebabkan oleh luas bangunan maupun jumlah penghuni, tetapi juga sumber api dan bahan yang mudah terbakar (Sarwono, 2011).

Undang-Undang RI Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana Pasal 1 ayat (9) menyebutkan bahwa mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. Strategi dalam mitigasi bencana secara umum meliputi identifikasi dan deliniasi potensi bencana, pemetaan kawasan rawan dan resiko bencana, tanggap darurat dan kontijensi, meningkatkan kewaspadaan masyarakat terhadap bencana, dan pengurangan resiko bencana (*risk assessment*). Maka perlu dilakukan suatu evaluasi kajian zonasi dan mitigasi daerah rawan kebakaran sebagai wilayah permukiman dan kesesuaian daya dukung lingkungannya di perkotaan Yogyakarta. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui zona kawasan rawan bencana kebakaran secara spasial dan memberikan rekomendasi untuk mengurangi potensi kebakaran besar di perkotaan Yogyakarta.

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan dengan menjadi 3 (tiga) tahap, yaitu tahap persiapan, tahap survei, dan tahap analisis. Tahap persiapan terdiri dari pengumpulan data sekunder berupa peta dan lain-lain. Tahap survei adalah tahap observasi dimana pada tahap ini kami sebagai peneliti melakukan pengambilan data primer sekaligus verifikasi lapangan terhadap data sekunder. Tahap terakhir adalah tahap analisis, yaitu tahap peneliti melakukan interpretasi, pengolahan data, dan membuat rekomendasi serta kesimpulan.

Teknik Pengambilan sampel pada karya tulis ini adalah Teknik *Purposive Sampling*, yang mana sampel diambil berdasarkan syarat dan kriteria, yang memiliki karakteristik yang sama peneliti mengambil sebuah sampel. Penelitian ini dilaksanakan dengan analisis kuantitatif, dengan teknik *scoring* atau pengharkatan, dimana parameter-parameter (Tabel 1 dan Tabel 2) masing-masing diberi kategori penilaian kemudian direkap menjadi satu tabel hasil dari semua pengharkatan dari semua parameter. Tabel *scoring* dapat dilihat di bawah ini. Pengharkatan didasarkan pada parameter kerentanan kebakaran menurut Suharyadi (2000).

Tabel 1. Kepadatan Bangunan Permukiman

No.	Klasifikasi	Persentase Blok Pemukiman Berdasarkan Kepadatan Bangunan Rata-rata	Harkat
1.	Jarang	< 40 %	1
2.	Agak Padat	40 % - 75 %	2
3.	Padat	> 75 %	3

Tabel 2. Tipe Konstruksi Bangunan (SNI 03-1736-989)

No.	Klasifikasi	Persentase Blok Pemukiman Berdasarkan Kepadatan Bangunan Rata-rata	Harkat
1.	Tipe A	mampu mencegah penjalaran panas	1
2.	Tipe B	sedang	2
3.	Tipe C	mudah terbakar	3

Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan tingkat kerentanan kebakaran terhadap pemukiman. Peneliti menambahkan parameter berupa aktivitas di dalam bangunan berdasarkan dari Permen PU No. 20 Tahun 2009 (Lampiran 2) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Aktivitas di dalam Bangunan

No.	Klasifikasi	Persentase Blok Pemukiman Berdasarkan Kepadatan Bangunan Rata-rata	Harkat
1	Sulit terbakar	Apartemen, Universitas, Kelab, Asrama, Perumahan, Pos kebakaran, Rumah sakit, Hotel dan Motel, Perpustakaan (kecuali gudang buku), Museum, Rumah perawatan, Perkantoran, Kantor Polisi, Penjara, Sekolah, Teater tanpa panggung.	1
2	Agak sulit terbakar	Gudang/Pabrik senjata, Garasi parker mobil, Pabrik roti, Salon, Pabrik minuman bir, Rumah boiler, Pabrik bata, Pabrik kembang gula, Pabrik semen, Rumah ibadah, Pabrik susu, Tempat praktek dokter, Pabrik elektronik, Tungku dapur, Pabrik pakaian bulu hewan, Kadang kuda, Pabrik gelas, Pom bensin, Kamar mayat, Gedung pemerintahan, Kantor pos, Rumah, Pematangan hewan, Kantor telepon, Pabrik produk tembakau, Pabrik arloji, Pabrik Anggur.	2
3	Sedang	Tempat hiburan, Pabrik pakaian, Gudang pendingin, Gudang kembang gula, Gudang hasil pertanian, Pabrik produk kulit, Perpustakaan dengan gudang buku yang besar, Kios sablon, Toko mesin, Toko besi, Kebun bibit, Pabrik farmasi, Pabrik gula, Pabrik tali, Pabrik tekstil, Penyamakan kulit, Gudang tembakau, Bangunan kosong, Rumah makan.	3
4	Agak mudah terbakar	Kandang kuda komersial, Gudang bahan bangunan, Pusat perbelanjaan, Ruang pameran, Auditorium dan teater, Tempat penyimpanan bahan pangan, Terminal, Pertokoan, Pabrik kertas, Pemrosesan kertas, Pelabuhan, Bengkel, Pabrik penyimpanan karet, Gudang.	4
5	Mudah terbakar	Pabrik tepung, Minyak hidrolik, Pemintalan kapas, Pengecoran logam, Pabrik bahan peledak, Pabrik biji padi, Pengecatan, Pelapisan, Pabrik minyak rami, Perakitan rumah, Pengolahan metal, Pabrik plastic, Pabrik <i>playwood</i> , Percetakan, Daur ulang karet, Gergajian kayu, Penyimpanan jerami, Pelapisan <i>furniture</i> .	5

Oleh karena itu, perlu dibuatkan pembobot untuk menyatukan keseluruhan berdasarkan skala prioritas kerentanan yang paling penting. Semakin besar resiko suatu parameter maka nilai pembobotnya akan semakin tinggi dan sebaliknya. Analisis data pada penelitian menggunakan teknik interpretasi hasil *overlay* atau tumpangtindih dari zonasi setiap parameter. Warna yang menunjukkan kelas dari nilai pengharkatan menunjukkan suatu area memiliki resiko kerentanan kebakaran sebesar yang ditunjukkan berdasarkan pembobotan yang nilai bobotnya diambil berdasarkan alasan ilmiah tertentu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini terbagi menjadi 3 (tiga) zona yaitu, daerah rawan kebakaran tinggi, sedang, dan rendah. Zonasi rawan kebakaran ini akan mempermudah mitigasi bencana kebakaran.

3.1. Potensi dan Zonasi Kebakaran Kota Yogyakarta

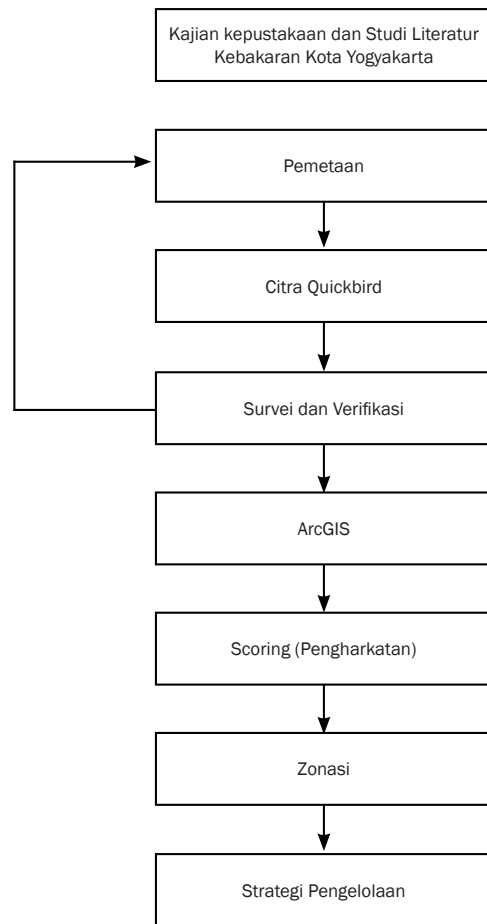
Potensi bahaya rawan kebakaran pada penelitian ini ditunjukkan dengan parameter kepadatan pemukiman, bahan bangunan, aktivitas penduduk, akses jalan dan lokasi sumber air terdekat. Pada gambar zonasi parameter kepadatan pemukiman, kawasan dengan nilai kepadatan paling rendah adalah Kecamatan Umbulharjo, Kecamatan Gondokusuman, Kecamatan Mantijeron, dan Kecamatan Mergangsan. Kawasan dengan nilai kepadatan sedang ditunjukkan pada Kecamatan Kotagede, Kecamatan Wirobrajan, dan Kecamatan Tegalrejo. Sedangkan untuk kawasan kepadatan tinggi terletak pada Kecamatan Kraton, Kecamatan Gondomanan, Kecamatan Pakualaman, Kecamatan Danurejan, Kecamatan Gedongtengen, dan Kecamatan Ngampilan.

Pada gambar zonasi parameter bahan konstruksi bangunan, menunjukkan bahwa kawasan dengan bahan konstruksi bangunan mudah terbakar dengan nilai tinggi terletak pada Kecamatan Keraton yaitu pada Bangunan Kraton Kesultanan Yogyakarta dimana material bangunannya masih terbuat dari kayu, dan satu lagi adalah pemukiman kawasan bantaran Kali Code, yang memiliki pola bangunan pemukiman terlalu rapat dan tidak beraturan serta ditambah akses jalan yang sempit, kemudian Kecamatan Danurejan, dan Kecamatan Pakualaman. Kawasan dengan nilai sedang yaitu Kecamatan Wirobrajan, Kecamatan Gedongtengen, Kecamatan Ngampilan, Kecamatan Pakualaman, Kecamatan Mergangsan, Kecamatan Gondomanan, Kecamatan Danurejan, dan Kecamatan Jetis. Kawasan dengan nilai rendah yaitu Kecamatan Umbulharjo, Kecamatan Gondokusuman, Kecamatan Kotagede, Kecamatan Tegalrejo, dan Kecamatan Matrijeron.

Pada gambar zonasi parameter aktivitas penduduk, menunjukan kawasan dengan nilai aktivitas rendah yaitu Kecamatan Umbulharjo, Kecamatan Tegalrejo, Kecamatan Jetis, Kecamatan Kotagede, dan Kecamatan Gondokusuman. Kawasan dengan nilai sedang ditunjukkan pada Kecamatan Mergangsan. Untuk kawasan dengan aktivitas penduduk tertinggi ditunjukkan pada Kecamatan Wirobrajan, Kecamatan Kraton, Kecamatan Gondomanan, Kecamatan Danurejan, Kecamatan Ngampilan, dan Kecamatan Pakualaman.

Zonasi potensi-potensi bahaya kebakaran kemudian dioverlaykan (digabungkan) menjadi 1 (satu) sehingga diperoleh Peta Rawan Bahaya kebakaran seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan bahwa Kota Yogyakarta dibagi menjadi 3 (tiga) zona yaitu kawasan rawan kebakaran kelas tinggi, sedang, dan rendah. Kawasan tingkat tinggi diperoleh sebesar 53,08%, kawasan sedang sebesar 15,65%, dan kawasan rendah (aman) sebesar 31,26%. Kawasan tingkat tinggi ini didominasi pada kawasan utara ke barat Kota Yogyakarta, hal ini disebabkan karena kawasan barat Kota Yogyakarta didominasi oleh pemukiman yang sangat padat, kawasan tingkat tinggi ini diantaranya adalah Kecamatan Gedongtengen, Kecamatan Wirobrajan, Kecamatan Kraton, Kecamatan pakualaman, Kecamatan Ngampilan, Kecamatan Mergangsan, Kecamatan Danurejan, Kecamatan Jetis, dan Kecamatan Kotagede. Adapun



Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian.

mengetahui cara lain untuk mematikan api, terutama saat api belum membesar atau merambat. Menurut Sagala, dkk. (2014), bentuk-bentuk tindakan mitigasi diantaranya membuat jalur evakuasi/penyelamatan dari bahaya kebakaran dalam rumah, melakukan pembagian tugas kepada setiap anggota keluarga ketika terjadi kebakaran, menyiapkan sekumpulan perlengkapan gawat darurat, memasang peralatan anti kebakaran, mengikuti pelatihan tanggap darurat, dan memperbaiki kondisi bangunan rumah, sehingga lebih meminimalkan dampak yang terjadi jika terbakar serta penyuluhan terhadap petugas PLN yang resmi untuk memasang instalansi listrik dengan baik, karena mayoritas penyebab kebakaran di Kota Yogyakarta akibat kerusakan listrik.

4. KESIMPULAN

Tingkat bahaya kebakaran Kota Yogyakarta bergantung pada kepadatan bangunan, aktivitas penduduk, lokasi sumber air, dan lebar jalan (akses). Kota Yogyakarta dibagi menjadi 3 (tiga) zona bahaya, yaitu kawasan rawan kebakaran kelas tinggi, sedang, dan rendah. Kawasan tingkat tinggi diperoleh sebesar 53,08%, kawasan sedang sebesar 15,65%, dan kawasan rendah (aman) sebesar 31,26%. Zona tingkat tinggi adalah tingkat dengan bahaya kebakaran paling besar ditunjukkan oleh pemukiman yang lebih padat, aktivitas penduduk yang tinggi, bahan konstruksi bangunan yang mudah terbakar serta akses jalan yang sempit dan lokasi sumber air yang tidak mudah dijangkau, salah satunya adalah kawasan Kecamatan Gedongtengen, Kecamatan Kraton (terdapat Keraton Yogya dengan bahan dasar konstruksi kayu), Kecamatan Wirobrajan, Kecamatan Jetis, kecamatan Danurejan, Kecamatan Gondomanan, Kecamatan Pakualaman, Kecamatan Mantrijeron, Kecamatan Ngampilan, dan Kecamatan Gondokusuman. Zona sedang yaitu zona dengan kerawanan bahaya kebakaran yang cukup atau sedang adalah kawasan Kecamatan Umbulharjo. Terakhir Zona rendah yaitu zona aman bahaya kebakaran adalah Kecamatan Tegalrejo.

Pengadaan sumber air seperti hidran direkomendasikan lebih banyak dan memiliki sistem saluran tersendiri pada zona tingkat tinggi Kota Yogyakarta guna sebagai upaya dalam penanggulangan area tersebut. Zona tingkat sedang dan zona tingkat rendah cukup dilakukan monitoring ketersediaan dan fungsi hidran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Demikian makalah ini kami buat, ucapan terima kasih kami sampaikan untuk Prof. Totok Gunawan, M.S., Prof. Hartono. DEA., DESS, Dr. Suharyadi, Dr. Sigit Heru Murti, Dr. Bowo Susilo, Dinas Pemadam Kebakaran Kota Yogyakarta, dr. Hendrik Oen, dan Faisal Arsyad A.Md sebagai Kepala Studio MPL Fakultas Geografi UGM.

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Pusat Statistik Yogyakarta, 2014. D.I. Yogyakarta dalam Angka 2014.
2. Sufianto, H., Green, A.R., 2012. Urban fire situation in Indonesia. *Fire Technology* 48, 367 – 387.
3. Navitas, P., 2014. Improving resilience against urban fire hazards through environmental design in dense urban areas in Surabaya, Indonesia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 135, 178 – 183.
4. Sagala, S., Wimbardana, R., Pratama, F.P., 2014. Perilaku dan kesiapsiagaan terkait kebakaran pada penghuni permukiman padat Kota Bandung. *Forum Geografi* 28 (2 - 1), 1 – 20.
5. Sagala, S., Adhitama, P., Sianturi, D.G., 2013. Analisis upaya pencegahan bencana kebakaran di permukiman padat perkotaan Kota Bandung, Studi Kasus Kelurahan Sukahaji.
6. Sarwono, A., 2011. Kriteria kelayakan penerapan fire safety management (FSM) pada bangunan gedung dan faktor-faktor yang mempengaruhi. *Jurnal Permukiman* 6 (1).
7. Suharyadi, 2007. Problem of settlement of urban in Indonesia. UGM, Yogyakarta.
8. Yong, Z., 2013. Analysis on comprehensive risk assessment for urban fire: the case of Haikou City. *Procedia Engineering* 52, 618 – 623.

BAGIAN VII
EPIDEMI DAN
WABAH PENYAKIT

EPIDEMI, BENCANA NON ALAM, FLEKSIBILITAS DALAM PERENCANAAN, KESIAPSIAGAAN, DAN RESPONS

Oleh:

I Nyoman Kandun^{a,*}

^aDirektur Field Epidemiology Training Program (FETP) Indonesia

Jl. Percetakan Negara No. 29, Jakarta Pusat, 10560

*E-mail: n_kandun@yahoo.com

Abstract

Under Law no 24/2007 on Disaster Management Epidemic is considered as a Non Natural Disaster. Preparing for Epidemics is a major challenge for national as well as global public health security. As evidenced by the SARS outbreak in 2003, bird flu H5N1 outbreak in 2004 – 2005 the rapid mobility of goods and peoples allows local disease outbreaks to spread, escalate and move between islands, countries and continents in a few days. Pandemic may be defined as a cross continents epidemic. Epidemics can affect health security and economic prosperity of the country, yet preparedness is challenged in many ways. Notification of events of potential international health concern may be delayed, and preparedness for pandemics does not always capture the attention of decision makers or governments. Being member of global community, Indonesia shall develop, strengthen and maintain the capacity to detect, to report, and to respond promptly and effectively to public health risk and public health emergencies of international concern. A key example was the Pandemic H1N1 (2009), where even though the pandemic had only moderate severity, the pandemic disproportionately affected the young and healthy. This is no cause for scepticism or complacency. Building on the experience of bird flu H5N1 outbreak and Swine flu H1N1 pandemic, this paper argues for the old adage that there is a need “to prepare for the worst, but hope for the best”, and how to integrate the epidemics control measures into the spirit of Disaster Risk Reduction. The Indonesian government embarked on a series of control measures. The National Strategic Plan for bird flu control and pandemic influenza preparedness 2006-2008 was issued in December 2005 as a living document subject to revision in line with the dynamics of the outbreak situation and changes in the Indonesian public health capacity. Indonesia’s experience with bird flu emphasized response measures within reach of the Indonesian limited resource context. Efforts were placed on controlling the disease at its animal source, preparing for the containment event that may capture and stop the virus transmitting efficiently from human to human, and lastly, building a risk communication campaign that would enable the population to prevent infection. With the size and population expanse of Indonesia, these measures were perceived as feasible and congruent with the resources available. Perceiving pandemic planning as a living process, a flexible approach to tackling outbreaks and pandemics can be achieved. The plan needs to enable response adjustment to effectively tackle different disease severity scenarios. For countries with limited resources, bridging the gap can be achieved through regional and global cooperation. Recent frameworks including the WHO International Health Regulations and the One World One Health provide an important basis to build flexibility and collaboration. Based on the past experiences and the indication that all the ingredients for creation of new influenza viruses with pandemic potential are there, there is no doubt that

Kata kunci: Epidemic, Flexibility in Planning, Response.

1. PENDAHULUAN

Wabah atau epidemi adalah Kejadian Luar Biasa (KLB) penyakit menular dengan eskalasi wilayah terjangkit dan jumlah korban yang melebihi dari biasanya.

Sedangkan pandemi adalah Wabah Raya yang wilayah terjangkitnya lintas negara di dua benua atau lebih. Hal ini dimungkinkan oleh pesatnya lalu lintas manusia, barang, dan alat transportasi. Oleh karena

kemajuan teknologi, perdagangan, tourisme dan hubungan antar negara. Epidemologi merupakan tantangan bagi tiap negara karena dapat mempengaruhi status kesehatan masyarakat dan ekonomi negara tersebut.

Menyiapkan diri untuk menghadapi wabah merupakan kewajiban dan tantangan bagi setiap negara. Sebagai anggota masyarakat dunia, Indonesia harus mengembangkan, memperkuat, dan memelihara kemampuan mereka untuk mendeteksi, menilai dan melaporkan serta menanggulangi setiap kejadian wabah di dalam negeri masing-masing agar tidak menjadi Wabah Raya (Pandemi) atau *Public Health Emergency of International Concern* (PHEIC).

Dalam menghadapi Kejadian Luar Biasa (KLB) atau wabah penyakit menular, Indonesia menggunakan Undang-Undang No. 4 Tahun 1984 tentang Wabah Penyakit Menular serta PP No. 40 Tahun 1991 tentang Penanggulangan Wabah Penyakit Menular sebagai bahan acuan. Aturan tersebut saat ini dalam proses revisi agar sesuai dengan *International Health Regulation* (IHR) 2005. Permenkes No. 1501/Menkes/Per/X/ 2010 tentang Jenis Penyakit Menular Tertentu yang Dapat Menyebabkan Wabah dan Upaya Penanggulangannya sebagai acuan operasional dalam menghadapi wabah, dalam implementasinya diperlukan fleksibilitas dalam perencanaan, kesiapsiagaan dan respons serta pembiayaannya. Oleh karena itu perlu dilihat aturan-aturan lain yang dapat dipakai sebagai rujukan dalam penanggulangan wabah untuk mengurangi rigiditas yang dapat menghambat kecepatan dan ketepatan upaya penanggulangan wabah.

Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana mengamatkan bahwa epidemi atau wabah adalah termasuk bencana non alam, yang apabila tidak ditanggulangi dengan cepat dan tepat akan meluas sangat cepat dengan korban manusia yang sangat banyak.

Belajar dari kejadian *Severe Acute Respiratory Syndrome* (SARS) tahun 2003, Flu Burung H5N1 pada tahun 2004-2005, dan Flu Babi H1N1 tahun 2009, adagium “menyiapkan diri menghadapi yang terburuk dan berharap yang terbaik” memberi inspirasi kita untuk menyiapkan “*National Influenza Pandemic Preparedness Plan*” dengan semangat PENGURANGAN RISIKO BENCANA, memadukan upaya penanggulangan wabah secara lintas sektor dan lintas program. Dokumen kewaspadaan menghadapi Epidemologi dan Pandemi yang pernah dibuat adalah dokumen hidup (*living document*) yang fleksibel dan dinamis dan setiap saat bisa direvisi sesuai dengan situasi serta dinamika KLB dan wabah yang terjadi. Keterbatasan sumber daya, luasnya wilayah dan besarnya penduduk Indonesia, berat ringannya dampak yang ditimbulkan oleh penyakit menular tertentu yang berpotensi menjadi wabah menjadi pertimbangan dalam perencanaan dan kesiapsiagaan.

Berdasarkan pengamatan dan penelitian epidemiologis dan virologis dari para ahli diketahui bahwa beberapa jenis virus influenza baru (*novel influenza virus*), sangat berpotensi untuk menimbulkan epidemi dan pandemi, hanya masalah waktu saja. Menghadapi potensi ini hanya ada satu jawaban yaitu “*Be Prepared*”.

Ebola yang menyerang negara-negara di Afrika Barat meresahkan dunia oleh karena kecepatan penularan dan angka kematian yang tinggi. Untuk mengantisipasi masuknya Ebola ke Indonesia, Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) bekerja sama dengan sektor terkait telah mengembangkan Rencana Kontijensi (Renkon) Ebola, dimana Renkon tersebut perlu dilakukan *exercise* lapangan setiap saat. Rencana Kontijensi Ebola dengan berbagai skenario ini merupakan contoh konkrit dari *Preparedness*, dengan fleksibilitas perencanaan, kesiapsiagaan dan penanggulangan wabah. Sikap “*Belanda masih jauh*” dan “*Belanda sudah jauh*” harus dihilangkan dalam setiap upaya kesiapsiagaan.

2. METODOLOGI

Melakukan telaah terhadap berbagai Peraturan dan Kebijakan tentang Epidemologi dan Pandemi yang telah dibuat, pengaruhnya terhadap fleksibilitas perencanaan, pelaksanaan dan kesiapsiagaan serta pembiayaannya dalam upaya penanggulangan wabah dan saran apa yang perlu dilakukan.

Dari hasil telaah ini dibuat kesimpulan untuk menjamin fleksibilitas dalam menghadapi epidemi atau wabah agar penanggulangan wabah dapat dilakukan dengan cepat, dan tepat untuk mencegah eskalasi wabah yang lebih luas yang dapat menimbulkan korban yang lebih banyak.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Indonesia sebagai negara kepulauan dengan penduduk sekitar 250 juta jiwa yang tersebar di 17.000 pulau lebih, sangat rawan terjadi bencana alam dan bencana non alam antara lain berupa wabah. Bahkan pasca bencana alam dapat timbul wabah penyakit akibat kerusakan lingkungan serta pengungsian yang tidak memenuhi syarat kesehatan.

Secara administratif Indonesia terdiri dari 34 propinsi dan 513 kabupaten/kota dengan banyak daerah pedesaan dan daerah terpencil yang tidak terjangkau oleh pelayanan kesehatan dasar yang memadai. Sebagai

negara berkembang dengan perilaku hidup bersih dan sehat masyarakat yang masih rendah ditambah dengan lingkungan yang tidak menunjang kesehatan, merupakan faktor risiko timbulnya berbagai penyakit menular di masyarakat seperti Tuberculosis (TB), HIV/AIDS, Malaria, Demam Berdarah Dengue (DBD), Diare, Pneumonia dan berbagai penyakit yang berpotensi wabah. Dengan sistem pemerintahan otonomi dan desentralisasi seperti yang diatur dalam Undang-Undang No. 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah, mandat diberikan kepada pemerintah Kabupaten/Kota dalam upaya pengendalian penyakit termasuk penyakit menular dan penyakit berpotensi wabah.

Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 1501/Menkes/Per/X/2010 tentang Jenis Penyakit Menular Tertentu yang Dapat Menimbulkan Wabah dan Upaya Penanggulangan telah menetapkan 17 jenis penyakit yang berpotensi menimbulkan wabah yaitu Kolera, Pes, DBD, Campak, Polio, Difteri, Pertusis, Rabies, Malaria, Avian Influenza H5N1, Antraks, Leptospirosis, Hepatitis, Influenza A baru (H1N1) pandemic 2009, Meningitis, Yellow Fever, Chikungunya. Sedangkan penyakit menular lainnya yang berpotensi menimbulkan wabah ditetapkan oleh Menteri Kesehatan.

Penanggulangan wabah dilakukan secara terpadu antara pemerintah, pemerintah daerah dan masyarakat yang meliputi kemampuan mendeteksi dalam sistem kewaspadaan dini, melaporkan secara cepat kepada otoritas yang tepat serta pengambilan keputusan penanggulangan yang cepat dan tepat.

Manajemen penanggulangan wabah dapat diringkas dalam 5 langkah:

Langkah 1 : Deteksi dini dan pelaporan yang cepat setiap Kejadian Luar Biasa/wabah

Langkah 2 : Melakukan penilaian terhadap besarnya masalah dan pengambilan keputusan

Langkah 3 : Mobilisasi sumber daya

Langkah 4 : Pelaksanaan penanggulangan

Langkah 5 : Monitoring dan evaluasi upaya penanggulangan

Kesiapsiagaan merupakan kata kunci dalam penanggulangan wabah yaitu mengamati situasi dan memprediksi perubahan pola epidemi/wabah dengan tujuan mengurangi dampaknya terhadap kesehatan masyarakat yang rentan serta mengurangi dampaknya terhadap ekonomi, perdagangan, dan perjalanan internasional. Kesiapsiagaan menghadapi epidemi merupakan upaya domestik maupun global dalam menjaga keamanan kesehatan masyarakat.

Flu burung (H5N1), Flu Babi (H1N1), H7N9, Mers CoV, Ebola dan "*Emerging Infectious Diseases*" yang lain merupakan tantangan yang kita hadap saat ini yang mengancam keselamatan jiwa dan kesehatan masyarakat dengan berbagai akibatnya.

H5N1 pada manusia pertama kali dilaporkan di Indonesia pada bulan Juli 2005 masih tetap merupakan ancaman laten. Sampai dengan akhir bulan April 2015 kasus H5N1 pada manusia secara kumulatif berjumlah 1999 penderita dengan 167 kematian (CFR=84%), tersebar di 15 propinsi, sedangkan H5N1 yang menjangkiti unggas tersebar hampir di semua propinsi di Indonesia.

Strategi Nasional penanggulangan Flu Burung H5N1 dibuat pada bulan Desember 2005 yang berisi 10 butir, merupakan dokumen hidup yang fleksibel dan dapat diubah setiap saat sesuai dengan situasi dan dinamika dari wabah. Terbentuknya Komisi Nasional (Komnas) Flu Burung yang kemudian berkembang menjadi Komnas Zoonosis pada tahun 2012 memberi ruang yang lebih luas dalam upaya penanggulangan wabah yang bersumber pada binatang.

Terbitnya Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana dengan menyebutkan epidemi dan wabah sebagai bencana non alam lebih menambah ruang dan fleksibilitas gerak dalam upaya penanggulangan wabah.

Upaya penanggulangan wabah merupakan upaya nasional, regional, maupun global sehingga diperlukan kerjasama dalam semangat "*One World One Health*", untuk menutupi "*Gaps*" yang ada.

Agar efektif, upaya penanggulangan wabah hendaknya selalu dilandaskan pada payung hukum, serta pada Norma, Standar, Pedoman dan Kriteria (NSPK) yang ada dan juga dilandaskan pada prinsip-prinsip Etika Kesehatan Masyarakat (*Public Health Ethics*).

4. KESIMPULAN

Efektivitas upaya penanggulangan epidemi/wabah sangat tergantung pada kecepatan dan ketepatan dalam mendeteksi, melaporkan serta merespons kejadian wabah tersebut.

Penyebab munculnya wabah serta dampak yang diakibatkan bersifat multifaktor dan multisektor, oleh karena itu diperlukan komitmen politik tingkat tinggi agar dapat dilakukan koordinasi di berbagai tingkat dalam upaya penanggulangannya.

Fleksibilitas dalam perencanaan, kesiapsiagaan dan respons sangat diperlukan agar upaya penanggulangan wabah dapat lebih efektif dan efisien.

Berbagai payung hukum sudah ada dan cukup memadai sebagai landasan untuk melakukan upaya penanggulangan. Namun secara khusus untuk Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana hendaknya agar diterjemahkan ke dalam aturan-aturan pelaksanaan yang lebih konkrit dalam mengatur upaya penanggulangan wabah yang disebutkan sebagai bencana non alam sehingga keberadaan undang undang ini lebih memperkuat upaya penanggulangan wabah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Banyak pihak telah membuat kontribusi signifikan untuk pengembangan, pengorganisasian, dan pelaksanaan Pertemuan Ilmiah Kebencanaan ini, dan mereka semua layak mendapatkan penghargaan dan terima kasih atas kontribusi mereka.

Panitia dan kelompok kerja adalah yang bertanggung jawab untuk program ilmiah dan semua masalah pengorganisasian untuk Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) Ke-2 dan Pameran Riset Kebencanaan. Untuk itu ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua anggota panitia dan kelompok kerja ini.

Penulis juga berterima kasih kepada semua lembaga/organisasi dan staf mereka, yang telah memberikan kontribusi dan turut berpartisipasi bagi keberhasilan Pertemuan Ilmiah Tahunan ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Undang-Undang No. 4 Tahun 1984 tentang Wabah Penyakit Menular.
2. PP No. 40 Tahun 1991 tentang Penanggulangan Wabah Penyakit Menular.
3. International Health Regulation (IHR) 2005, revised.
4. Permenkes No. 1501/Menkes/Per/X/2010 tentang Jenis Penyakit Menular Tertentu yang Dapat Menyebabkan Wabah dan Upaya Penanggulangannya.
5. Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana.

MODELING RISIKO DEMAM BERDARAH DENGUE BERDASARKAN KASUS DAN FAKTOR LINGKUNGAN DI KOTA YOGYAKARTA

Oleh:

Cut Madinna Tiraya^{a,*}, Suprpto Dibyosaputro^b

^aPenerima Beasiswa Unggulan Kemdiknas 2012, Wirobrajan WB2/343, Yogyakarta, 55252

^bFakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

*cut.tiraya@mail.ugm.ac.id

Abstrak

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit yang tidak dapat diobati yang telah menjangkiti wilayah tropis. DBD ditularkan melalui nyamuk vektor masih merupakan masalah kesehatan yang penting di dunia. Kasus DBD di Kota Yogyakarta pada Januari 2013 adalah jumlah tertinggi Kasus DBD di daerah Provinsi Yogyakarta. Difusi dengue tergantung pada interaksi antara vektor, parasit dan manusia dalam lingkungan alam. Virus dengue tidak dapat ditularkan langsung dari manusia ke manusia. Pengendalian vektor yang efektif adalah satu-satunya solusi untuk kontrol dan pencegahan demam berdarah dalam situasi di mana vaksin tidak tersedia. Manfaat dari penelitian ini adalah kita dapat memperoleh pola kasus DBD dalam analisis spasial dan waktu untuk menyortir ruang dan waktu karakteristik cluster signifikan yang penting bagi manajemen DBD, kontrol dan pengawasan. Data dari 14 Kecamatan di Kota Yogyakarta dari 2002 – 2011 dikumpulkan, diolah dengan menggunakan Regresi Linier Berganda. Hasil regresi linier telah menyortir bahwa distribusi spasial DBD erat terkait ($R^2 = 0,564$) dengan curah hujan, kelembaban relatif dan suhu. Kesimpulan kedua adalah Kasus DBD dan curah hujan secara bertahap meningkatkan pada musim hujan awal Oktober dan mencapai puncaknya pada bulan Maret. Yang terakhir adalah persamaan regresi linier berganda yang dapat digunakan sebagai model prediksi DBD adalah, $y = 442,790 + 0,371$ kelembaban relatif $+ 0,016$ curah hujan $- 16,045$ suhu rata-rata.

Kata kunci: DBD, Faktor lingkungan, Penduduk, Regresi .

1. PENDAHULUAN

Demam Berdarah Dengue (DBD), penyakit akut yang disebabkan oleh virus dan disebarkan oleh nyamuk sebagai vektor telah menjangkiti wilayah tropis dunia selama berabad-abad. Difusi dengue tergantung pada interaksi antara vektor, parasit dan manusia dalam lingkungan alam. Virus dengue tidak dapat ditularkan langsung dari manusia ke manusia. Pengendalian vektor yang efektif adalah satu-satunya solusi untuk kontrol dan pencegahan demam berdarah dalam situasi di mana vaksin tidak tersedia. Penularan virus dengue tergantung pada kehadiran nyamuk *Aedes aegypti*. Generasi nyamuk dan pengembangan diketahui dipengaruhi oleh faktor lingkungan meliputi faktor iklim. Penelitian ini dilakukan untuk menguji apakah data lingkungan dapat digunakan untuk memprediksi kasus DBD Kota Yogyakarta.

2. METODOLOGI

Data dari 14 Fasilitas Kesehatan Kabupaten (Puskesmas) di Kota Yogyakarta yang dikumpulkan, dimanipulasi, dan diintegrasikan ke dalam metode statistik. Umumnya, data spasial terdiri dari batas-batas administratif Kota Yogyakarta, kasus DBD di Kota Yogyakarta 2002-2011, curah hujan, dan data populasi adalah data spasial yang digunakan dalam penelitian ini. ESRI ArcGIS 10 digunakan untuk mengelola data spasial. Data dari 2002 – 2011 digunakan untuk pengembangan model melalui analisis regresi linier kelembaban rata-rata bulanan beberapa, curah hujan, suhu rata-rata yang digunakan sebagai variabel independen dan jumlah kasus DBD dilaporkan setiap bulan digunakan sebagai variabel dependen.

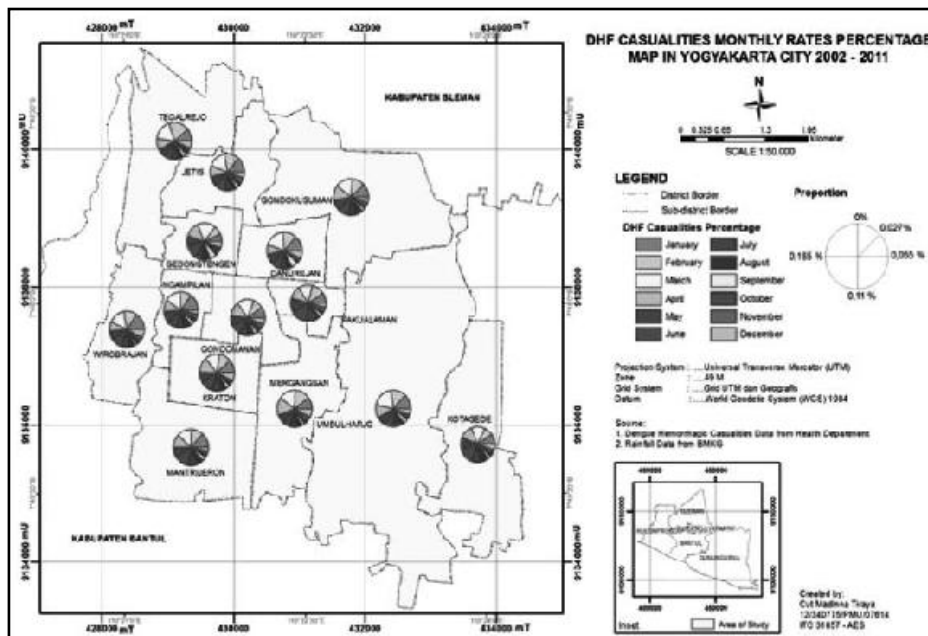
Model matematika yang dibentuk dengan meringkas hubungan antara faktor-faktor yang mempengaruhi dan distribusi geografis dari penyakit. Model ini dapat membantu dalam memprediksi dampak dari wabah dan membantu menerapkan rencana intervensi. *Multiple Regression Model* adalah:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 (x_1)_i + \beta_2 (x_2)_i + \dots + \beta_K (x_K)_i + \epsilon_i \quad (1)$$

Variabel Y ditunjuk sebagai “variabel dependen.” Para prediktor disebut “variabel independen” disimbolkan sebagai x^1, x^2 , dll. Dalam penelitian ini, variabel dependen adalah Kasus DBD, sedangkan variabel independen adalah curah hujan, suhu, kelembaban relatif dan populasi. Notasi ϵ adalah untuk mewakili model penyimpangan. Data yang terkomputerisasi dan divalidasi menggunakan SPSS for Windows. Ketepatan model ini dinilai berdasarkan kapasitas jelas (koefisien determinasi, disesuaikan R^2). Persamaan regresi yang diperoleh dari tertinggi akan memilih sebagai DBD Model diprediksi. Model regresi linear dapat disebut sebagai model yang baik jika model memenuhi kriteria Terbaik Linear Rekomendasi Pengukur, apabila memenuhi Klasik Asumsi. Ada empat asumsi klasik, tes yang harus dilakukan pada model regresi; Uji Normalitas, Uji Autokorelasi, uji multicolinearitas dan uji Heteroskedastisitas.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu tujuan dalam penelitian ini adalah tentang hubungan antara kepadatan penduduk dan demam berdarah kasus di 14 kecamatan. Ini termasuk analisis kepadatan penduduk dalam bentuk alternatif dengan penduduk dan luas wilayah sebagai faktor terpisah. Peta pada Gambar 1 menunjukkan bahwa persentase kasus DBD di setiap kecamatan. Ada kecenderungan bahwa persentase Kasus DBD yang meningkat mulai dari November, puncak kasus DBD mencapai pada bulan Maret sebelum menurun secara bertahap persentase di bawah ini pada bulan Juli. Gambar 1 menunjukkan bahwa DBD sangat menular di daerah perkotaan penduduk tinggi seperti Wirobrajan dan Umbulharjo. Kedua kecamatan sering menjadi daerah dengan jumlah kasus DBD tertinggi. Umbulharjo dan Wirobrajan memiliki faktor yang berbeda karena tingginya jumlah kasus DBD. Meskipun dua kecamatan memiliki kesamaan menjadi daerah dengan kasus DBD tertinggi, tetapi tidak dapat digeneralisasi bahwa faktor yang sama.



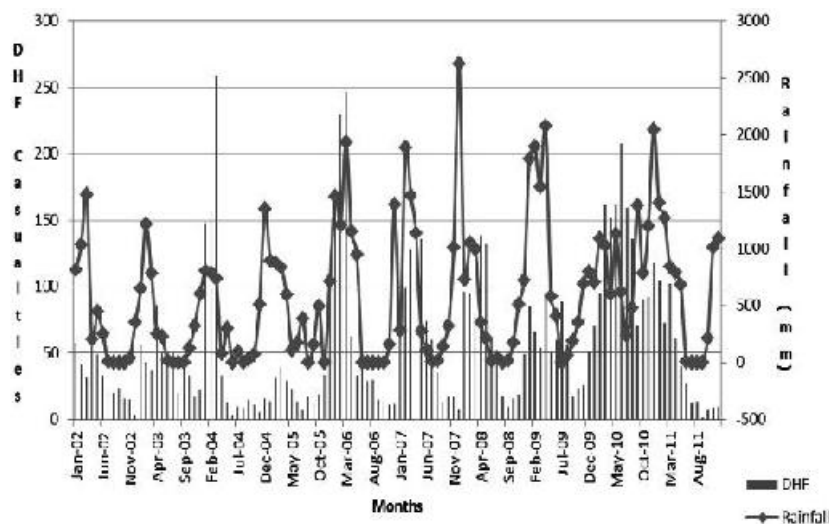
Gambar 1. Peta Rerata Bulanan Kasus DBD di Kota Yogyakarta Tahun 2002-2011.

Umbulharjo adalah kecamatan terluas di Kota Yogyakarta, sedangkan Wirobrajan adalah daerah yang jauh lebih sempit namun padat penduduk. Di daerah yang padat, banyak orang yang hidup dalam rentang penerbangan singkat dari nyamuk sebagai vektor DBD dan bisa terkena penularan. Itu menjelaskan mengapa kepadatan penduduk tinggi dan interkoneksi rumah dapat menyebabkan transmisi yang lebih efisien virus dan dengan demikian meningkatkan paparan infeksi. Transmisi penyakit ini biasanya dibatasi oleh jarak penerbangan dari *Aedes aegypti*. Penyakit yang ditularkan vektor nyamuk seperti DBD berkaitan erat dengan

iklim untuk sejumlah alasan: berdiri air setelah periode hujan mendorong perkembangbiakan nyamuk; suhu hangat sangat penting untuk nyamuk siklus hidup dan virus replikasi. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2, persentase Kasus DBD berkorelasi dengan curah hujan. Kasus DBD tertinggi tidak terjadi dalam waktu yang sama ketika curah hujan tinggi terjadi. Puncak kasus DBD terjadi terutama selama bulan-bulan puncak curah hujan. Curah hujan dapat meningkatkan transmisi vektor penyakit dengan cara memacu proliferasi tempat berkembang biak, tetapi juga dapat menghilangkan tempat berkembang biak dengan cara menyapu vektor. Kepadatan vektor menurun akan menyebabkan penurunan transmisi DBD. Hal ini mungkin menjelaskan mengapa wabah terjadi ketika curah hujan tidak terlalu tinggi.

Gambar 2 menunjukkan bahwa hubungan grafik kasus DBD dan curah hujan secara bertahap meningkatkan pada musim hujan awal Oktober dan mencapai puncaknya pada bulan Maret, dalam periode musim prakemarau. Kepadatan larva nyamuk *Aedes aegypti* berfluktuasi sesuai dengan perubahan iklim musiman. Ini meningkat di musim dengan curah hujan yang lebih tinggi, sesuai dengan jumlah tempat berkembang biak potensial yang tersedia, sehingga berpengaruh terhadap peningkatan kejadian DBD. Populasi nyamuk meningkat yang umum di bulan Februari, Mei, Agustus, dan November. Februari adalah akhir dari musim hujan yang tinggi, sedangkan November adalah awal musim hujan. Mei dan Agustus adalah musim transisi, yang ditandai dengan hujan lebat tidak datang, namun jumlah hari hujan yang panjang sehingga cukup signifikan bagi perkembangbiakan nyamuk.

Karena ketersediaan dan curah hujan harian dan insiden berdarah data, korelasi antara DBD, curah hujan dan penduduk dilakukan pada skala bulanan. Pelaksanaan analisis regresi linier berganda telah meningkatkan pemahaman tentang hubungan linear antara populasi dan prevalensi DBD di Kota Yogyakarta. Salah satu tujuan dari penelitian ini adalah untuk menemukan formula yang dapat digunakan sebagai model prediksi DBD dari data lingkungan.



Gambar 2. Grafik Rerata Bulanan Curah Hujan dan Kasus DBD di Kota Yogyakarta Tahun 2002-2011. (Sumber: BMKG dan Dinas Kesehatan Kota Yogyakarta).

Model akurasi didefinisikan berdasarkan kapasitas penjelas (koefisien determinasi, disebut R^2). Persamaan regresi linier berganda dari tahun 2009,

$$y = 442,790 + 0,371 \text{ kelembaban relatif} + 0,016 \text{ curah hujan} - 16,045 \text{ rerata suhu} \quad (2)$$

dipilih sebagai model prediksi DBD karena itu memenuhi keempat kriteria asumsi klasik dan memiliki nilai R^2 di atas 0,5. Model ini menunjukkan aplikasi potensial kepentingan kesehatan masyarakat, yang mungkin berguna untuk menilai dan menanggapi risiko wabah di daerah lokal berdasarkan curah hujan akumulatif (dengan efek penguapan) data periode sebelumnya. Ini akan menjadi lebih akuntabel jika variabel independen lain seperti penggunaan lahan dan data surveilans dan serangga (yaitu indeks *Aedes* dan indeks pupa) disertakan. Hal ini juga dapat disimpulkan bahwa model linier dapat digunakan sebagai prediksi jumlah kasus DBD jika ada tiga data meteorologi. Data meteorologi yang lebih rinci (yaitu suhu, kelembaban) dan data surveilans vektor (yaitu *Aedes aegypti* atau indeks kontainer) harus diperoleh untuk menilai kemampuan peramalan model.

Penelitian tambahan harus diperluas dari penelitian ini untuk skala nasional untuk menghindari terlalu menyederhanakan dampak iklim pada transmisi dengue. Pemahaman yang lebih baik dari siklus

hidup virus dan periode laten nyamuk mungkin penting dalam perencanaan program penanggulangan yang DBD efisien. Model menggabungkan data iklim tidak bisa menjelaskan variasi dalam jumlah kasus demam berdarah dilaporkan dan model ini tidak cocok untuk memprediksi wabah demam berdarah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa curah hujan memiliki pengaruh besar pada terjadinya infeksi DBD di Kota Yogyakarta. Sejumlah besar wabah dalam bingkai lokasi, ukuran, dan waktu yang berbeda yang dievaluasi tanpa populasi berisiko data, beberapa pengujian yang perlu disesuaikan dengan menghasilkan sejumlah besar permutasi acak atribut spasial dan temporal untuk setiap kasus.

Pada Gambar 3, menunjukkan peta kasus DBD dan faktor lingkungan yang diwakili curah hujan dan kepadatan. Secara umum, parameter kepadatan dibangun dibagi dalam tiga kategori, yaitu , rendah, sedang dan tinggi. Kasus demam berdarah di Kecamatan di daerah utara-barat kota Yogyakarta memiliki korelasi yang tinggi dengan parameter curah hujan sedangkan

kabupaten selatan – timur memiliki korelasi yang rendah. Sangat menarik bahwa Kotagede memiliki tingkat kejadian yang rendah meskipun memiliki area yang luas. Mungkin pemerintah kecamatan setempat telah memasukkan upaya untuk menjaga kota bersih ataupun menggalakkan program pencegahan penularan DBD. Secara keseluruhan, kepadatan penduduk yang rendah telah melambat transmisi menyebabkan tingkat kejadian rendah kasus DBD, yang juga berarti bahwa faktor populasi memiliki dampak minimal pada transmisi.

Faktor-faktor utama yang dipertimbangkan untuk analisis terjadinya kasus DBD yang populasi & rumah kepadatan, curah hujan, suhu, jenis penggunaan lahan dan data praktek dan vektor pengawasan sosial budaya (yaitu Aedes atau indeks kontainer) harus diperoleh lebih detail untuk menilai penelitian ini untuk skala provinsi untuk menghindari terlalu menyederhanakan dampak iklim pada transmisi dengue. Urbanisasi dan pertumbuhan penduduk telah mendorong transmisi demam berdarah terutama di daerah perumahan di mana pengelolaan limbah yang tidak pantas di tingkat rumah tangga telah menciptakan kelimpahan wadah buatan di sekitar tempat yang akhirnya menjadi tempat nyamuk berkembang biak.

Pemahaman yang lebih baik dari siklus hidup virus dan masa laten nyamuk mungkin penting dalam perencanaan program pengendalian DBD efisien. Apalagi untuk menilai hubungan antara curah hujan dan DBD wabah, penilaian terhadap perbedaan waktu (hari) antara puncak curah hujan dan DBD wabah perlu dilakukan. Bulan dengan curah hujan tertinggi dan bulan dengan jumlah tertinggi kasus DBD diidentifikasi apakah peningkatan curah hujan setelah interval waktu tertentu yang terkait dengan peningkatan kasus DBD. Berdasarkan temuan bahwa kasus DBD biasanya bertemu wabah dekat akhir musim hujan, pemerintah dan departemen kesehatan dapat melakukan upaya mitigasi lebih efektif dengan pendekatan dan membujuk warga sebelum wabah. Temuan ini bisa berfungsi sebagai langkah penting untuk memahami transmisi dengue di perkotaan padat penduduk. Pencegahan wabah DBD dapat menggunakan pendekatan berbasis masyarakat.

4. KESIMPULAN

Terdapat tiga kesimpulan dari penelitian ini; yang pertama adalah persentase Kasus DBD 'berkorelasi dengan curah hujan. Kesimpulan kedua adalah Kasus DBD dan curah hujan secara bertahap meningkat di musim hujan awal Oktober dan mencapai puncaknya pada Desember. Yang terakhir adalah persamaan regresi linier berganda yang dapat digunakan sebagai model prediksi DBD adalah, $y = 442,790 + 0,371 x_1 + 0,016 x_2 - 16,045 x_3$, $y =$ kasus DBD, $x_1 =$ kelembaban relatif, $x_2 =$ curah hujan, $x_3 =$ suhu rata-rata .

Penelitian ini menggambarkan sebuah metode yang lebih baik untuk menghubungkan faktor meteorologi dan Kasus DBD. Faktor iklim di daerah yang terkait satu sama lain dan tidak dapat berdiri sendiri, karena faktor curah hujan akan mempengaruhi kondisi suhu dan kelembaban yang mempengaruhi siklus hidup vektor nyamuk di lingkungan sekitar. Namun, perlu dicatat bahwa korelasi meteorologi faktor dan berdarah prevalensi tidak selalu mudah oleh faktor lain yang mendasarinya .

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2014. Data Curah Hujan Yogyakarta. Yogyakarta.
2. Dinas Kesehatan Kota Yogyakarta, 2014. Jumlah Penderita Demam Berdarah Dengue 2002-2011. Pemerintah kota Yogyakarta. Yogyakarta.
3. Pemerintah Kota Yogyakarta. 2013.<http://www.jogjakota.go.id/index/extra.detail/22>
4. Pemerintah Kota Yogyakarta. 2014. Kondisi Geografis kota Yogyakarta. <http://www.jogjakota.go.id/about/kondisi-geografis-kota-yogyakarta#sthash.hzPdJCyq.dpuf>

PERUBAHAN IKLIM GLOBAL, CUACA MIKRO DAN INDEK KERENTANAN BENCANA MALARIA PADA WILAYAH ENDEMIS MALARIA DI INDONESIA

Oleh:

Mursid R^{a,*}, Sudibyakto H A^b

^aMagister Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Diponegoro Semarang

^bFakultas Geografi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

*Email: mursidraharjo@gmail.com

Abstrak

Perubahan cuaca global berdampak pada aspek kehidupan, termasuk malaria. Malaria di Indonesia masih tinggi, tahun 2013 terdapat 417.819 kasus (API 1,69). Tahun 2014, baru 200 dari 514 kabupaten/kota (39%) telah memperoleh sertifikat eliminasi malaria. Terdapat 61% wilayah rentan dan berpotensi terjadi bencana malaria. Secara ekonomi malaria penyebab kerugian bagi masyarakat dan pemerintah. Mapping indeks kerentanan malaria sangat dibutuhkan untuk mendukung eliminasi malaria secara efektif dan efisien. Data Southern Oscillation Index (SOI) dan cuaca wilayah endemis enam belas tahun terakhir, dilakukan analisis koefisien korelasi. Indeks kerentanan malaria digunakan untuk menentukan wilayah rentan bencana malaria. Pengaruh variabilitas cuaca terhadap jenis dan kepadatan vektor *Anopheles* dilakukan dengan longitudinal survey, 4 musim sepanjang tahun di 34 titik pengamatan. Kerugian akibat malaria dilakukan pendekatan ekonomi lingkungan. Hasil analisis SOI (1996–2014) berfluktuasi (+22,3) bersifat basah, hingga (-29,1) bersifat kering. Pada SOI>+8 atau SOI<-8 perubahan iklim global bersifat ekstrim dan berpengaruh terhadap iklim mikro, dengan koefisien korelasi (R) 0,48–0,86 (curah hujan); (R) 0,41–0,76 (suhu). Kecenderungan suhu udara mengalami penurunan $y = (-0,0051x + 29,932)$, sebesar (0,98°C). Indek kerentanan (Malaria Vulnerability Index, MVI), wilayah rentan malaria mengalami dinamika: 42% pancaroba (Mei); 63% kemarau (Juli); 62% pancaroba (Oktober); penghujan 60% dari wilayah endemis. Kerugian ekonomis akibat malaria di Purworejo tahun 2014, sebesar Rp. 5,1 Milyar. Kesimpulan, pada iklim global ekstrim (SOI>+8 atau SOI<-8) berpengaruh terhadap iklim mikro di daerah endemis malaria. Variabilitas cuaca menentukan karakteristik lingkungan, jenis dan kepadatan vektor malaria. Pemantauan MVI akan mengurangi risiko bencana malaria, sebagai dasar dalam pengendalian malaria secara efektif, efisien, ekologis dan keberlanjutan.

Kata kunci: Iklim global, Cuaca mikro, Indeks kerentanan malaria, Indonesia.

1. PENDAHULUAN

Perubahan cuaca global ekstrim pengaruh terhadap iklim mikro dan berdampak pada aspek kehidupan, termasuk malaria (Easterbrook, 2014; Dixon, 2010). Perubahan cuaca akibat El-Nino (ENSO) berpengaruh terhadap penyebaran penyakit berbasis vektor seperti malaria, demam berdarah, cholera, hantavirus (IPCC, 2013). Indonesia termasuk negara yang terpengaruh perubahan iklim. Cuaca ekstrim meningkatkan risiko penyebaran penyakit menular termasuk diare, penyakit berbasis vektor (*vector borne diseases*), termasuk malaria penyakit non menular, banjar (IPCC, 2007).

Malaria di Indonesia masih tinggi, tahun 2013 terjadi 417.819 kasus (API 1,69). Tahun 2014, baru 200 dari 514 kabupaten/kota (39%) memperoleh sertifikat eliminasi malaria, sedangkan 61% belum bersertifikat. Lima provinsi di wilayah Timur Indonesia merupakan wilayah dengan kasus tinggi. Hampir 60% kasus malaria terjadi di Provinsi Papua, Irian Jaya Barat, Maluku, Maluku Utara, Sulawesi dan Nusa Tenggara. Terdapat 84 kabupaten dengan kasus tinggi di wilayah timur Indonesia (Ditjen PP&PL, 2014). Provinsi tersebut memiliki karakteristik wilayah yang mendukung untuk tumbuh dan berkembangnya spesies *Anopheles* sebagai pemicu peningkatan kasus malaria.

Terdapat 61% wilayah rentan dan berpotensi terjadi bencana malaria. Secara ekonomi malaria sebagai penyebab kerugian bagi masyarakat dan pemerintah. Penderita malaria di Indonesia masih tercatat

masih lebih dari 400.000 penderita. Besarnya kerugian akibat penurunan produktifitas, biaya pengobatan dan biaya efek samping malaria bisa mencapai 2,4 trilyun (Dijen PP&PL, 2015). Maping indeks kerentanan malaria sangat dibutuhkan untuk mendukung eliminasi malaria secara efektif dan efisien. Mengetahui wilayah rentan terhadap malaria merupakan salah satu strategi dalam peningkatan efisiensi dan efektifitas dalam pengendalian malaria (WHO, 2012). Di Indonesia metode pemetaan wilayah rentan bencana malaria ini belum dilakukan. Pengendalian malaria masih berorientasi pada kasus (*evidence base*) (Litbangkes, 2014). Bencana malaria dapat direduksi dengan melakukan maping terhadap rentan malaria. *Malaria Vulnerability Index* (MVI) merupakan indeks yang disusun untuk memetakan wilayah rentan malaria. Monitoring MVI setiap wilayah endemis merupakan salah satu metode untuk peningkatan efisiensi dan efektifitas dalam penurunan risiko penyebaran malaria.

2. METODOLOGI

Kajian ini terutama untuk melihat pengaruh perubahan iklim global terhadap perubahan cuaca wilayah yang berdampak terhadap dinamika vektor malaria. Kemelimpahan vektor malaria memiliki potensi tinggi dalam munculnya wabah (bencana) malaria. *Southern Oscillation Index* (SOI) digunakan sebagai indikator perubahan iklim global diperoleh catatan 20 tahun *the Australian Government Bureau of Meteorology*, 2014. Unsur cuaca diperoleh dari pencatatan Dinas Pengairan Kabupaten Purworejo. Fluktuasi kepadatan vektor malaria diperoleh dengan pengamatan secara longitudinal survey selama 4 periode musim, dengan menggunakan metode *man biting rate* (MBR). Metode berpedoman pada "*Manual on Practical Entomology In Malaria, WHO Division of Malaria and Other Parasitic Diseases, Part I, II*" (WHO, 1995; 1975). Identifikasi dilakukan di Laboratorium Parasitologi UGM. Uji untuk memastikan vektor malaria dilakukan dengan uji Elisa.

Lokasi pengamatan ditentukan dengan *classified proportional random sampling*. Wilayah disusun dalam kelas atas dasar ketinggian wilayah dan endemisitas malaria (Strahler, 1997). Jumlah dan lokasi titik pengamatan ditentukan secara proporsional. Jumlah desa pernah ada kasus malaria sebanyak 224, dengan jumlah kelas 4 dan bound of error pada tingkat kepercayaan 95% sebesar 1. Dengan menggunakan formula $n = (L \sum Ni^2 \cdot \Sigma i^2) / (N^2 D + \sum Ni \cdot \Sigma i^2)$, $D = B^2 / 4$, dengan tingkat kepercayaan 95% menghasilkan 34 titik pengamatan.

Kerentanan bahaya bencana malaria di gunakan *Malaria Vulnerability Index* (MVI), dengan 5 tingkat kerentanan risiko bencana, mulai dari rendah sampai sangat berisiko. Kualitas lingkungan fisik, biologi, dan sosial ekonomi sebagai penyusun komponen indek, diukur dengan metode sesuai standard laboratorium. Kerugian akibat malaria diperhitungkan melalui pendekatan ekonomi lingkungan. Kerugian akibat kasus malaria menggunakan pendekatan ekonomi lingkungan dengan komparasi biaya perawatan penderita malaria.

3. HASIL

3.1 Indikator Perubahan Iklim Global

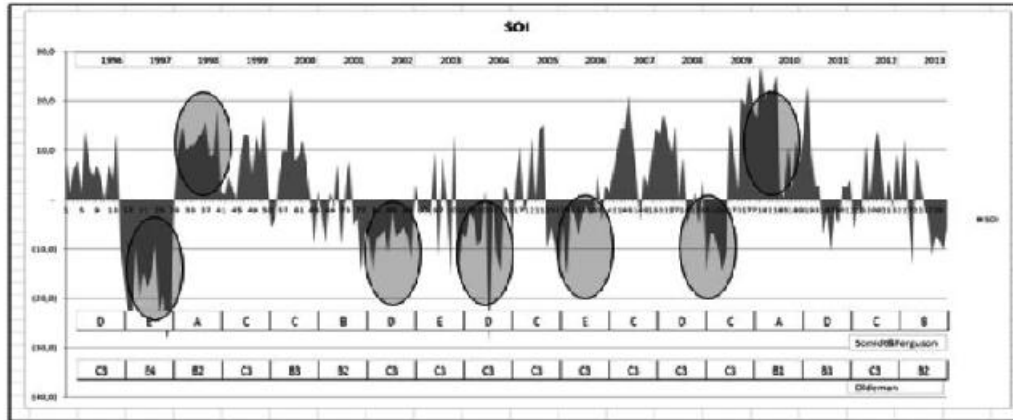
Analisis perubahan iklim global dilakukan menggunakan indikator *southern oscillation index* (SOI). Data SOI diperoleh dari *Bureau of Meteorologi Australia*. Indeks negatif memberikan kecenderungan terjadinya El Nino di wilayah Indonesia, sedangkan indek positif memberikan kecenderungan terjadinya La Nina. Data SOI tahun 1997 menunjukkan indeks negatif hingga (-28.5). Pada tahun tersebut terjadi kondisi kekeringan puncak El Nino, begitu juga pada tahun 2002 dan 2004, meskipun tidak seekstrim tahun 1997. Fenomena La Nina terjadi pada tahun 1998, 2007, 2008, 2010. Pada tahun 2010, terjadi indeks positif (25.0) merupakan puncak terjadinya La Nina. Pengaruh La Nina adalah terjadinya peningkatan curah hujan. Pengaruh SOI dan klasifikasi indikasi iklim disajikan pada Gambar 1.

3.2 Mikro

Iklim di Kabupaten Purworejo dilakukan dengan pendekatan Schmidt & Ferguson's dan Olderman. Klasifikasi Mohr (Schmidt and Ferguson, 1951), digunakan untuk menentukan bulan basah dan bulan kering. Hasil perhitungan dengan pendekatan dengan Schmidt and Ferguson method, nilai perbandingan antara bulan basah dan bulan kering (Q), rata-rata antara tahun 1996 hingga 2012, sebesar 38%. Hasil perhitungan Purworejo termasuk dalam kategori Iklim C.

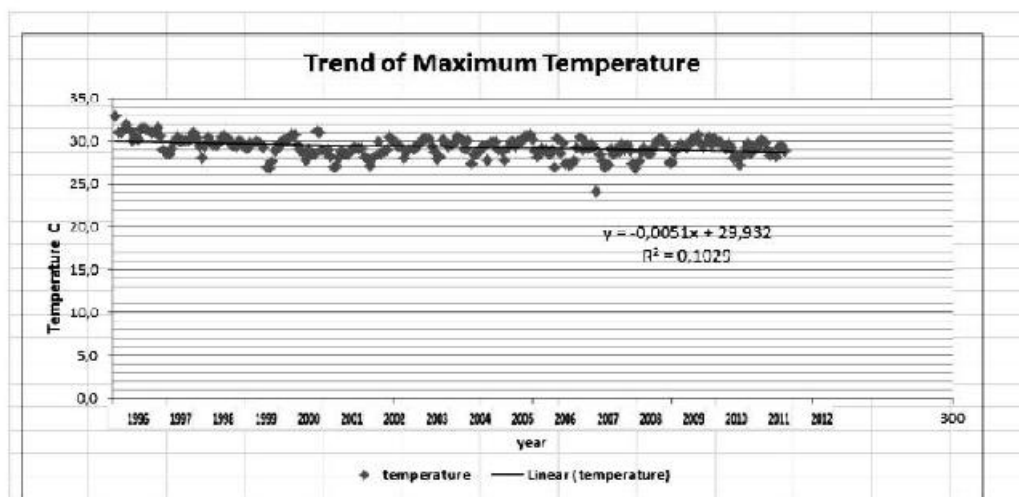
Bila dilakukan simulasi indikator iklim yang dihitung tahunan dengan perhitungan bulan basah dan bulan kering (Q), dapat dilihat variasi tahunan. Terdapat 5 kategori indikator iklim tahunan yang ada pada

wilayah kajian. Kelima indikasi iklim tersebut adalah A, B, C, D, E, yang mengalami variasi setiap tahun, dan akan menjadi iklim penciri dari rata-rata selama durasi waktu analisis (20 tahun). Sesuai dengan klasifikasi tersebut indikator iklim paling kering (E) terjadi pada tahun 1997, 2003 dan 2006, sementara kondisi basah (A) terjadi pada tahun 1998 dan 2010. Hasil perhitungan indikasi iklim di Purworejo disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1: Penyimpangan Iklim Global dan Indikator Iklim Mikro.
 Sumber: Australian Government Bureau of Meteorology, 2015 Cuaca Kab. Purworejo, 2014.

Klasifikasi lain disusun oleh Oldeman dengan menyusun perbandingan antara bulan basah dan bulan kering. Terdapat 5 A, B, C, D, dan E, dengan klasifikasi lebih kusun dari perbandingan bulan basah dan bulan kering. Hasil analisis menunjukkan rata-rata iklim dari tahun 1996-2012, termasuk dalam kategori C3. Iklim yang paling kering terjadi tahun 1997 termasuk dalam kategori E4, sedangkan kondisi paling basah terjadi pada tahun 1998 (B2), 2000 (B3), 2001 (B2), 2010 (B1) dan 2011 (B3).



Gambar 2. Kecenderungan Penurunan Suhu 1996-2014.

3.3 Penyimpangan Indikator Iklim di Purworejo

Hasil analisis antara grafik SOI dengan kategori iklim menunjukkan terjadi beberapa kecenderungan. Pada tahun 1996 indeks positif, terjadi kecenderungan La Nina yang bersifat basah, indikator iklim di Purworejo termasuk dalam katagori C3 bersifat basah. Pada tahun 1997, indek SOI negatif, terjadi El Nino bersifat kering, pada tahun tersebut di Purworejo berindikasi kering dalam kategori E. Kondisi tersebut juga terjadi pada beberapa tahun berikutnya, sehingga dapat dipahami bahwa ada pengaruh perubahan iklim global terhadap iklim mikro terutama pada kondisi ekstrim.

Perubahan iklim dalam jangka pendek dijelaskan dalam parameter cuaca terdiri dari temperatur, kelembababn dan curah hujan. Cuaca di Purworejo terjadi kemiripan dengan variabilitas iklim secara global.

Variabilitas cuaca akan diikuti variabilitas kehidupan vektor. Hasil pengukuran menunjukkan perubahan unsur cuaca juga diikuti oleh perubahan perilaku hidup dan kepadatan vektor malaria, selengkapnya disajikan di Gambar 2.

Hasil analisis kecenderungan suhu maksimum di Purworejo selama tahun 1996 - 2012, terjadi kecenderungan penurunan. Hasil persamaan matematis menunjukkan $y = (-0,0051x + 29.932)$. Persamaan tersebut menunjukkan selama periode 16 tahun suhu udara cenderung mengalami penurunan sebesar $(0,98^\circ \text{C})$.

3.4 Pengaruh Perubahan Iklim Global terhadap Cuaca

Perubahan iklim global terhadap curah hujan terhadap curah hujan di Purworejo telah dihitung dengan uji korelasi antara *Southern Oscillation Index* (SOI) bulanan dengan curah hujan bulanan selama periode 1996-2012. Hasil analisis menunjukkan terjadinya variabilitas koefisien korelasi. Pada kondisi ekstrim dengan SOI lebih besar dari 10 atau kurang dari (-10), terjadi pengaruh kuat antara perubahan iklim global terhadap curah hujan. Pada tahun 1997 koefisien korelasi (R) sebesar 0.86. Begitu juga dengan tahun lainnya besarnya pengaruh tersebut: 0.44 (1996); 0.43 (1998); 0.77 (1997, 2000); 0.48 (2001); 0.52 (2002); 0.76 (2006); 0.61 (2008); 0.73 (2011). Pada kondisi normal dengan SOI antara 10 to -10, pengaruh tidak signifikan. Besarnya pengaruh sebagai berikut : 2003 (0.33); 2004 (0.06); 2005 (0.19); 2010 (0.09).

3.5. Jenis dan Kepadatan Vektor Malaria

Hasil penelitian penangkapan vektor malaria pada 34 lokasi pengamatan secara longitudinal survey menunjukkan pada bulan Mei, Juli, Oktober dan Desember. Hasil penangkapan spesies *Anopheles* pada bulan Mei ditemukan 9 (sembilan) species tersebar pada 28 (82%) pada lokasi penelitian. Ke sembilan species tersebut adalah sebagai berikut: *An.balabacensis*; *An.aconitus*; *An.barbirostres*; *An.vagus*; *An.anularis*; *An.kochi*; *An.maculatus*; *An.indifinitus*; *An.subpictus*. Jumlah nyamuk dominan yang tertangkap *Anopheles vagus* (209 in number) diikuti *Anopheles barbirostres* (84 ekor) dan *Anopheles aconitus* sebanyak 49 ekor. Kepadatan Vektor sebesar 0.38 to 3.85 sp/man/jam.

Musim Kemarau (Juli)

Hasil analisis pada musim kemarau (Juli) ditemukan delapan (8) species tersebar pada 30 (88%) lokasi penelitian, sebagai berikut : *An.balabaensis*; *An.aconitus*; *An.barbirostres*; *An.vagus*; *An.anularis*; *An.kochi*; *An.maculatus*; *An.subpictus*. *An.indifinitus* tidak ditemukan pada musim kemarau. Jumlah species tertangkap *An.barbirostres* (382 ekor) diikuti *An.aconitus* (225 ekor) dan *Anopheles vagus* (73 ekor), dengan kepadatan vektor 0.02 sampai 0.3 sp/man/jam. Sebaran ditemukan species *An.aconitus* ditemukan pada ketinggian <100 m sampai > 700 m dpal. Spesies yang ditemukan *An.barbirostres*, *An.vagus* dan *An.maculatus*. *An.barbirostres* ditemukan pada ketinggian 100-600 m dpal. Spesies *An.vagus* ditemukan pada ketinggian pada rentang <100 hingga 700 m dpal.

Musim Pancaroba (Oktober)

Hasil penangkapan musim pancaroba (Oktober) ditemukan delapan (8) species tersebar pada 26 (76%) lokasi penelitian. Delapan ditemukan sebagai berikut: *An.balabaensis*; *An.aconitus*; *An.barbirostres*; *An.vagus*; *An.anularis*; *An.kochi*; *An.maculatus*; *An.indifinitus*. *An.subpictus* tidak ditemukan. Jumlah species dominan ditemukan adalah *An.vagus* (349 spesies), diikuti *An.aconitus* (65 ekor) dan *An.barbirostres* (52 ekor). Kepadatan vektor 0.15 hingga 1.4 sp/man/jam. Distribusi species, *An.vagus* ditemukan pada rentang, <100 m to > 700 m dpal.

Musim penghujan (Desember)

Jumlah nyamuk tertangkap pada musim penghujan (Desember) ditemukan 7 (tujuh) species tersebar 30 (88%) wilayah penelitian. Ke tujuh species tersebut adalah sebagai berikut : *An.balabaensis*; *An.aconitus*; *An.barbirostres*; *An.vagus*; *An.anularis*; *An.kochi*. *An.subpictus* dan *An.indifinitus* tidak ditemukan. Jumlah species dominan tertangkap *An.vagus* (346 ekor) diikuti *An.aconitus* (113 ekor) dan *An.balabaensis* (40 ekor). Kepadatan Vector pada rentang 0,21 to 0.67 sp/man/jam. Sebaran species *An.vagus* ditemukan pada 15 desa, pada ketinggian <100 m to > 700 m dpal. Spesies lain yaitu *An.aconitus* (14 desa), *An.balabaensis* (13 desa). *Anopheles maculatus* dan *Anopheles indifinitus* tidak ditemukan pada musim penghujan.

Konfirmasi vektor dengan Elisa

Test elisa digunakan untuk meneliti plasmodium pada tubuh nyamuk. Hasil analisis terhadap seluruh

spesies 1. An. balaensis; 2.An. barbirostris; 3.An. vagus; 4.An.maculatus; 5.An. aconitus; 6.An.kochi; 7.An. indifinitus; 8.An.anularis; 9. An. Supictus. Hasil analisis ditemukan An. balabasensis and An.maculatus dinyatakan sebagai vektor.

Tabel 1 Distribusi spesies Anopheles hasil penangkapan empat periode survei

No	sampling location	densities (sp/m/hr)	Number of Species Anopheles															
			balabasensis				aconitus				barbirostris				vagus			
			A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	0-100 mdpal	number densities	1 0,02	2 0,04	2 0,04	9 0,19	1 0,02	69 1,44	8 0,17	14 0,29	42 0,88	198 4,13	2 0,04	4 0,08	14 0,29	14 0,29	17 0,35	25 0,54
2	100-200 mdpal	number densities	1 0,02	3 0,06	4 0,08	5 0,10	5 0,10	58 1,21	14 0,29	25 0,52	1 0,02	2 0,04	5 0,10	9 0,19	23 0,58	9 0,19	100 2,08	58 1,21
3	200 - 300 mdpal	number densities	2 0,04	3 0,06	1 0,02	15 0,31	2 0,04	58 1,21	1 0,02	9 0,19	1 0,02	16 0,33	1 0,02	0 0,00	32 0,67	9 0,19	143 2,98	79 1,65
4	300 - 400 mdpal	number densities	0 0,00	6 0,13	1 0,02	1 0,02	0 0,00	5 0,10	10 0,21	4 0,08	14 0,29	19 0,40	0 0,00	0 0,00	4 0,08	11 0,23	11 0,23	3 0,06
5	400 - 500 mdpal	number densities	3 0,06	0 0,00	0 0,00	10 0,21	29 0,60	11 0,23	3 0,06	3 0,06	15 0,31	35 0,73	1 0,02	1 0,02	118 2,46	12 0,25	57 1,19	18 0,38
6	500 - 600 mdpal	number densities	2 0,04	1 0,02	1 0,02	6 0,13	13 0,23	3 0,06	15 0,31	22 0,46	11 0,23	92 1,92	44 0,92	18 0,38	11 0,23	0 0,00	21 0,44	11 0,23
7	600 - > 700 mdpal	number densities	3 0,06	4 0,08	3 0,06	14 0,29	1 0,02	12 0,25	12 0,25	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	2 0,04	1 0,02	4 0,08	1 0,02
	number of species (sp)		11	14	9	55	49	166	52	55	84	355	52	25	209	48	255	129
	densities		0,23	0,29	0,19	1,15	1,02	3,46	1,08	1,15	1,75	7,40	1,08	0,52	4,35	1,00	5,31	2,69

No	sampling location	densities (sp/m/hr)	Number of Species Anopheles																			
			anularis				kochi				maculatus				indifinitus				subpictus			
			A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	0-100 mdpal	number densities	0 -	0 -	0 -	0 -	3 0,06	9 0,19	0 -	1 0,02	0 -	30 0,62	1 0,02	7 0,15	0 -	0 -	0 -	0 -	0 -	1 0,02	0 -	0 -
2	100-200 mdpal	number densities	0 0,00	0 0,00	2 0,04	0 0,00	2 0,04	0 0,00	0 0,00	0 0,00	5 0,10	13 0,27	8 0,17	30 0,63	1 0,02	0 0,00	0 0,00	0 0,00	5 0,10	0 0,00	0 0,00	0 0,00
3	200 - 300 mdpal	number densities	0 0,00	0 0,00	0 0,00	1 0,02	1 0,02	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	7 0,15	3 0,06	3 0,06	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00
4	300 - 400 mdpal	number densities	0 0,00	0 0,00	0 0,00	1 0,02	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	2 0,04	1 0,02	0 0,00	1 0,02	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00
5	400 - 500 mdpal	number densities	18 0,38	14 0,29	0 0,00	0 0,00	15 0,31	10 0,21	1 0,02	2 0,04	6 0,13	1 0,02	9 0,19	5 0,10	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00
6	500 - 600 mdpal	number densities	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	2 0,04	1 0,02	3 0,06	4 0,08	1 0,02	1 0,02	30 0,63	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00
7	600 - > 700 mdpal	number densities	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	1 0,02	2 0,04	2 0,04	1 0,02	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00
	number of species (sp)		18	14	0	2	23	21	4	7	13	30	29	45	2	0	0	0	5	0	0	0
	densities		0,38	0,29	0,00	0,04	0,48	0,44	0,08	0,13	0,27	0,63	0,60	0,94	0,04	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00

Note :
A. PRE-DRY SEASON
B. DRY SEASON
C. PRE-WET SEASON
D. WET SEASON

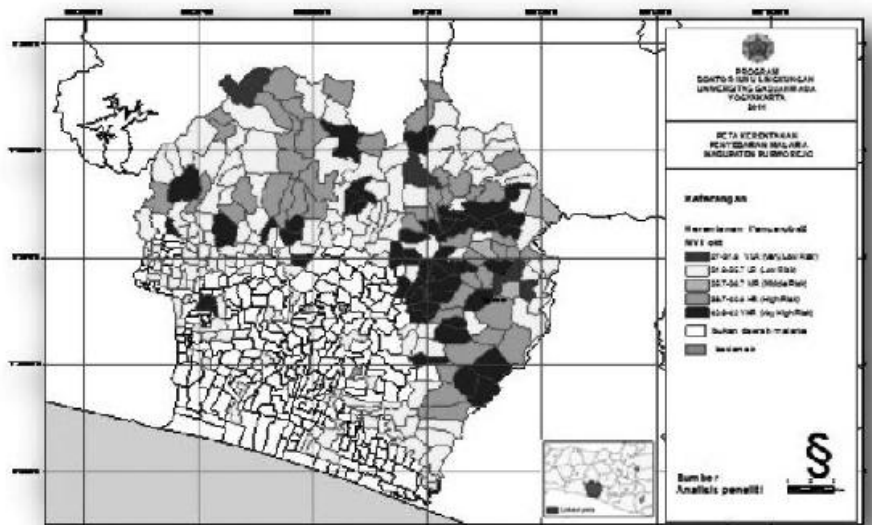
3.6. Daerah Rentan Bahaya Bencana Malaria

Malaria dapat diklasifikasikan menjadi bencana alam. Bencana alam diartikan sebagai rangkaian peristiwa yang mengganggu kehidupan masyarakat oleh faktor alam, maupun non alam, yang dapat menimbulkan korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian harta, dan dampak psikologis korbanya (UU 24, 2007). Meskipun tidak menimbulkan kerusakan harta secara langsung, akan tetapi memberikan korban jiwa dan psikologis bagi penderitanya.

Setiap wilayah memiliki tingkat kerentanan untuk penularan malaria. Telah dirumuskan *Malaria Vulnerability Index (MVI)* yang akan memberikan informasi tentang kerentanan setiap wilayah untuk penularan malaria (Mursid, 2014). MVI terdiri komponen *Sub Index Potential Hazard*, *Sub Index Potential Exposure*, *Sub Index Adaptive Capacity*. Setiap indeks tersusun dari parameter kualitas air, kualitas udara, curah hujan, suhu, kelembaban, ketinggian, kepadatan vektor, kepadatan penduduk, *incidence rate*, *endemicity*, sosial ekonomi, perilaku masyarakat, penerapan teknologi, status gizi, kekebalan. Setiap wilayah memiliki potensi tingkat kerentanan untuk bencana malaria.

Hasil perhitungan Indeks Kerentanan Malaria (*Malaria Vulnerability Index*, MVI) pada periode pancaroba penghujan kemarau (Mei) kategori VHR mencakup (3%) wilayah endemis, klas *High Risk (HR)* mencakup (9%) wilayah endemis, risiko menengah (MR) mencakup (29%) dari wilayah endemis, risiko rendah (LR) mencakup (32%) wilayah endemis, lokasi dengan risiko sangat rendah (VLR) (26%). Secara keseluruhan wilayah dengan risiko bencana malaria sebesar 41% dari seluruh wilayah endemis.

Pada musim kemarau diperoleh tingkat kerentanan pada wilayah endemis kategori risiko sangat tinggi (VHR), mencakup 9%; *High Risk* (HR) mencakup 12%; risiko menengah (MR) mencakup 32%; risiko rendah (LR) sebanyak 32%; dan risiko sangat rendah (VLR) mencakup 15% daerah endemis malaria. Secara keseluruhan wilayah risiko untuk bencana malaria sebesar 53%.



Gambar 3: MVI Tingkat Kerentanan Bencana Malaria Pancaroba II (Puncak).

Pada musim pancaroba kemarau penghujan (Oktober) tingkat kerentanan pada wilayah endemis: kategori risiko sangat tinggi (VHR) sebanyak 15%; risiko tinggi (HR) mencakup 26%; menengah (MR) mencakup 21%; risiko rendah (LR) mencakup 26%; risiko sangat rendah (VLR) mencakup 12% dari wilayah endemis. Secara keseluruhan wilayah risiko bencana malaria sebesar 62%.

Pada musim penghujan (Desember) diperoleh tingkat kerentanan pada wilayah endemis risiko sangat tinggi (VHR) 12%; klas *High Risk* (HR) 24%; risiko menengah (MR) 24%; risiko rendah (LR) 29%; sangat rendah (VLR) mencakup 12% dari wilayah endemis. Secara keseluruhan wilayah rentan bencana malaria sebesar 60%. Wilayah risiko malaria disajikan pada Gambar 3.

3.7 Kerugian Akibat Malaria

Malaria memberikan dampak langsung kepada penderita berupa penurunan produktifitas dan biaya yang harus dikeluarkan untuk pengobatan. Biaya pengobatan untuk penderita malaria mulai dari perawatan dan pengobatan pasien rata-rata sebesar Rp. 3.300.000,00 (Hafizah, 2014) untuk berbagai kelas perawatan. Pengobatan dilakukan dengan obat obatan lama seperti klorokuin, pirimetamin, sulfadoksin, kina dan primaquin. Beberapa jenis obat baru masih dalam skala terbatas yaitu kombinasi artesunate, amodiakuin, meflokuin. Kabupaten Purworejo tahun 2014 dengan penderita sekitar 847 penderita membutuhkan biaya pengobatan sebesar Rp. 2.795.000.000,00 (dua koma tujuh sembilan milyar rupiah).

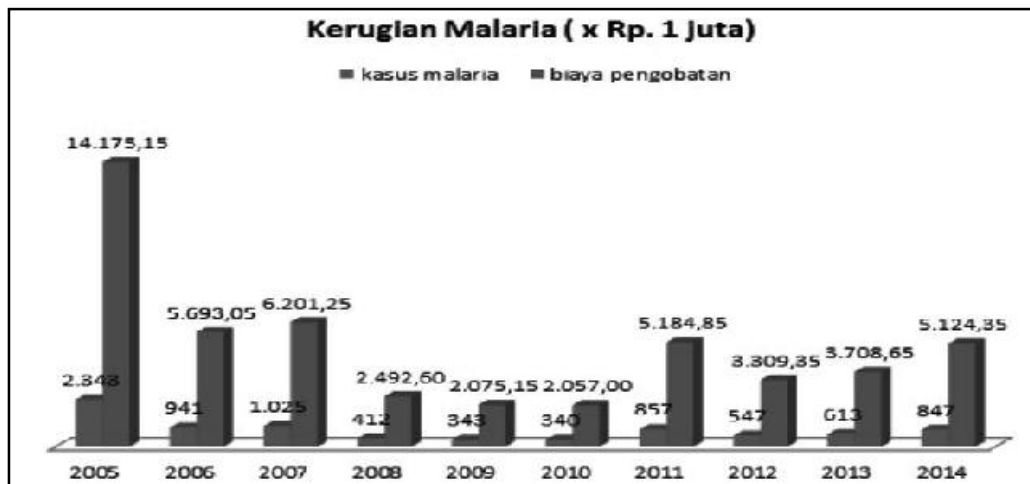
Kerugian lain adalah penurunan produktifitas penderita malaria. Perawatan malaria menyebabkan penderita tidak bisa bekerja. Bila dalam satu tahun penderita tidak mampu bekerja selama 30 hari, dengan pendapatan tiap hari sebesar Rp. 50.000,00 maka besarnya kerugian sebesar Rp. 1.500.000/tahun. Kerugian dalam skala Kabupaten Purworejo kerugian yang diderita sebesar Rp. 1.271.000.000,00 (satu koma dua milyar rupiah).

Kerugian lain adalah bila penderita malaria melahirkan, maka akan terjadi potensi Berat Bayi Lahir Rendah (BBLR). Dibutuhkan biaya lebih besar untuk meningkatkan biaya kesehatan. Diasumsikan biaya untuk pengobatan sebesar Rp. 1.250.000/orang, maka dibutuhkan biaya sebesar Rp. 1.059.000.000,00 (satu koma nol lima sembilan milyar). Secara keseluruhan kerugian untuk pengobatan malaria bagi seluruh penderita malaria di Purworejo tahun 2014 sebesar Rp. 5.124.000.000,00 (lima koma satu milyar).

Biaya lain yang dibutuhkan dalam pengendalian malaria terutama untuk pencegahan dengan kelambu berinteksida (ITN) atau dengan IRS (*Indoor Residual Spray*), Pendidikan dan pengelolaan lingkungan. Biaya yang dibutuhkan sebesar Rp. 2.828.000.000,00. Sehingga biaya secara keseluruhan dibutuhkan sebesar Rp. 7.958.000.000,00 setiap tahun. Nilai tersebut merupakan kerugian yang ditimbulkan dengan adanya penderita malaria. Selengkapnya disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 4.

Tabel 2. Distribusi Spies Anopheles Hasil Penangkapan Empat Periode Survei

PENGOBATAN	Satuan	besaran x Rp. 1 Juta	Biaya Pengendalian Tahununan x Rp 1000.000									
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
PENGLOLAAN												
Jumlah Kasus	orang		2.343	941	1.025	412	343	340	857	547	613	847
Kelambu	Rp/kel	0,50	1.172	471	513	206	172	170	429	274	307	424
IRS	Rp/kel	0,50	1.172	471	513	206	172	170	429	274	307	424
Pendidikan	Rp/orang	1,0	2.343	941	1.025	412	343	340	857	547	613	847
Pengelolaan Lingkungan	Rp/area	10	781	314	342	137	114	113	286	182	204	282
Sub Total Pengelolaan			7.810	3.137	3.417	1.373	1.143	1.133	2.857	1.823	2.043	2.823
KERUGIAN												
Produktivitas	Rp / orang	1,50	3.515	1.412	1.538	618	515	510	1.286	821	920	1.271
Pengobatan	Rp / orang	9,30	7.732	8.105	8.388	1.360	1.132	1.122	2.828	1.805	2.023	2.795
Pengobatan untuk dampak samping	Rp / orang	1,25	2.929	1.176	1.281	515	429	425	1.071	684	766	1.059
Sub Total Pengobatan			14.175	5.693	6.201	2.493	2.075	2.057	5.185	3.309	3.709	5.124
TOTAL PEMBIAYAAN x Rp 1000	Rp		21.965	8.830	9.618	3.866	3.218	3.190	8.042	5.133	5.752	7.948



Gambar 4: Grafik kerugian akibat malaria di Kabupaten Purworejo

4. DISKUSI DAN PEMBAHASAN

Perubahan iklim global memberikan pengaruh pada perubahan cuaca lebih panas atau lebih dingin. Beberapa wilayah mengalami peningkatan suhu, sementara wilayah lain mengalami penurunan suhu. Hasil analisis antara *Southern Oscillation Index* (SOI) suhu udara, kelembaban, dan curah hujan, diperoleh *correlation* kuat ($R > 0.5$) terjadi pada kondisi ekstrim dengan $SOI > 8$ atau kurang dari (-8) . Pada $SOI (-8)$ hingga 8 , merupakan kondisi rata-rata, tidak ada pengaruh perubahan iklim global dengan iklim mikro. Pada SOI index (< -8) negatif memberikan indikasi terjadinya El Nino yang meningkatkan curah hujan. Pada kondisi SOI positif $(> +8)$ memberikan indikasi terjadinya La Nina, berupa peningkatan curah hujan (Mursid, 2015).

Iklim adalah rata-rata cuaca lokal pada suatu wilayah. Cuaca setiap wilayah di Indonesia dipengaruhi faktor: angin Muson, *Inter Tropical Convergen Zone* (ITCZ), dan topografi wilayah (Oke, 1987). Pergerakan angin dipengaruhi oleh perbedaan suhu dan tekanan. Perubahan suhu di samodra Pasifik memberikan pengaruh pada perbedaan indek. Index $SOI > +8$ iklim global bersifat basah dan pengaruh tercatat berpengaruh terhadap cuaca lokal, berupa peningkatan curah hujan. Fenomena tersebut dapat menjelaskan adanya pengaruh perubahan iklim global terhadap iklim mikro (Mursid, 2012; David, 2008; Climate Change, 2010).

Pergerakan angin Muson dari Samudra Pasifik bersifat kering sehingga di Indonesia juga mengalami musim kering. Pergerakan angin dari Australia bersifat basah, menyebabkan di Indonesia cuaca bersifat basah, menyebabkan terjadinya musim hujan. Musim penghujan, kemarau dan pancaroba berlangsung pada April-Oktober, pada beberapa kasus terjadi pergeseran waktu (Lioubimtseva, 2009).

Secara reguler sesuai dengan perhitungan Purworejo termasuk dalam klasifikasi C (Schmith Ferguson) dan C3 (Oldeman). Pada beberapa kasus apabila diperhitungkan dalam satu tahun, perbandingan antara bulan basah dan kering, di Purworejo mengalami beberapa kategori yaitu : B (sangat basah) atau sangat kering (E). Beberapa studi menunjukkan adanya kesamaan seperti yang terjadi di Vietnam (Garos, 2008) negara lain Asia (Machault, 2010).

Hasil analisis suhu maksimum di Purworejo terjadi sejak 1996 - 2012, menunjukkan kecenderungan terjadi penurunan. Secara matematis menunjukkan persamaan $y = (-0,0051x + 29.932)$. Secara matematis selama periode 16 tahun terjadi penurunan ($0,98^{\circ}$ C). Kecenderungan terjadinya penurunan juga terjadi pada wilayah lain (Michelozzi, 2010; Li Li, 2008).

Perubahan cuaca pada setiap wilayah akan berpengaruh terhadap sistem ekologis. Setiap lahan memiliki karakteristik yang berbeda dan merupakan habitat berbeda bagi makhluk hidup. Makhluk hidup dalam siklus ekologi akan mengalami dinamika (Odum, 1988). Vektor malaria juga merupakan organisme yang mengalami dinamika setiap waktu. Pada lingkungan yang sesuai akan terjadi ledakan jumlah populasi (Diego, 2009).

MVI mengalami dinamika yang menunjukkan tingkat bahaya malaria. MVI dengan tingkat bahaya medium (MR), hingga risiko sangat tinggi (VHR) menunjukkan wilayah tersebut sangat berisiko terjadinya bencana malaria. Setiap wilayah akan secara spesifik terpetakan besarnya indeks yang menggambarkan tingkat bahaya malaria. MVI selalu mengalami dinamika seiring dengan perubahan cuaca, perubahan kepadatan vektor, besarnya kasus, dan sosial ekonomi masyarakat (Mursid, 2011).

Hasil analisis jenis dan kepadatan vektor menunjukkan terdapat 9 spesies yang ditemukan pada wilayah kajian yaitu: *An.balabacensis*; *An.aconitus*; *An.barbirostres*; *An.vagus*; *An.anularis*; *An.kochi*; *An.maculatus*; *An.indifinitus*; *An.subpictus*. Hasil analisis menunjukkan terdapat 2 spesies *An.Balabacensis* dan *An.maculatus* yang teridentifikasi sebagai vektor. Kajian sebelumnya menemukan 15 species *Anopheles* 3 diantaranya sebagai vektor (Sukowati, 2011). Spesies yang sebelumnya ditemukan akan tetapi tidak ditemukan lagi adalah: *An. Minimus*; *An.tesselatus*; *An.flavirostri*; hasil tersebut sesuai dengan peneliti lain yang menyebutkan terjadinya dinamika vektor oleh perubahan cuaca di Tanzania (Ferguson, 2008), Dakar, Senegal (Gillian, 2009). Fluktuasi yang disebabkan oleh perubahan soail budaya dan sustainalitas tempat biakan. Fluktuasi suhu udara, kelembaban dan curah hujan memberikan perubahan besar terhadap kasus malaria (Craig, 1999; Ayala, 2009; Partz, 2000).

Penurunan terhadap terjadinya risiko bencana malaria dapat dikembangkan dengan melakukan pemantauan secara berkala perubahan lingkungan yang ada. Monitoring dilakukan dengan melakukan pengukuran parameter kualitas air, kualitas udara, cuaca, kepadatan vektor, dan sosial ekonomi. Hasil pengukuran akan dimasukkan dalam formulasi yang menghasilkan MVI setiap lokasi. Pada wilayah dengan MVI tinggi yang merupakan daerah *Medium Risk*, *High Risk* dan *Very High Risk*, menjadi wilayah konsentrasi untuk melakukan penanganan. Hal tersebut sesuai dengan kebijakan WHO dalam pengendalian malaria dengan memperhatikan efektifitas, efisiensi, ekologis dan sustainabilitas (WHO, 2012).

Kerugian secara ekonomi dapat dikurangi dengan menggunakan konsep pemantauan daerah bencana malaria. Dengan efisiensi dan efektif dalam pengendalian maka akan mengurangi biaya dalam penanggulangan malaria.

Perubahan penyakit termasuk malaria melibatkan banyak faktor termasuk di dalamnya, faktor fisik, biologi, keturunan, sosial ekonomi masyarakat. *Institute of Medicine*, menyampaikan model "Teori Convergen" bahwa iklim lokal, perubahan faktor biologi, sosial ekonomi, manusia dan kehadiran mikroorganisme (*plamodium*) (IOM, 2008).

Dinamika tingkat kerentanan untuk penyebaran malaria juga sesuai dengan studi yang dilakukan di Ghana, yang menyatakan sebaran spesies sangat ditentukan karakteristik wilayah (Ageep, 2009). Terdapat faktor lingkungan yang berbeda bahwa suhu udara menentukan pola sebaran vektor (Rakotomanana, 2010).

Kajian lain yang memperkuat adanya dinamika vektor dan kerentanan wilayah terjadi di Cameroon, yang memperlihatkan adanya pengaruh kestabilan habitat dan aktifitas manusia yang memiliki determinan (Adlaoui, 2011).

5. KESIMPULAN

- a. Perubahan iklim global pada kondisi ekstrim ($SOI > 8$; $SOI < -8$) memberikan pengaruh terhadap iklim mikro.
- b. Variabilitas cuaca menentukan karakteristik lingkungan variabilitas jenis dan kepadatan vektor malaria
- c. *Malaria Vulnerability Index* (MVI) merupakan indeks untuk menentukan tingkat kerentanan bencana malaria, yang mengalami dinamika setiap musim.

- d. Pemantauan MVI akan mengurangi risiko bencana malaria, dan meningkatkan pengendalian malaria secara efektif, efisien, ekologis dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ageep TB, Cox J, Hassan MM, 2009, Spatial And Temporal Distribution Of The Malaria Mosquito *Anopheles Arabiensis* In Northern Sudan: Influence Of Environmental Factors And Implications For Vector Control, *Malaria Journal*, Vol 8: 123.
2. Adlaoui E, Faraj C, Bouhmi EM, 2011, Mapping Malaria Transmission Risk in Northern Morocco Using Entomological and Environmental Data, *Malaria Research and Treatment Volume 2011*
3. Ayala D, Costantini C, 2009, Habitat Suitability And Ecological Niche Profile Of Major Malaria Vectors In Cameroon, *Malaria Journal*, Vol : 8:307
4. Craig and David, 1999, A Climate based Distribution Model of Malaria Transmission in Sub Saharan Africa, *South African Medical Research Council, South Africa, Parasitology Today*, vol. 15, no. 3
5. Dixon G.P, 2010, Climate Change and Human Health, special issue of *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol 5 : 78-91
6. Ditjen PP&PL Kementerian Kesehatan, 2014, Buku Saku Eliminasi Malaria.
7. Ditjen PP&PL Kementerian Kesehatan, 2015, Hari Malaria Dunia 2015.
8. David AR, Margaret AH, Eileen R, 2008, *Global Climate Change and Extreme Weather Event*, The National Academic Press, New York.
9. Diego A, Carlo C, Kenji O, 2009, Habitat Suitability and Ecological Niche Profile Of Major Malaria Vectors in Cameroon, *Malaria Journal*, Vol : 8:307.
10. Easterbrook, DJ, 2014, *Global Research*, Department of Geology, Western Washington University and Global Research By, <http://www.globalresearch.ca/global-cooling-is-here/10783>, diakses 28 Juni 2014.
11. Ferguson HF, Ng'habi KR, 2008, Establishment Of A Large Semi Field System For Experimental Study Of African Malaria Vector Ecology And Control In Tanzania, *Malaria Journal* Vol.7:158.
12. Garos C, Cam V NG, Ho D T, 2008, Distribution Of *Anopheles* in Vietnam, With Particular Attention to Malaria Vectors Of The *Anopheles minimus* Complex, *Malaria Journal*, Vol : 7:11.
13. Gillian H. S, 2009, Beyond Temperature And Precipitation: Ecological Risk Factors That Modify Malaria Transmission, *Acta Tropica*, Vol 116 : 167-172.
14. IOM, 2008, *Vector-Borne Diseases: Understanding The Environmental, Human Health And Ecological Connections*, Washington, DC: The National Academies Press.
15. IPCC a,b,c, 2013, *Ecosystem, Human Health, Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge.
16. IPCC a,b,c, *Ecosystem, Human Health, Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2007, Cambridge University Press, Cambridge.
17. HAFIZAH, Noor and , Mustofa, 2014, Analisis biaya dan tata laksana pengobatan malaria pada pasien rawat inap di RSUD Ulin Banjarmasin Kalimantan Selatan periodetahun 2006-2009.
18. Litbangkes, 2014, Bebas Malaria untuk Investasi Masa Depan Bangsa.
19. Lioubimtseva E, Henebry GM, 2009, Climate and Environmental Change in Arid Central Asia: Impact, Vulnerability, Adaptation, *Journal Of Arid Environments*, Vol 4 : 44-62.
20. Li Li, Biang L, Yan G, A, 2008, Study Of The Distribution And Abundance Of The Adult Malaria Vector In Western Kenya Highlands, *International Journal of Health Geographics*.
21. Machault V, Vignolles C, Pagès P, Spatial heterogeneity and temporal evolution of malaria transmission risk in Dakar, Senegal, according to remotely sensed Environmental data, 2010, *Malaria Journal* Vol 9: 252.
22. Michelozzi P, Francesca K., Bargagli M.A, 2010, Surveillance of Summer Mortality and Preparedness to Reduce the Health Impact of Heat Waves in Italy 2010, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, doi:10.3390/ijerph7052256.
23. Mursid R, 2011, Malaria Vulnerability Index For Risk Management Global Climate Change Impacts Against Malaria explosion in Indonesia, *Vektora Jurnal Vektor dan Reservoir Penyakit, BBPPVRV, Salatiga*, Vol III No 1, 54-80.
24. Mursid R, Sudibyakto, 2015, Global Climate Change, Micro Climate Change Related to the Dynamics of *Anopheles* sp. In Malaria Endemic Area of Purworejo District, Central Java Indonesia, *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)* ISSN 2307-4531.
25. Mursid, 2012, Environmental Variability And Habitat Suitability Of Malaria Vector In Purworejo District, Central Java Indonesia, proceeding of International Conference, Diponegoro University, Indonesia

26. Oke TR, 1987, Boundary Layer Climate, Second Edition, Routledge, London
27. Odum T, 1988, Basic of Ecology, New York, John Wiley&Sons LTD.
28. Partz JA, Graczyk TK, Geller N,2000, : Effects of environmental change on emerging parasitic diseases, Int J Parasitol, 30:1395-1405.
29. Rakotomanana F,Ratovonjato J, 2010, Geographical and environmental approaches tourban malaria in Antananarivo (Madagascar), BMC Infectious Diseases, Vol : 10:173.
30. Schmidt and Ferguson, 1951, Detail Climate of Indonesia, Jakarta, Direktorat of Meteorological & Geophysical.
31. Strahler A, Strahler A, 1997, Physical Geography Science And System Of The Human Environment, John Wiley & Sons Inc, New York.
32. Sukowati S, 2011, The behavior of malaria vectors in Purworejo, research reports, Jakarta, Research and Development, Litbangkes.
33. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Pepusatakaan UGM.
34. Undang Undang No 24 tahun 2007, tentang Penanggulangan Bencana Alam.
35. WHO, 2012, Handbook for Integrated Vector Management, WHO Press, World Health Organization, Genewa
36. WHO Study Group, 1995, Vector Control for Malaria and Other Mosquito-Borne Disease, WHO, Geneva.
37. WHO, 1975, Mannual of Practical Entomology in Malaria, Geneva, WHO.
38. http://www.climatechangebusiness.com/first_annual_overview_climate_change_industry, 2010,LONDON-- (BUSINESS WIRE)--, United Nations Climate-Change Conference In Cancun Establishes A Green Fund To Cut Global Warming By Cutting Emissions, diakses December 14, 2010.

BAGIAN VIII
KEGAGALAN
TEKNOLOGI

KAJIAN DAMPAK BAHAYA KEGAGALAN TEKNOLOGI PLTU/PLTGU TERHADAP ELEMEN BERISIKO DI LINGKUNGAN UNIT PEMBANGKITAN MUARA KARANG

Oleh:

Wira Fazri Rosyidin^{a,1,*}, Sunarto^{b,1}, Kirbani Sribrotopuspto^{c,1}

^aMahasiswa Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, *

^bFakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

^cFakultas Matematika dan Ipa, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Wira_werkudara@yahoo.co.id

Abstrak

Penelitian yang berjudul kajian dampak bahaya kegagalan teknologi PLTU/PLTGU terhadap elemen berisiko di lingkungan Unit Pembangkitan Muarakarang memiliki tujuan: (1) mengkaji potensi kegagalan dari sistem pembangkitan UP Muarakarang, (2) mengkaji pola spasial dampak lingkungan sebagai hasil operasional Pembangkit dari aspek persebaran udara (3) memahami wujud pengendalian bahaya dari Unit Pembangkitan Muarakarang. Penelitian ini mengkaji potensi kegagalan teknologi yang dapat menyebabkan bahaya terhadap elemen berisiko yang ada yaitu lingkungan pemukiman sekitar maupun pekerja. Hasil identitas bahaya yang ada diperoleh dari identifikasi potensi plant pembangkit dan aturan kebijakan untuk penanggulangan yang didapat dari PT PJB Unit Pembangkitan Muarakarang. Pendekatan analisa yang digunakan yaitu dengan pendekatan kualitatif yang bersifat spasial berkaitan dengan pemetaan area penelitian dan juga persebaran konsentrasi hasil pencemar pada udara bebas. Identitas dari pencemaran hasil operasional pembangkit dispasialkan dengan terlebih dahulu membuat diagram angin mayoritas yaitu windrose dan dilanjutkan dengan analisis spasial interpolasi dengan menghasilkan Isoline dari konsentrasi persebaran pencemar. Selain itu penanggulangan yang ada dilihat dari kebijakan pengendalian. Adanya potensi kegagalan teknologi pada Plant pembangkit yaitu HRSG dan Boiler pada keadaan gagal atau minim perawatan yang menyebabkan kebisingan, kebocoran hingga ledakan dari hasil tersebut menghasilkan berhentinya operasi unit. Penjelasan bentuk interpolasi pola spasial persebaran polutan pada aspek pencemaran udara dengan parameter NO₂, SO₂, debu(TSP) dan kebisingan dari hasil operasional unit pembangkitan. Adanya implementasi ragam kebijakan dalam penanganan dampak lingkungan sebagai bahaya hasil operasi pembangkit berupa kebijakan rencana pengendalian, kesiapsiagaan, penanganan kebocoran, kebakaran hingga kebijakan adanya sarana pemantau dampak lingkungan seperti WTP dan alat pengukur emisi di cerobong.

Kata kunci: Identifikasi, kegagalan teknologi, bahaya, penanggulangan.

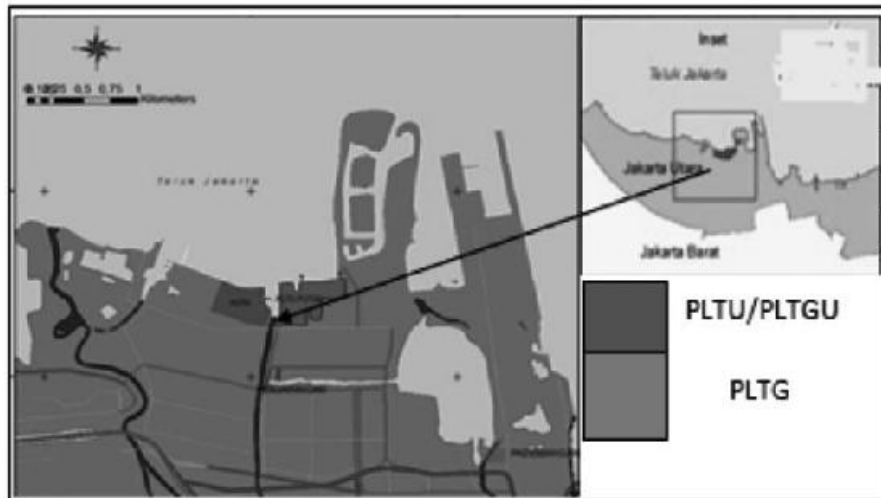
1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan pembangkit listrik berbahan bakar fosil memiliki dampak yang dihasilkan yaitu pemanasan global akibat gas rumah kaca, penipisan lapisan ozon untuk CFC jenis emisi gas, berbagai polusi air dan udara serta Nox dan Sox yang dapat menyebabkan hujan asam. Pembangkit kogenerasi juga menghasilkan dampak langsung (Widiyanto dkk, 2003).

Pembangunan kawasan modern berkembang cepat hingga ke arah wilayah pesisir. Termasuk pada wilayah Pluit yang terletak di kawasan pesisir utara Jakarta, kelurahan ini sering dikenal dengan nama kawasan Muarakarang. Unit pembangkitan memiliki hasil dampak lingkungan berdasarkan bahan bakar yang digunakan. Berbagai pembangkit memiliki perbedaan secara kualitatif maupun kuantitatif yang mengacu pada jenis bahan bakar, teknologi pengoperasian dan sistem pengolahan limbahnya (Hiswara, 1999).

Dampak lingkungan yang membahayakan merupakan hasil dari pencemaran yang bersifat antropogenik, dan sering terjadi terutama dari aktivitas industri serta menghasilkan yang disebut emisi, dihasilkan dari peralatan yang digunakan, pada pusat pembangkit tenaga listrik tergunakan dari tenaga dan panas hasil pembakaran dan bensin memiliki hasil sampingan yaitu SO_x serta asap serta bahan pencemar lainnya (Soedomo, 2001). Pada tahun 2010 status PROPER yang diberikan kepada PT.PJB Unit Pembangkitan Muarakarang sempat dalam kategori “merah” yang berarti pengelolaan belum sesuai peraturan penanganan dampak lingkungan hidup (Lingkungan PT.PJB UP. Muarakarang, 2014).



Gambar 1. Daerah Penelitian UP.Muara Karang, Kelurahan Pluit Jakarta Utara

Penelitian ini berada di wilayah Kelurahan Pluit, Jakarta Utara. Penulis fokus kepada area penelitian industri pembangkit listrik yaitu Unit Pembangkitan Muarakarang milik PT. PJB (Pembangkitan Jawa Bali) yang memiliki dua bagian area yaitu blok 1 terdiri atas PLTG dan blok 2 yang terdiri atas PLTGU dan PLTU. Terletak di kawasan Muarakarang pesisir Teluk Jakarta. Memiliki kapasitas daya listrik yaitu 1.614 MW. Lokasi fokus area penelitian yaitu Unit Pembangkitan Muarakarang dikelilingi oleh kawasan terbangun yang penggunaan lahannya untuk pemukiman.

2. METODE PENELITIAN

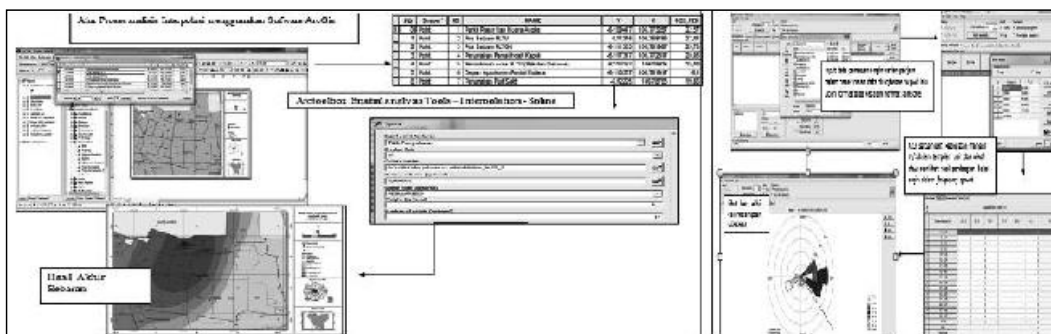
Perolehan Data Identitas Plant Pembangkit Pada proses identifikasi pembangkit, penulis memperoleh data yang didapat dari data sekunder PT. PJB UP Muarakarang. Data diperoleh dari bagian ERM (*Evaluation Risk Management*), bagian lingkungan dan K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja).

Tabel 1. Unit dan Kapasitas yang Dihasilkan PT. PJB UP Muarakarang

No.	Area	Unit & Tahun Operasi	Bahan Bakar& Kapasitas
1	Blok 1	PLTGU a). HRSG 1.1 (Tahun 1992) b). HRSG 1.2 (Tahun 1992) c). HRSG 1.3 (Tahun 1992)	Minyak/ Gas 500 MW
2	Blok 2	PLTGU a). HRSG 2.1 (Tahun 2011) b). HRSG 2.2 (Tahun 2011) PLTU a). PLTU 4 (Tahun 1981) b). PLTU 5 (Tahun 1982)	Gas 710 MW Minyak/ Gas 400 MW

Data yang didapat dari ERM berupa informasi risiko kegagalan pada instrumen vital pembangkit yaitu HRSG dan Boiler Unit Pembangkitan. Sedangkan dari bagian lingkungan diperoleh data laporan pemantauan dampak lingkungan berupa hasil pengukuran polutan SO₂, NO₂ dan debu serta kebisingan. Selain itu informasi terkait instrumen dalam penanggulangan dampak lingkungan seperti CEMS (*Continuous Emission Monitoring System*) tidak hanya terkait upaya tetapi juga informasi status penanggulangan lingkungan oleh KLH (Kemeterian Lingkungan Hidup) yaitu status PROPER terakhir. Pada bagian K3 informasi yang diperoleh berkaitan dengan informasi kejadian dan pola kesiagaan dalam menghadapi gawat darurat dan kebijakan menghadapi bahaya.

Menurut Van Westen (2009) menjelaskan bahwa elemen yang berisiko ialah semua objek (manusia, binatang, aktivitas, dan proses) yang dapat terkena dampak negatif dari fenomena yang berbahaya di suatu tempat tertentu baik secara langsung maupun tidak langsung. Bangunan, fasilitas, populasi, peternakan, aktivitas ekonomis, jasa pelayanan publik, dan lingkungan merupakan elemen berisiko yang memiliki kerentanan terhadap segala unsur bahaya.



Gambar 2. Proses Analisis Interpolasi dengan ArcGISAlur Pembuatan Windrose Arah Angin Mayoritas Wilayah Pesisir.

Potensi Kegagalan teknologi pada instrumen pembangkitan yaitu H.R.S.G memiliki unsur potensi yang rentan terhadap gagalnya proses di HRSG yang dapat menyebabkan bahaya yaitu pada proses pertukaran kenaikan kalor yang tinggi. Adanya kerentanan proses kenaikan kalor yang tinggi yang berasal dari gas panas serta proses campuran bahan kimia, yaitu dengan kegagalan sistem injeksi bahan kimia dan ketersediaan bahan kimia yang kurang. Selain itu terdapat indikasi ketebalan *tubing boiler* pada HRSG menurun akibat adanya laju korosi yang meningkat

Pada Plant Boiler PLTU Unit 4 dan Unit 5 Potensi bahaya yang ada pada boiler PLTU yaitu Pipa yang menghubungkan langsung ke ruangan *furnace* disebut *pipa sampel utama* sedangkan pipa yang menghubungkan sampel tekanan udara dari pipa sampel utama ke titik sensor disebut pipa penghubung. Potensi bahaya yang ada yaitu kegagalan pembakaran yang stabil sehingga bila tekanan berlebih maka mengakibatkan ledakan. Potensi bahaya juga terjadi jika adanya pembakaran yang tidak sempurna pada burner boiler yang dapat merusak tube pada boiler hingga terpapar maupun gas panas yang berujung dampak kematian.

Tabel.3. Area lokasi di sekitar Elemen Berisiko

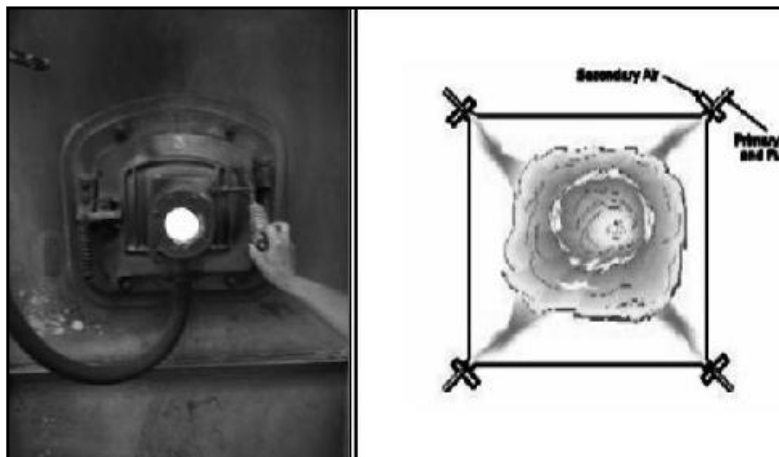
No.	Area	Kordinat	
1	Parkir Pasar Ikan Muara Angke	-6,10942	106,7733
2	Pos Satpam PLTU	-6,11215	106,7855
3	Pos Satpam PLTGU	-6,11133	106,782
4	Perumahan Pantai Indah Kapuk	-6,11732	106,7728
5	Permukiman Area PLTU (Sekolah Diakonia)	-6,11217	106,7893
6	Depan Apartemen Pantai Mutiara	-6,11057	106,7919
7	Perumahan Pluit Sakti	-6,12225	106,7877

Berdasarkan adanya *risk assessment* oleh bagian ERM. Material isolasi dinding boiler tidak sesuai standar, semen tahan api tidak merekat sempurna, plat dinding boiler sudah keropos.

Tabel. 4. Identifikasi Kegagalan pada Plant Pembangkitan

No.	Jenis Plant	Risiko	Penyebab	Dampak	Dampak Luas
1.	HRSG	Kebocoran pada tubing boiler Ketidakhandalan operasional	Ketebalan tubing boiler berkurang Kegagalan injeksi bahan Kimia	Laju korosi tinggi Stop unit/ berhenti operasi	Terjadinya polusi suara mencapai 90dB
2.	Boiler PLTU	Kebocoran gas panas pada dinding boiler PLTU 4 & 5	Material isolasi dinding boiler tidak sesuai standart Semen tahan api tidak merekat sempurna -Plat dinding boiler sudah Keropos	Kehilangan kesempatan produksi daya Terpapar gas panas/ kematian	Terganggunya distribusi listrik kepada sistem pembangkitan Jawa-Bali

Pada kualitas udara data yang sudah diperoleh berupa hasil pengukuran kadar polutan yaitu SO₂, NO₂ dan debu selain itu kebisingan yang diukur pada tanggal 8 Februari 2014 saat musim penghujan dan pada tanggal 24 Juni 2014 pada saat masuk pada musim kemarau. Data-data tersebut kemudian diolah dalam analisis interpolasi sebagai berikut.



Gambar 3. Ilustrasi Pembakaran di Dalam Boiler. (Sumber: A. foto Amin, 2010, B foto, Rosyidin, 2015).

Tabel 5. Kadar Polutan SO₂ (Sumber: Bagian Lingkungan PT. PJB UP Muara Karang, Pengukuran oleh BBTCL 2014).

No.	Lokasi Pengukuran 24 Jam	SO ₂ (µg/Nm ³)	Baku Mutu
1	Pos Satpam PLTU	22,76	260
2	Pos Satpam PLTGU	20,81	260
3	Permukiman Area PLTU (Sekolah Diakonia)	15,95	260
4	Depan Apartemen Pantai Mutiara	11,11	260
5	Parkir Pasar Ikan Muara Angke	13,9	260
6	Perumahan Pantai Indah Kapuk	14,4	260
7	Perumahan Pluit Sakti	11,18	260
8	Standar Deviasi	4,52	

Tabel 6. Kadar Polutan NO₂ (Sumber: RKL PT PJB UP Muara Karang, Pengukuran Bulan Februari oleh BBTCL dan Bulan Juni oleh PT. Sucofindo)

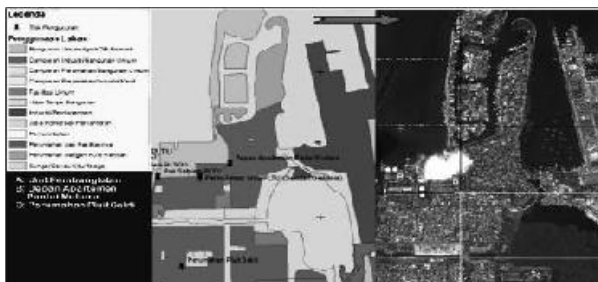
No.	Lokasi Pengukuran 24 Jam	NO ₂ (µg/Nm ³)	NO ₂ (µg/Nm ³)	Baku Mutu
		8 Februari 2014	24 Juni 2014	
1	Pos Satpam PLTU	27,84	13,43	92,5
2	Pos Satpam PLTGU	25,73	15,30	92,5
3	Permukiman Area PLTU (Sekolah Diakonia)	25,08	13,70	92,5
4	Depan Apartemen Pantai Mutiara	16,10	17,93	92,5
5	Parkir Pasar Ikan Muara Angke	22,57	15,02	92,5
6	Perumahan Pantai Indah Kapuk	20,06	13,21	92,5
7	Perumahan Pluit Sakti	19,86	15,02	92,5
	Standar Deviasi	4,1	1,6	

Pengukuran polutan pencemar SO₂ lainnya juga dilakukan dilokasi yang sama dengan pengukuran NO₂ dan debu. Terdapat dua data yaitu pada bulan februari tanggal 8 Februari 2014 dan 24 Juni 2014 sebagai berikut.

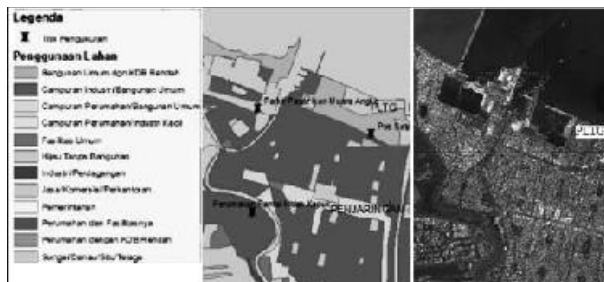
Tabel 7. Pengukuran Debu Pada 8 Februari 2014 dan 24 Juni 2014 (Sumber: Data PT. PJB UP)

No.	Lokasi Pengukuran 24 Jam	Debu	Debu	Baku Mutu
		8 Februari 2014	24 Juni 2014	
1	Pos Satpam PLTU	183,5	139	230
2	Pos Satpam PLTGU	177,1	164	230
3	Permukiman Area PLTU (Sekolah Diakonia)	160,3	119	230
4	Depan Apartemen Pantai Mutiara	165,3	115	230
5	Parkiran Pasar Ikan Muara Angke	156,3	136	230
6	Perumahan Pantai Indah Kapuk	166,2	115	230

Parameter debu termasuk kategori partikel. Selain debu yang memiliki bentuk pertikel yaitu aerosol dan timah hitam. Dampak dari pencemar partikel debu memiliki bahaya terhadap kesehatan yang dapat menyebabkan penyakit pernapasan kronis (Soedomo, 2001).



Gambar 4. Lokasi Pemantauan Polutan Dengan Nilai Polutan Tertinggi dan Terendah.

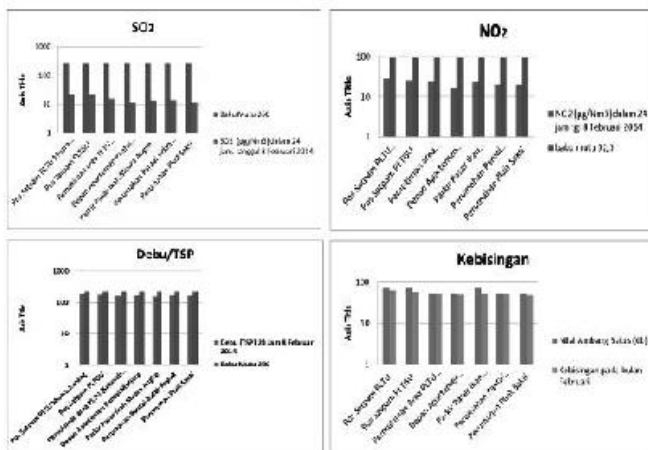


Gambar 5. Lokasi Pemantauan Polutan dengan Nilai Polutan Tertinggi dan Terendah, serta Kenampakan Penggunaan Lahan Bagian Barat Sekitar Pembangkit dengan Citra Geoeye 2010.

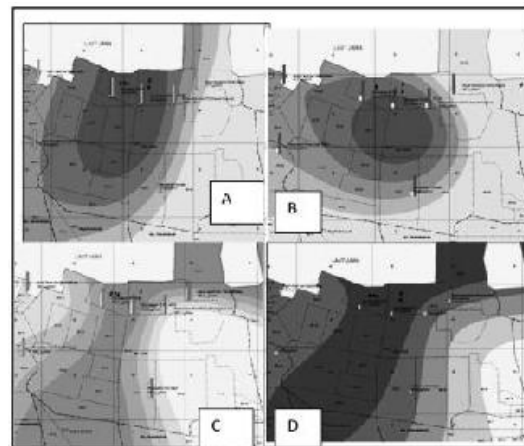
Tabel.8. Nilai Ambang Batas Sesuai Kawasan (Sumber: Peraturan Gubernur No 552/2001)

No.	Peruntukan Kawasan & Lingkungan Kegiatan	Maksimum dianjurkan (dB)
A. Peruntukan Kawasan	1. Perumahan/Pemukiman	55
	2. Perdagangan/Jasa	70
	3. Kawasan Niaga Terpadu	65
	4. Perkantoran	65
	5. Ruang Terbuka Hijau	50
	6. Kawasan Industri	70
	7. Pemerintahan/Fasilitas Umum	60
	8. Rekreasi	70
	9. Khusus: a. Bandar Udara b. Stasiun Kereta Api c. Terminal d. Pelabuhan Laut e. Cagar Budaya	* (aturan Kemhub) * (aturan Kemhub) 70 70 60
B. Lingkungan Kegiatan	Rumah Sakit atau sejenisnya	55
	Sekolah atau sejenisnya	55
	Tempat Ibadah atau sejenisnya	55
	Fasilitas Sosial	55

Nilai Polutan SO_2 dan NO_2 berada di bawah baku mutu menunjukkan angka yang tidak terlalu jauh berbeda antara satu wilayah lokasi dengan lainnya disekitar pembangkit. Hal ini dipengaruhi persebaran polutan oleh angin dalam waktu yang sama. Selain itu partikel debu juga menunjukkan angka yang masih dibawah baku mutu namun jumlahnya kadar partikel debu yang ada cukup tinggi. Ini disebabkan adanya pembangunan di beberapa wilayah di lingkungan Muarakarang dan di sebelah selatan Kelurahan Pluit. Area yang terdampak oleh polutan dapat dilihat di gambar berikut ini (gambar 6 dan 7).



Gambar 6. Grafik Polutan Pencemar Udara dan Kebisingan di Sekitar Lingkungan PT. PJB UP Muarakarang.



Gambar 7. Interpolasi Persebaran Polutan SO₂(A), NO₂(B), Debu (TSP)(C) dan Kebisingan (D) Tanggal 8 Februari 2014.

Selain pencemaran udara, pencemaran suara juga terdampak pada area pembangkit di sekitar pemukiman. Dampak lingkungan dari hasil industri penggunaan mesin sebagai proses produksi daya listrik adalah kebisingan. Kebisingan sebagai hasil mekanis industri berdampak terhadap lingkungan. Hal ini menjadi dampak setelah adanya respon terhadap lingkungan sekitar.

Tabel 9. Data Kebisingan pada Tanggal 8 Februari 2014 Dengan NAB Kawasan

No.	Lokasi Pengukuran 24 Jam	Kebisingan	NAB (dB)
1	Pos Satpam PLTU	63,55	70
2	Pos Satpam PLTGU	58,38	70
3	Permukiman Area PLTU (Sekolah Diakonia)	51,31	55
4	Depan Apartemen Pantai Mutiara	49,53	55
5	Parkir Pasar Ikan Muara Angke	52,17	70
6	Perumahan Pantai Indah Kapuk	52,62	55
7	Perumahan Pluit Sakti	48,11	55
	Standar Deviasi	5,4	

(Sumber: Lingkungan PT.PJB. UP Muarakarang dan Pengolahan 2014)

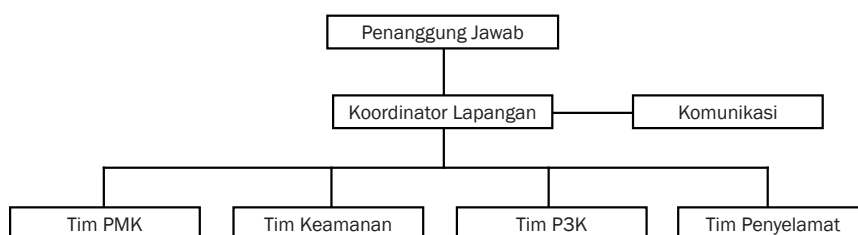
Tabel 10. Kapasitas Dalam Penanggulangan Dampak Lingkungan (Sumber: Lingkungan dan K3 UP.Muara Karang)

No.	Kapasitas Penanganan	Langkah kebijakan	Keterangan
1	Kebijakan aturan dan perintah kerja	A. Penanganan Bahaya dan Pengendalian Risiko	1. Identifikasi bahaya 2. Penilaian dan Pengendalian risiko
		B. Rutin Pemeliharaan	1. Pemeliharaan Boiler 2. Pemeliharaan HRSG 3. Pemeliharaan Turbine 4. Pemeliharaan Generator 5. Pemeliharaan peralatan Auxilliary
		C. Rutin Pemantauan	1. Laporan RKL 2. Laporan RPL
2	Kebijakan sarana	A. Cerobong yang cukup tinggi	
		B. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)	
		C. Oil separator	
		D. Dust collector/dust candling	
		E. Saluran inlet dan outlet pendingin kondesor	

Kebisingan yang dihasilkan dari industri pembangkit listrik UP. Muarakarang secara angka masih dibawah nilai ambang batas. Keadaan di lapangan jarak pemukiman dengan unit pembangkit hanya dalam radius 300 m²-1.500 m². Keadaan bisung terasa di beberapa pemukiman namun masih dalam taraf yang tidak terlampaui membahayakan.

Upaya yang dilakukan dalam mengendalikan bahaya setelah mengetahui identitas bahaya yaitu kepedulian lingkungan, kesehatan dan keselamatan kerja. Terdapat beberapa kebijakan dari manajemen dalam penanganan bahaya yang berdampak pada lingkungan kerja maupun dampak di luar lingkungan kerja, yaitu kebijakan dalam administratif maupun kebijakan secara teknis yaitu sarana.

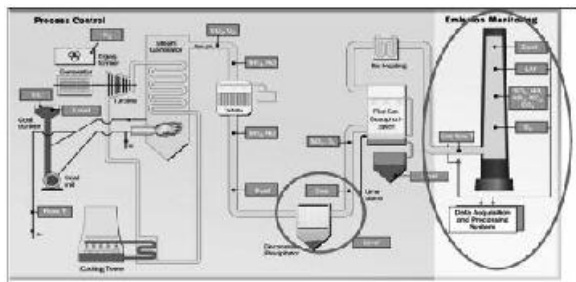
Pada alur beban menjelaskan bahwa terdapat tim-tim yang memiliki tanggung jawab terutama saat menghadapi kesiagaan seperti kebakaran, banjir, kecelakaan kerja, ledakan hingga teror. Contoh dalam penanganan seperti yang ada dalam gambar berikut. Pola tersebut tersusun dalm alur beban tanggung jawab dalam penanggulangan bahaya dan kesiagaan seperti berikut.



Gambar. 8. Alur Beban Tanggung Jawab(Sumber: K3 PT.PJB.UP Muarakarang)



Gambar 9. Ragam Gambar Dalam Persiapan Penanganan Keadaan Darurat.; A). Pelatihan Evakuasi Korban.; B) Petunjuk Jalur Evakuasi di Dalam Ruangan.; C). UP. Muarakarang Saat Keadaan Banjir Awal Tahun 2014.; D) Keadaan Banjir di Dalam Area Unit Pembangkitan. Sumber: Unit K3.



Gambar 10. Alur Proses Penerimaan Emisi yang di Monitor oleh Sistem DAS dari Keluaran Unit Pembangkit Menuju Cerobong (Stack) (Sumber: PT. Quantum Analytick Teknikatama, 2013).

Sebagai upaya memonitor keadaan emisi yang dihasilkan oleh pembangkit, digunakan suatu sistem monitor langsung dengan penggunaan *Continuous Emission Monitoring System* (CEMS). Penggunaan CEMS merupakan suatu keharusan sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 21 Tahun 2008. Pemantauan terhadap cerobong dengan menggunakan CEMS, digunakan secara digital yang merupakan gabungan peralatan piranti lunak dan piranti keras untuk memantau parameter yang dihasilkan. Penggunaan perangkat keras sebagai sensor dalam memindai hasil keluaran emisi terletak pada bagian dinding-dinding cerobong unit (*stack*). Adapun komponen-komponen sebagai berikut.

1. *Gaz Analyzer*, yaitu sensor dalam memindai gas yang dikeluarkan
2. *Flow Analyzer*, yaitu sensor laju emisi yang dihasilkan (gas dan partikel.)
3. *Lambda Transmitter & CO₂ Analyzer*, yaitu sensor untuk memindai kandungan CO H₂ yang ada sebelum dikeluarkan melalui cerobong menjadi CO₂.
4. *Dust & Opacity Analyzer*, adalah sensor kandungan debu partikel yang dihasilkan.
5. *DAS (Data Aquisition System)*, merupakan perangkat lunak dalam menyatukan.
6. Fungsi sensor dan pusat monitor diruang kontrol.

Tabel 11. Hasil Pemantauan Emisi pada Tanggal 8 Februari 2014 (Sumber: Bagian Lingkungan PT. PJB. UP Muarakarang)

No.	Pengukuran Emisi 24 Jam	8 Februari	24 Juni	Unit
1	OUTLET FLUE GAS CO2	2,99	3,98	Vol %
2	OUTLET FLUE GAS CO	1,87	0,60	Ppm
3	OUTLET FLUE GAS SO2	1,64	0,60	Ppm
4	OUTLET FLUE GAS NOx	26,04	27,20	Ppm
5	OUTLET FLUE GAS NOx 15%O2	25,68	22,38	Ppm
6	OUTLET FLUE GAS O2	14,89	13,75	Vol %
7	OUTLET FLUE GAS OPACITY	-0,32	-0,32	Vol %
8	OUTLET FLUE GAS PARTIKEL	-0,37	3,98	mg/m3

4. KESIMPULAN

- a. Potensi kegagalan yang ada di bagian terpenting pada Plant pembangkit yaitu Boiler dan HRSG. Pada bagian Boiler dan HRSG memiliki potensi kegagalan seperti: kebocoran pada Tubing Boiler, yang dapat menghasilkan korosi pada dinding Boiler sehingga dapat berdampak polusi suara (kebisingan) hingga mencapai 90db; kebocoran gas panas pada dinding Boiler unit 4 dan unit 5, yang dapat menghasilkan berhentinya operasi unit pembangkit dan terpaparnya gas panas yang menyebabkan kematian bagi yang berada disekitarnya.
- b. Dampak lingkungan yang berbentuk pola spasial pencemaran pada aspek pencemaran udara dengan parameter NO₂, SO₂, dan debu (TSP). Selain itu juga terdapat hasil pencemaran yang berwujud polusi suara seperti kebisingan berdasarkan aturan Nilai ambang batas oleh peraturan pemerintah.
- c. Penanganan dampak lingkungan dan bahaya dalam pelaksanaan kerja operasi terwujud dalam kebijakan yang berbentuk Instruksi kerja seperti penanganan pencemaran minyak, kebakaran,

pengaturan keadaan gawat darurat hingga gempa bumi. Upaya lain yang bersifat sarana fisik yaitu penggunaan alat monitor dampak lingkungan seperti: Cerobong tinggi, Instalasi Pengolahan air limbah, *oil separator* hingga CEMS sebagai instrumen monitor emisi. Belum bekerjanya tim manajemen energi yang bertujuan mengefisienkan unit pembangkit dalam penggunaan bahan bakar, sehingga status PROPER (program Peningkatan Perusahaan) terhadap upaya pengelolaan lingkungan hidup tetap pada status warna kategori Biru yaitu baik. Peningkatan status PROPER menuju warna Hijau sedang akan ditargetkan pada tahun 2015.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Andalas yang telah membiayai penelitian ini pada tahun 2014.

DAFTAR PUSTAKA

1. Akhadi, M. 2014. Isu Lingkungan Hidup. Yogyakarta: Graha Ilmu Lingkungan.
2. Tugas. Yogyakarta : Magister Manajemen UGM
3. Amin, Gytha Indriawati. 2010. Identifikasi Bahaya pada Pemeliharaan Draft Pressure Gauge
4. System pada Furnance Boiler di PLTU Unit 4 dan 5 PT.PJB UP Muara Karang.
5. Laporan OJT. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah
6. BNPB. Peraturan Kepala BNPB no 02 Tahun 2012 tentang Pedoman Pengkajian Risiko Bencana.
7. Cahyono, AB. 2010. Keselamatan Kerja Bahan Kimia di Industri. Yogyakarta: UGM press
8. ESDM, 2012. Kep Men ESDM NO: 3407 K/07/MEM/2012, Jakarta: ESDM
9. Hiswara, E. 1999. Analisis risiko Berbagai Pembangkit Listrik Energi No 4. Mei Juli.
10. Hariadi, U. 1999. Etika Lingkungan Hidup. Energi. No.4. Mei-Juli.
11. Kadir, A. 2010. Pembangkit Tenaga Listrik. Jakarta: UI Press.
12. Kelurahan Pluit 2014. Laporan Bulanan Kelurahan bulan September 2014. Jakarta.
13. Kementerian Lingkungan Hidup 2011. PROPER Laporan Hasil Penilaian. Jakarta : Press Release Sekretariat PROPER KLH
14. Kementerian Lingkungan Hidup 2012. Status Lingkungan Hidup Daerah. Jakarta : KLH RI.
15. Kristianningsih, L., Musyafa, A. 2013. Analisis Safety System dan Manajemen Risiko pada Steam Boiler PLTU di Unit 5 Pembangkitan Paiton, PT. YTL. JURNAL TEKNIK POMITS. Vol 2. No.2. ISSN: 2337-3539, hal 1.
16. Pembangkitan Jawa Bali. 2013. Penanganan Bahaya dan Dampak Lingkungan. Instruksi Kerja. Jakarta: PT.PJB UP. Muara Karang
17. Pembangkitan Jawa Bali Unit Pembangkitan Muara Karang. 2014. Laporan Hasil Pemantauan Pelaksanaan RKL dan RPL Triwulan I Tahun 2014. Jakarta: PT. PJB UP Muara Karang.
18. Pembangkitan Jawa Bali Unit Pembangkitan Muara Karang. 2013. Risk Boiler & H.R.S.G. Jakarta: PT.PJB. UP. Muara Karang.
19. Pemerintah Daerah DKI Jakarta. 2001. Surat Keputusan Gubernur Propinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta No 551/2001 tentang Standar Baku Mutu Udara Bebas DKI Jakarta.
20. Pemerintah Daerah DKI Jakarta. 2001. Surat Keputusan Gubernur Propinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta No 552/2001 tentang Standar Nilai Ambang Batas Kebisingan DKI Jakarta
21. Soedomo, Mustikahadi. 2001. Pencemaran Udara. Bandung. Penerbit ITB.
22. Teknikatama, Quantum Analytics. 2013. Data Acquisition System for PJB UP Muara Karang. CEMS Training, Jakarta
23. Van Westen, C. 2005. Multihazard Risk Assessment. UNU-ITC-DGIM. ITC, The Netherlands.
24. Widiyanto, A. Kato, S. Maruyama, N. Kojima, Y., 2003, Environmental Impact of Fossil Fuel Fired Co-Generation Plants Using a Numerically Standardized LCA Scheme. Journal of Energy Resources Technology. Vol 125.

TINGKAT KERENTANAN BENCANA KEBAKARAN PERMUKIMAN DI KOTA YOGYAKARTA

Oleh:

**Abraham B. Singgih^{a,1,*}, Bulan N. Sari^{a,2,4}, Dwi A. I. Lesmana^{a,3}, Lanthika Atianta^{a,5},
Reshinta Hantariningtyas^{a,5}**

^aSarjana Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta - 55281

*email: abraham.bhaskara.s@mail.ugm.ac.id

Abstrak

Sejak tahun 2010, bencana kebakaran menjadi bencana ke-4 yang paling sering terjadi di Indonesia (BNPB, 2015). Tidak hanya pada area hutan dan lahan, kebakaran juga sering terjadi pada area permukiman. Menurut Huang (2009), kebakaran di daerah perkotaan/permukiman merupakan kejadian yang paling merugikan. Kota Yogyakarta, sebagai salah satu kota yang pernah dijuluki "the most liveable city" pada tahun 2009 hingga 2011 (IAP Indonesia, 2011), ancaman bencana kebakaran masih menjadi 'momok' yang terus membayangi. Sejak Januari hingga Maret 2015 sudah terjadi 16 peristiwa kebakaran di Kota Yogyakarta, dengan total kerugian mencapai 1,29 miliar (Tribun Jogja, 2015). Penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat kerentanan bencana kebakaran permukiman di Kota Yogyakarta. Metode yang digunakan berupa analisis skoring berdasarkan urban fire risk index yang kemudian diinterpretasikan dalam peta tingkat kerentanan bahaya kebakaran. Beberapa variabel yang akan digunakan dalam analisis antara lain kondisi fisik kawasan permukiman, berbagai kemungkinan dan tingkat bahaya kebakaran serta kapasitas penanganan kebakaran. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, indeks tingkat kerentanan bencana kebakaran di Kota Yogyakarta berkisar dari 0,39 – 0,78 yang kemudian dikelompokkan menjadi 3 kelas yaitu cukup rentan, rentan dan sangat rentan. Sebanyak 78% kelurahan di Kota Yogyakarta memiliki kondisi yang rentan, 20% kelurahan memiliki kondisi yang cukup rentan dan 2% kelurahan memiliki kondisi yang sangat rentan. Kelurahan Tegalrejo menjadi kelurahan yang sangat rentan terhadap bencana kebakaran. Rendahnya performa indikator rescue capability dalam penanganan bencana kebakaran menjadi faktor utama rentannya Kota Yogyakarta terhadap bencana kebakaran.

Kata kunci: Kebakaran, *Urban Fire Risk Index*, kerentanan, permukiman perkotaan.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dewasa ini tingkat kerawanan kebakaran permukiman acap kali sering dilupakan dalam pertimbangan pembangunan dan pengembangan kawasan perkotaan, khususnya di Indonesia. Penggunaan lahan tanpa memperhatikan proporsi, penggunaan material bangunan dengan kualitas rendah, instalasi utilitas yang tidak sesuai prosedur, pengurangan biaya untuk pemasangan peralatan antisipasi bencana, sering kali dilakukan agar dapat menekan biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan.

Sejak tahun 2010, bencana kebakaran menjadi bencana keempat yang paling sering terjadi di Indonesia setelah bencana banjir, puting beliung dan longsor (BNPB, 2015). Tidak hanya pada area hutan dan lahan, kebakaran juga sering terjadi pada area permukiman. Menurut Huang (2009), kebakaran di daerah perkotaan/permukiman merupakan kejadian yang paling merugikan. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi masyarakat saat ini tergolong masih rentan terhadap bencana kebakaran permukiman ini. Masyarakat dalam konteks ini adalah masyarakat sekitar, pemerintah, swasta dan semua penanggung jawab kepentingan dari seluruh kegiatan yang berlangsung di wilayah tersebut.

Berdasarkan kasus yang sering terjadi di kota-kota besar, kebakaran permukiman sering muncul pada wilayah-wilayah dengan kepadatan tinggi (Rendi, 2014). Rendahnya tingkat penataan dan tingkat ketidakteraturan pada lahan-lahan yang ada menyebabkan permasalahan pada menurunnya kualitas lingkungan dan tingkat keselamatan manusia yang beraktivitas pada wilayah tersebut. Tidak hanya pada kota

yang sudah terlanjur padat, namun kerawanan bencana kebakaran juga mulai meningkat pada kota-kota yang berpotensi untuk semakin padat seperti kota Yogyakarta. Kota Yogyakarta yang dicanangkan sebagai kota pendidikan memiliki banyak daya tarik seperti universitas dan usaha lain yang menyebabkan tingginya angka migrasi masuk penduduk dan berujung pada peningkatan angka kepadatan penduduk. Selain itu sebagai kota yang pernah dijuluki “*the most liveable city*” pada tahun 2009 hingga 2011 (IAP Indonesia, 2011), ancaman bencana kebakaran masih menjadi ‘momok’ yang terus membayangi. Sejak Januari hingga Maret 2015 sudah terjadi 16 peristiwa kebakaran di Kota Yogyakarta, dengan total kerugian mencapai 1,29 miliar (Tribun Jogja, 2015).

Menanggapi permasalahan yang telah dijabarkan, sesuai UU no 32 Tahun 2009 tentang ketentuan-ketentuan pokok perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, negara, pemerintah dan seluruh pemangku kepentingan berkewajiban untuk melakukan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup dalam pelaksanaan pembangunan berkelanjutan. Hal ini termasuk pembangunan permukiman masyarakat dengan menjaga kualitas lingkungan hidup serta mengurangi tingkat resiko bencana kebakaran.

Berdasarkan hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk menganalisis terlebih dahulu bagaimanakah tingkat kerawanan bencana kebakaran yang ada di Kota Yogyakarta, sehingga dapat diketahui mengenai langkah apa saja yang harus dilakukan untuk mengurangi resiko tersebut. Terlebih *outcome* yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat menjadi dasar untuk membentuk masyarakat yang tangguh dalam mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan.

Pertanyaan Penelitian

Bagaimanakah tingkat kerentanan bencana kebakaran permukiman di Kota Yogyakarta?

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengukur tingkat kerentanan bencana kebakaran permukiman di Kota Yogyakarta.

Manfaat Penelitian

- a) Bagi masyarakat Kota Yogyakarta, penelitian ini memberikan gambaran mengenai tingkat kerentanan bencana kebakaran di daerah tempat tinggal mereka.
- b) Bagi Pemerintah Daerah Kota Yogyakarta, adanya hasil pemetaan tingkat kerentanan bencana di Kota Yogyakarta dapat membantu memberikan tingkat prioritas penyediaan fasilitas penanganan bencana kebakaran seperti penyediaan hidran, dan pos-pos pemadam kebakaran. Selain itu lokasi dengan tingkat kerentanan tinggi dapat diatur kembali secara penggunaan lahan untuk mengurangi kerugian yang diterima terlebih mengurangi frekuensi terjadinya bencana kebakaran permukiman.
- c) Bagi peneliti lain, penelitian ini dapat menjadi dasar penelitian lanjutan mengenai bagaimana tingkat kerentanan kebakaran di permukiman.

Lingkup Penelitian

Lokus penelitian ini adalah 45 kelurahan di Kota Yogyakarta. Fokus dari penelitian ini adalah menghitung tingkat kerentanan bencana kebakaran yang ada di setiap kelurahan di Kota Yogyakarta berdasar variabel yang sudah disesuaikan dengan data di lapangan.

2. METODOLOGI

Data yang digunakan pada penelitian ini bersumber dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui survei lapangan, sedangkan data sekunder diperoleh dari instansi terkait. Unit analisis pada penelitian ini adalah kelurahan. Seluruh kelurahan di Kota Yogyakarta diamati dengan total 45 kelurahan. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kerentanan kebakaran didapatkan dari penelitian-penelitian terdahulu seperti penelitian Ji dkk, 2010 dan URI, 2004. Sehubungan dengan itu, untuk kepentingan indeks kerentanan kebakaran (*fire risk index*) digunakanlah indeks yang bersumber dari penelitian Ji dkk, 2010. Indeks ini dianggap sebagai yang paling lengkap, karena telah menyertakan faktor lokasi geografis dibandingkan penelitian-penelitian kebakaran sebelumnya (Ji dkk, 2010). Akan tetapi, disebabkan oleh terbatasnya data yang ada di Kota Yogyakarta, maka dilakukan penyesuaian.

Meskipun disesuaikan, variabel kompleks yang digunakan tetaplah sama, sehingga hanya berbeda pada beberapa variabel operasional saja. Variabel kompleks yang dimaksud terdiri dari tiga variabel yaitu kondisi fisik kawasan permukiman (Ji dkk, 2010; URI, 2004; David dan Hsiao dalam Kumpulainen, 2006),

berbagai kemungkinan kebakaran dan tingkat bahaya kebakaran (Ji dkk, 2010; URI, 2004), dan kapasitas penanganan kebakaran (Ji dkk, 2010; URI, 2004), dan kapasitas penanganan kebakaran (Ji dkk, 2010; URI, 2004). Berikut merupakan indikator/variabel operasional yang digunakan dalam penelitian ini beserta indeksnya dengan skala akhir 0-1, 0 diartikan sebagai kondisi paling aman atau tidak rentan dan 1 merupakan kondisi tidak aman atau paling rentan.

Tabel 1. Variabel Kompleks dan Operasional Penelitian

No	Variabel Kompleks	Indikator/Variabel Operasional	Jenis Data	Skor per Indikator (1-4)	Bobot Indikator	Bobot Variabel Kompleks	
1.	Kondisi Fisik Permukiman	a. Rasio RTH dan kawasan terbangun (%)	Sekunder	1,2,3,4	0,112	0,34	
		b. Kepadatan penduduk netto (jiwa/km ²)	Sekunder		0,217		
		c. Kepadatan bangunan netto (unit/km ²)	Sekunder		0,184		
		d. Bangunan permanen (%)	Primer		0,151		
		e. Aksesibilitas jalan (%)	Sekunder		0,233		
		f. Key protection units	Jarak kelurahan ke sumber air (m)		Sekunder		0,13
			Jarak kelurahan ke DAMKAR (m)		Sekunder		
			Jumlah hansip (orang)		Sekunder		
2.	Berbagai Kemungkinan Kebakaran dan Tingkat Bahaya Kebakaran	g. Tempat pemicu kebakaran	1. SPBU (unit)	Primer	0,348	0,37	
			2a. Usaha mikro (unit)	Sekunder			
			2b. Usaha kecil (unit)	Sekunder			
			2c. Usaha sedang (unit)	Sekunder			
			2d. Usaha besar (unit)	Sekunder			
		h. Kebakaran akibat trafo listrik (kejadian)	Sekunder	0,376			
		i. Toko atau warung distributor gas (unit)	Primer	0,276			
3.	Kapasitas Penanganan Kebakaran	Rescue capability melalui sosialisasi	Intensitas sosialisasi kebakaran (kejadian)	Sekunder	0,736	0,29	
			Usia produktif (%)	Sekunder			
		Riwayat kebakaran (kejadian)	Sekunder	0,264			

Sumber: Ji dkk., 2010; URI, 2004; analisis, 2015

Setelah data primer maupun sekunder didapatkan dilakukan skoring dengan memberikan skor/skala 1-4. Skor tertinggi 4, merupakan nilai dengan tingkat kerentanan tertinggi per indikator. Skor terendah 1, merupakan nilai dengan tingkat kerentanan paling rendah/aman. Pengelompokan ini dilakukan melalui hasil kuartil tiap data per indikator. Setelah masing-masing indikator memiliki rentang 1-4 berdasarkan kuartil, maka dilakukan perhitungan per indikator dengan bobot indikator. Selanjutnya hasil per indikator dijumlahkan per variabel dan dilakukan perhitungan dengan bobot variabel kompleks. Setelah masing-masing variabel kompleks diketahui nilainya, maka dilakukan penjumlahan untuk mendapat nilai kerentanan per kelurahan. Cara perhitungan selengkapnya sebagai berikut:

Nilai per indikator

Nilai per variable

Nilai kerentanan per kelurahan

$$\frac{\text{Skor per indikator}}{\text{Nilai maksimal per indikator}}$$

$$\frac{\text{Jumlah nilai per indikator dalam satu variabel}}{\text{Jumlah bobot indikator dalam satu variabel}}$$

$$\frac{\text{nilai variabel I} + \text{nilai variabel II}}{+ \text{nilai variable III}}$$

Pengelompokan tingkat kerentanan pada penelitian ini terbagi ke dalam empat kategori, seperti yang digunakan pada penelitian URI, 2004 dan Dewi, 2011. Penilaian kerentanan dengan rentang 0-1 sebagai berikut: Nilai 0-0,25 tidak rentan; Nilai 0,251-0,5 cukup rentan; Nilai 0,501-0,75 rentan; 0,751-1 sangat rentan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Penilaian Variabel Utama Kerentanan Bencana Kebakaran Permukiman

a. Kondisi Fisik

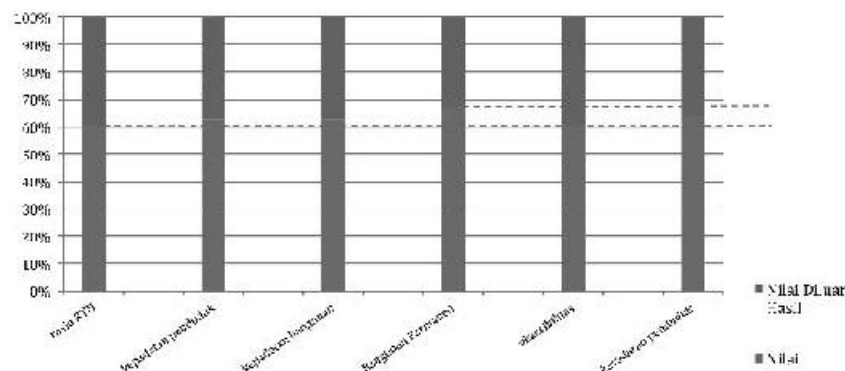
Dari enam indikator variabel kondisi fisik, indikator dengan nilai kerentanan tertinggi adalah indikator persentase bangunan permanen. Semakin tingginya nilai kerentanan ini menunjukkan semakin banyaknya jumlah bangunan non permanen pada kawasan tersebut. Nilai rata-rata pada indikator tersebut adalah 2,72 atau diklasifikasikan pada kategori tinggi. Meskipun memiliki nilai rata-rata tinggi, mayoritas kelurahan di Kota Yogyakarta pada variabel tersebut berada pada kategori sedang yakni sebanyak 16 kelurahan. Nilai rata-rata kerentanan terkecil terdapat pada indikator rasio RTH dan tingkat aksesibilitas. Hal ini mengindikasikan bahwa secara keseluruhan perbandingan RTH dan area terbangun di Kota Yogyakarta masih cukup baik. Selain itu kawasan permukiman juga telah dilengkapi dengan akses jalan yang cukup baik dan berdampak pada terdukungnya kelancaran kendaraan pemadam kebakaran menuju lokasi kebakaran.

Tabel 2. Kategori Kerentanan Variabel Kondisi Fisik

Variabel Kondisi Fisik		Kategori			
		Sangat Tinggi	Tinggi	Sedang	Rendah
Rasio RTH dan Kawasan Terbangun	Jumlah (kelurahan)	10	11	12	12
	Persentase (%)	22,2	24,4	26,7	26,7
Kepadatan Penduduk Netto	Jumlah (kelurahan)	11	12	11	11
	Persentase (%)	24,4	26,7	24,4	24,4
Kepadatan Bangunan Netto	Jumlah (kelurahan)	11	12	11	11
	Persentase (%)	24,4	26,7	24,4	24,4
Prosentase Bangunan Permanen	Jumlah (kelurahan)	11	14	16	4
	Persentase (%)	24,4	31,1	35,6	8,9
Aksesibilitas jalan	Jumlah (kelurahan)	10	11	12	12
	Persentase (%)	22,2	24,4	26,7	26,7
Key Protection Units	Jumlah (kelurahan)	4	19	20	2
	Persentase (%)	8,9	42,2	44,4	4,4

Sumber: Analisis 2015

Untuk indikator kepadatan penduduk dan kepadatan bangunan, seperti pada tabel 2 memiliki nilai yang sama baik secara frekuensi ataupun nilai rata-ratanya. Pada kategori tinggi dan terlebih sangat tinggi menunjukkan bahwa kelurahan tersebut perlu mulai mengontrol pertumbuhan penduduk yang ada serta mengatur sebaran permukiman. Pengoptimalan lahan kosong dapat membantu memberi ruang antar bangunan yang berdampak mengurangi tingkat penyebaran perluasan bencana kebakaran serta mengurangi jumlah kerugian. Namun pada indikator key protection units, mayoritas 20 kelurahan berada pada kategori sedang yang menunjukkan bahwa jangkauan layanan pemadam kebakaran dan jarak terhadap sumber air sudah cukup baik. Selain itu dukungan tenaga pertahanan sipil yang memadai juga membantu proses penanganan darurat pada lokasi kejadian kebakaran.



Gambar 1. Grafik Nilai Rata-Rata Indikator Variabel Kondisi Fisik.
Sumber: Analisis, 2015.

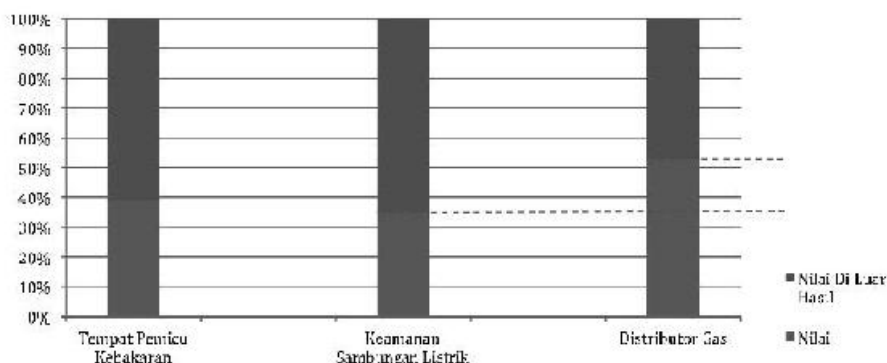
Hasil perkalian skor yang didapat dengan bobot pada variabel ini menghasilkan nilai rata-rata kerentanan kota Yogyakarta yakni 0,216 dari nilai maksimal 0,34. Angka tersebut tergolong pada kategori tinggi, artinya dari segi kondisi fisik kawasan Kota Yogyakarta masih berada pada nilai yang kurang baik.

Tabel 3. Kategori Kerentanan Variabel Kemungkinan dan Tingkat Bahaya Kebakaran

Variabel Kondisi Fisik		Kategori			
		Sangat Tinggi	Tinggi	Sedang	Rendah
Tempat Pemicu Kebakaran	Jumlah (kelurahan)	0	2	23	20
	Persentase (%)	0	4,4	51,1	44,4
Keamanan Sambungan Listrik	Jumlah (kelurahan)	0	3	12	30
	Persentase (%)	0	6,7	26,7	66,7
Distributor Gas	Jumlah (kelurahan)	7	8	13	17
	Persentase (%)	15,6	17,8	28,9	37,8

b. Berbagi Kemungkinan dan Tingkat Bahaya Kebakaran

Berdasarkan hasil proses skoring yang dilakukan, variabel kemungkinan dan tingkat bahaya kebakaran memiliki nilai yang paling rendah (atau kondisi paling baik) dibandingkan variabel lainnya. Tabel 3.2 menunjukkan bahwa frekuensi masing-masing indikator sebagian besar berada pada kategori rendah dan sedang. Pada indikator tempat pemicu kebakaran, rata-rata dan mayoritas kelurahan berada pada kategori sedang dengan jumlah 23 kelurahan. Hal ini menggambarkan bahwa POM bensin ataupun tempat usaha masyarakat skala mikro hingga besar yang berpotensi terjadi kebakaran masih berada pada jumlah yang normal. Meskipun terletak pada kategori sedang bukan berarti perkembangannya lalu dibebaskan, melainkan harus lebih dikontrol dan disesuaikan dengan kebutuhan masyarakat yang ada.



Gambar 2. Grafik Nilai Rata-Rata Indikator Variabel Kemungkinan dan Tingkat Bahaya Kebakaran
Sumber: analisis, 2015

Pada indikator kedua dan ketiga yakni keamanan sambungan listrik dan distributor gas, mayoritas berada pada kategori rendah dengan jumlah 30 kelurahan untuk keamanan sambungan listrik dan 17 kelurahan untuk distributor gas. Rendahnya kerentanan dari indikator keamanan sambungan listrik menunjukkan bahwa hanya sedikit kebakaran yang disebabkan oleh permasalahan listrik seperti konsleting atau travo meledak, dengan jumlah rata-rata hanya 2 kejadian per 5 kelurahan per tahunnya. Meskipun demikian, indikator distributor gas memiliki nilai rata-rata paling tinggi pada variabel ini yakni 2,11 (lihat gambar 3.2). Indikator distributor gas memiliki rata-rata nilai sedang dengan jumlah rata-rata 4 distributor per kelurahannya. Arahan yang perlu ditetapkan pada indikator ini adalah tidak menambah jumlah sebaran distributor gas, tetapi dengan menjaga kestabilan *supply* sehingga kebutuhan tetap terpenuhi dan dapat menekan perluasan jumlah lokasi berpotensi kebakaran.

Nilai rata-rata Kota Yogyakarta pada variabel ini adalah 0,16 dari nilai maksimal 0,37. Meskipun memiliki bobot nilai paling tinggi, tetapi variabel kemungkinan dan tingkat bahaya kebakaran memiliki nilai paling rendah dibandingkan dengan kedua variabel lainnya. Rendahnya nilai pada variabel ini menunjukkan bahwa dari segi kemungkinan pemicu kebakaran yang ada tidak terlalu berdampak besar terhadap nilai kerentanan yang ada di Kota Yogyakarta. Ketika hal yang diprediksi sebagai pemicu kebakaran ternyata memiliki skor yang rendah, hal ini mengindikasikan bahwa kerentanan dan besarnya kejadian kebakaran permukiman yang terjadi disebabkan oleh hal yang tidak dapat diprediksikan dan berasal dari faktor eksternal.

c. Kapasitas Penanganan Kebakaran

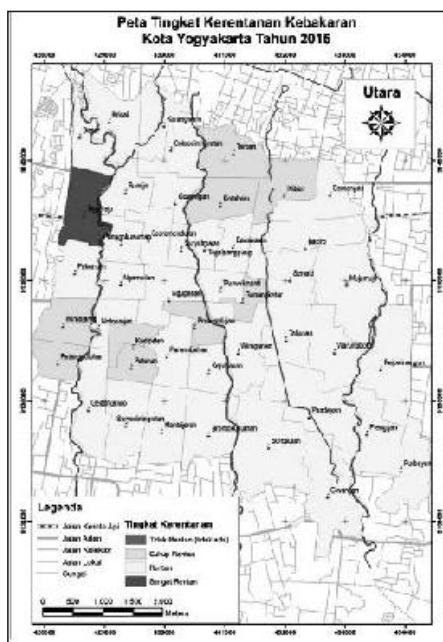
Pada variabel kapasitas penanganan kebakaran, nilai kerentanan paling tinggi dilihat dari parameter kemampuan dalam penyelamatan. Terdapat 22 kelurahan dari total 45 kelurahan yang memiliki skor kerentanan tinggi. Di sisi lain apabila dilihat dari nilai rata-rata, angka kerentanan pada parameter kemampuan dalam penyelamatan berada pada indeks 73,9% dengan skor 2,95. Rendahnya nilai pada parameter ini disebabkan oleh masih sedikitnya jumlah sosialisasi dan terbatasnya penduduk usia produktif. Berdasarkan data yang didapat pada BPBD Kota Yogyakarta, di beberapa kelurahan sosialisasi hanya dilakukan satu hingga tiga kali dalam setahun dan dilaksanakan pada tingkat kecamatan. Bahkan terdapat kelurahan yang tidak mendapatkan sosialisasi sama sekali dalam setahun yakni Kecamatan Gedongtengen. Sosialisasi paling intensif dilakukan pada kelurahan-kelurahan yang terdapat di Kecamatan Kraton dengan jumlah 11 kali sosialisasi dalam setahunnya. Selain itu dari segi usia produktif masyarakat, Kota Yogyakarta memiliki rata-rata persentase penduduk usia produktif per kelurahan adalah 70,92% dan terdapat 29 kelurahan yang memiliki nilai di bawah angka rata-rata tersebut.

Pada indikator jumlah riwayat kebakaran, mayoritas kelurahan di Kota Yogyakarta memiliki nilai sedang. Nilai ini tergolong berada pada kategori normal dengan jumlah rata-rata 1 kejadian kebakaran permukiman dalam 1 tahun. Hanya terdapat 6 kelurahan pada kategori sangat tinggi dengan jumlah 3 hingga lebih kejadian kebakaran permukiman dalam satu tahun.

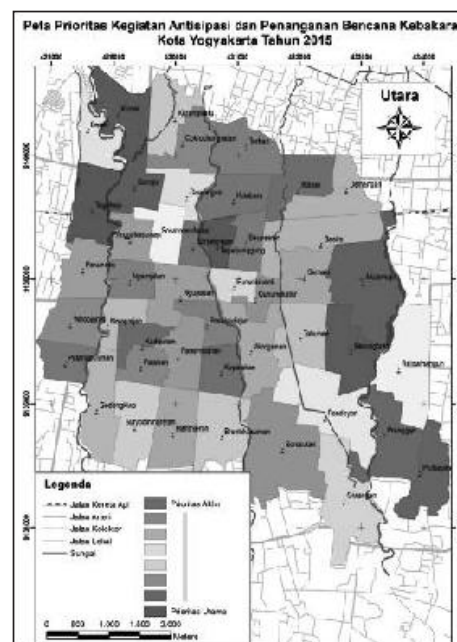
Berdasarkan hasil skoring tersebut, setelah dikalikan dengan bobot masing-masing indikator maka rata-rata nilai untuk indikator *rescue capability* adalah 0,54 dan untuk indikator riwayat kebakaran memiliki skor 0,135. Hasil ini kemudian dijumlah dan dikalikan dengan bobot variabel kapasitas penanganan bencana kebakaran permukiman yang menghasilkan nilai akhir sebesar 0,2 dari nilai maksimal 0,29. Meskipun memiliki bobot yang paling kecil apabila dibandingkan dengan variabel kompleks lainnya, variabel kapasitas penanganan bencana kebakaran permukiman memiliki nilai kerentanan yang paling tinggi jika dibandingkan dengan nilai maksimalnya. Hal ini menunjukkan masih rendahnya standar kapasitas penanganan Kota Yogyakarta terhadap kebakaran permukiman baik oleh pemerintah melalui kegiatan sosialisasi maupun masyarakat melalui keterlibatan dalam penanganan.

3.2. Agregat Indeks Kerentanan Bencana Kebakaran Permukiman secara Keseluruhan

Hasil skoring dan pembobotan pada ketiga variabel menunjukkan bahwa mayoritas kelurahan di Kota Yogyakarta berada pada tingkat rentan terhadap bencana kebakaran permukiman. Terdapat 35 kelurahan (78,7%) yang berada pada tingkat rentan. Pada tingkat sangat rentan terdapat satu kelurahan yakni Kelurahan Tegalrejo dengan luas wilayah 0,84 km². Sementara tingkat cukup rentan dimiliki oleh 6 kelurahan dengan total luas wilayah 3,89 km². Sebaran tingkat kerentanan kebakaran permukiman ditunjukkan gambar 3 dan gambar 4.



Gambar 3. Peta Kerentanan Bencana Kebakaran Permukiman di Kota Yogyakarta. (Sumber: Analisis, 2015)



Gambar 4. Peta Prioritas Kegiatan Antisipasi dan Penanganan Bencana Kebakaran Kota Yogyakarta. (Sumber: Analisis, 2015)

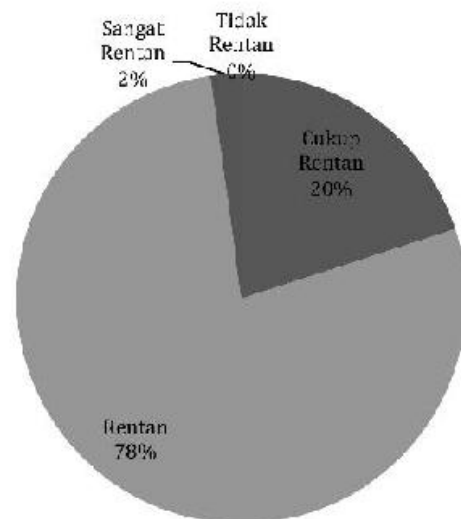
Gambar 6. menunjukkan peta prioritas kegiatan antisipasi dan penanganan bencana kebakaran permukiman di Kota Yogyakarta. Kelurahan dengan nilai tertinggi memiliki warna merah paling gelap yakni pada Kelurahan Tegalrejo dengan nilai kerentanan 0,782. Tingginya kerentanan ini disebabkan kepadatan yang terdapat pada kelurahan ini, baik kepadatan bangunan maupun penduduk memiliki nilai sangat tinggi dengan rasio RTH yang tergolong kecil. Selain itu pada kelurahan ini terdapat banyak usaha perbengkelan kendaraan bermotor dari skala mikro hingga sedang. Penggunaan material bangunan non permanen pada kawasan usaha tersebut juga menyebabkan semakin tingginya angka kerentanan pada Kelurahan Tegalrejo.

Nilai kerentanan terendah ditunjukkan warna hijau paling gelap, tiga kelurahan dengan tingkat kerentanan terendah antara lain Kelurahan Kadipaten dengan nilai 0,399, Kelurahan Klitren dengan nilai 0,434, dan Kelurahan Kotabaru dengan nilai 0,436. Rendahnya nilai pada ketiga kelurahan ini disebabkan karena arahan fungsi yang memang ditetapkan oleh pemerintah kota lebih kearah pelestarian kawasan sebagai cagar budaya. Kelurahan Kadipaten masuk dalam wilayah jeron benteng bagian sisi barat laut yang di dalamnya terdapat situs budaya yakni Beteng Baluwerti, Dalem Mangkubumen dan lain sebagainya. Sementara Kelurahan Klitren dan Kotabaru diarahkan untuk pelestarian kawasan bangunan-bangunan bersejarah dan bergaya kolonial. Penetapan pengembangan kawasan cagar budaya menyebabkan pengaturan tingkat kepadatan bangunan dan penggunaan bangunan untuk fungsi usaha lebih ketat, sehingga berpengaruh terhadap perhitungan indeks kerentanan bencana kebakaran permukiman di kelurahan tersebut.

Dilihat dari nilai rata-rata seluruh kelurahan di Kota Yogyakarta, maka hasil yang muncul adalah Kota Yogyakarta berada pada tingkat rentan dengan nilai kerentanan sebesar 0,572. Sebagai perbandingan, dapat dilihat (gambar 5) perbedaan nilai pada masing-masing variabel kompleks untuk nilai rata-rata Kota Yogyakarta. Nilai terendah di Kelurahan Kadipaten dan nilai tertinggi pada Kelurahan Tegalrejo (lihat gambar 6). Pada grafik tersebut terlihat bahwa variabel kemungkinan dan tingkat bahaya kebakaran rata-rata Kota Yogyakarta sudah cukup baik dengan titik koordinat yang mendekati grafik nilai terendah. Sementara variabel yang masih buruk secara rata-rata adalah variabel kapasitas penanganan kebakartan dengan titik koordinat yang mendekati grafik nilai kerentanan tertinggi.



Gambar 5. Grafik Tingkat Kerentanan Bencana Kebakaran Permukiman di Kota Yogyakarta.
Sumber: Analisis, 2015.



Gambar 6. Grafik Perbedaan Nilai pada Variabel Kompleks untuk Nilai Rata-Rata Kota Yogyakarta.
Sumber: Analisis, 2015.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, indeks tingkat kerentanan bencana kebakaran di Kota Yogyakarta berkisar dari 0,39 – 0,78. Dari hasil tersebut dikelompokkan menjadi 3 kelas tingkat kerentanan yaitu cukup rentan, rentan dan sangat rentan. Bila dirinci di setiap kelurahannya, sebanyak 86% (28,12 km²) kelurahan di Kota Yogyakarta memiliki kondisi yang rentan, 12% (3,89 km²) memiliki kondisi yang cukup rentan dan 3% (0,84 km²) memiliki kondisi yang sangat rentan. Secara umum tingkat kerentanan bencana kebakaran permukiman di Kota Yogyakarta adalah rentan. Kondisi eksisting yang paling buruk ditunjukkan

pada indikator *rescue capability* dengan skor kerentanan yang paling tinggi, sedangkan kondisi eksisting yang paling baik adalah pada indikator keamanan sambungan listrik.

Saran

Tingginya nilai kerentanan rata-rata Kota Yogyakarta dan nilai indikator *rescue capability* yang buruk menunjukkan bahwa perlu adanya peningkatan kesadaran dan kapabilitas masyarakat serta pemerintah dalam menghadapi bencana kebakaran permukiman terutama di kawasan perkotaan. Peningkatan kesadaran dengan membenahi variabel penentu kerentanan yakni dari pengaturan asset (kondisi fisik), peningkatan kemampuan sumber daya manusia yang tanggap bencana (kapasitas penanganan) sebagai aktor penggerak, serta pengawasan terhadap hal atau kegiatan yang kiranya memicu bencana (kemungkinan dan tingkat bahaya kebakaran) sebagai wujud tindakan preventif sebelum terjadinya bencana kebakaran permukiman. Upaya intervensi melalui 3 aspek yakni fisik, kapasitas penanganan, dan upaya preventif diharapkan mampu menutupi celah kekurangan pada Kota Yogyakarta untuk menciptakan sebuah kota yang tangguh terhadap bencana dan menjadi kota yang berkelanjutan.

ACKNOWLEDGEMENT

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada:

- a. Dinas Perizinan Kota Yogyakarta
- b. Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Yogyakarta
- c. Badan Pusat Statistik Daerah Istimewa Kota Yogyakarta
- d. Badan Pusat Statistik Kota Yogyakarta
- e. Kantor Kelurahan dan Kecamatan di Kota Yogyakarta
- f. Jurusan Arsitektur dan Perencanaan, Fakultas Teknik, UGM
- g. M. Sani Roychansyah, ST., M.Eng., D.Eng.
- h. Masyarakat Kota Yogyakarta

DAFTAR PUSTAKA

1. Ang. 2015. Kerugian Kebakaran di Sleman Capai Rp1,29 Miliar (online) <http://jogja.tribunnews.com> (diakses pada hari jumat 28 Maret 2015 – 16.00 WIB)
2. BNPB. 2015. Data dan Informasi Bencana Indonesia (online) dibi.bnpb.go.id (diakses pada hari jumat 3 April 2015 – 21.00 WIB)
3. Dewi, Indarti Komala. 2011. 'Faktor-Faktor yang Berpengaruh Terhadap Keberlanjutan Kawasan Permukiman di Daerah Aliran Sungai (Das) Ciliwung Hulu Kabupaten Bogor,' *Ekologia*, Vol. 11 No.1, hal 12-20
4. Djunaedi, Achmad, 2012, *Proses Perencanaan Wilayah dan Kota*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta
5. Huang, K., 2009. *Population and Building Factors That Impact Residential Fire Rates in Large U.S Cities*, Texas State University-San Marcos, Texas
6. IAP .2009. *Indonesian Most Livable City Index 2009*. Jakarta. Ikatan Ahli Perencana Indonesia
7. Ji, Y., Gu, H., dan Li B. 2010, *Urban Fire Risk Evaluation of Xuzhou City Based on GIS*, China University of Mining and Technology, China
8. Kamadhis UGM. 2007. *Eka Citta Bersatu dalam Dharma*. Buletin Kamadhis UGM Nomor.XXVII/ September/2007. Kamadhis UGM, Yogyakarta.
9. Keputusan Walikota Yogyakarta Nomor 669 Tahun 2007 Tentang Rencana Aksi Daerah Pengurangan Risiko Bencana Kota Yogyakarta Tahun 2007-2011
10. URI Urban Research Institute. 2004. *Lao Urban Fire Risk Assessment Mapping in Vientiane Capital*, Asian Disaster Preparedness Center, Thailand
11. Rendi. 2014. *Analisis Zona Daerah Rawan Bencana Kebakaran di Kecamatan Danurejan Kota Yogyakarta dengan Menggunakan Citra Satelit Quickbird dan Sistem Informasi Geografi*. Surakarta. Universitas Muhammadiyah Surakarta
12. Republik Indonesia. 1992. PERDA DKI Jakarta No. 3 Tahun1992 tentang Penanggulangan Bahaya Kebakaran. (online) diakses pada hari jumat 3 April 2015 – 20.45 WIB)
13. Republik Indonesia. 1995. SNI 03-3987-1995 tentang Panduan Pemasangan Pemadam Api Ringan untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung. (online) diakses pada hari jumat 3 April

2015 – 19.45 WIB

14. Republik Indonesia. 2007. Undang-Undang no.24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana (online) diakses pada hari jumat 2 April 2015 – 22.00 WIB)
15. Republik Indonesia. 2009. Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang ketentuan-ketentuan pokok perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, negara, pemerintah dan seluruh pemangku kepentingan. Jakarta

BAGIAN IX
PENGEMBANGAN
MANAJEMEN
KEBENCANAAN

PENINGKATAN PERAN PEMIMPIN LOKAL DALAM UPAYA PENGURANGAN RISIKO BENCANA DI KOTA PADANG, SUMATERA BARAT

Oleh:

Sari Seftiani^{a,*}

^a Pusat Penelitian Kependudukan-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (P2K-LIPI),
Gd. Widya Graha LIPI Lt.10, Jalan Gatot Subroto 10, Jakarta Selatan 12710.

*tehsarie@gmail.com

Abstrak

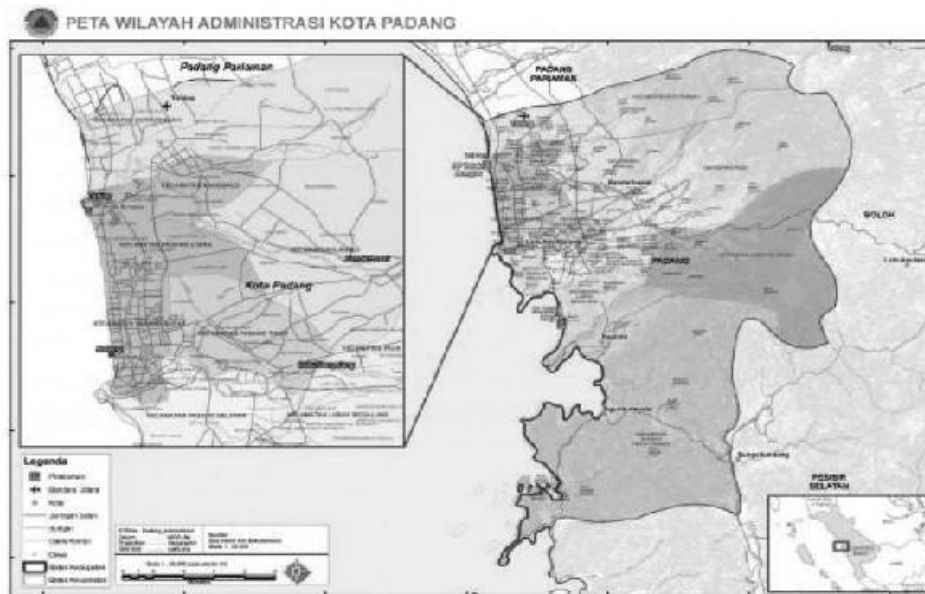
Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat merupakan salah satu wilayah Indonesia yang dikelilingi oleh berbagai jenis bencana alam, antara lain gempa bumi, tsunami, banjir bandang, dan tanah longsor. Berbagai upaya pengurangan risiko bencana telah banyak dilakukan oleh pemerintah, baik pada pra bencana, saat bencana maupun pasca bencana. Namun sayangnya upaya tersebut belum banyak melibatkan masyarakat secara aktif di lokasi bencana beserta kelembagaan tradisi dan mekanisme kulturalnya. Tidak jarang tuturan dan aktivitas para pemimpin lokal dalam menghadapi situasi bencana lebih didengar dan diikuti oleh masyarakat daripada para pemimpin nasional beserta aparat yang memiliki otoritas penanggulangan bencana di dalamnya. Di Kota Padang, pemimpin lokal informal yang paling menonjol dalam kehidupan sehari-hari adalah pemimpin yang didasari oleh sistem adat, yang biasa disebut "Ninik mamak/Mamak". Peningkatan peran kepemimpinan lokal tradisional dalam penyadaran risiko bencana dapat menjadi satu usaha dalam mewujudkan suatu strategi penanganan bencana di Indonesia yang berbasis komunitas. Tulisan ini ditujukan untuk mendeskripsikan peran kepemimpinan lokal tradisional tersebut dalam upaya mengurangi risiko bencana yang sejalan dan tidak bertabrakan dengan peran kepemimpinan nasional yang memiliki otoritas dalam penanggulangan bencana. Informasi yang digunakan dalam tulisan ini berdasar hasil studi lapangan di Kota Padang pada tahun 2013 dan 2014 yang didukung dengan kombinasi beberapa teknik pengumpulan data kualitatif, yaitu: studi kepustakaan (desk review), wawancara terbuka (open ended interview), diskusi kelompok terfokus (FGD) dan pengamatan (observasi). Hasil studi menunjukkan bahwa peran pemimpin lokal (Ninik mamak/mamak) di Kota Padang sangatlah besar meskipun saat ini masih lebih banyak berkisar pada persoalan adat. Peran besar dalam persoalan bencana salah satunya terlihat saat Ninik mamak/mamak memberikan tanah adat untuk lahan relokasi bagi masyarakat yang menjadi korban banjir bandang dan longsor pada tahun 2012 yang lalu.

Kata Kunci: Bencana alam, Peran pemimpin lokal, Kapasitas masyarakat, Pengurangan risiko bencana, Kota Padang Sumatera Barat

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan wilayah yang dikelilingi oleh bencana. Berbagai bencana pernah terjadi di wilayah ini baik dalam skala kecil, sedang, maupun besar, antara lain gempa bumi, tsunami, banjir bandang, tanah longsor, angin puting beliung, dan gunung meletus. Selain kerugian materi, sudah banyak juga korban jiwa yang berjatuh akibat bencana. Bencana dapat disebabkan oleh beberapa hal yakni karena faktor alam (*natural hazards*), ulah manusia (*man made hazards*), kerentanan (*vulnerability*) yang tinggi dari masyarakat, infrastruktur serta elemen-elemen di kawasan risiko bencana dan kapasitas yang rendah dari berbagai komponen di dalam masyarakat (Pusat Data, Informasi dan Humas, Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2012). Kerentanan suatu wilayah terhadap risiko bencana dapat ditekan apabila kapasitas masyarakat yang dimiliki tinggi. Sebaliknya, apabila kapasitas suatu masyarakat yang berada di wilayah rawan bencana rendah, maka kerentanan wilayah tersebut akan semakin tinggi. Jika dilihat dari kondisi geografis, geologi, dan iklim, hampir sebagian besar wilayah Indonesia rentan terhadap bencana.

Salah satu wilayah di barat Indonesia yang memiliki kerentanan cukup tinggi terhadap bencana adalah Kota Padang. Kota Padang dikelilingi oleh bencana yang beragam, mulai dari gempa bumi, tsunami, banjir bandang, tanah longsor, dan angin puting beliung. Secara geografis Kota Padang terletak pada posisi antara 0°44'00" dan 1°08'35" Lintang Selatan serta antara 100°05'05" dan 100°34'09" Bujur Timur dengan luas wilayah sebesar 694,96 km² atau setara dengan 1,65 persen dari luas keseluruhan Propinsi Sumatera Barat. Gambar 1 menunjukkan bahwa wilayah Kota Padang di sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Padang Pariaman, Kabupaten Pesisir Selatan di sebelah Selatan, Kabupaten Solok di sebelah timur dan Samudera Hindia di sebelah barat. Ketinggian wilayah daratan Kota Padang sangat bervariasi, yaitu antara 0–1853 m di atas permukaan laut (dpl) dengan daerah tertinggi adalah Kecamatan Lubuk Kilangan. Secara administratif Kota Padang terdiri dari 11 kecamatan dengan kecamatan terluas adalah Koto Tangah yang mencapai 232,25 km² (BPS Kota Padang, 2012).



Gambar 1. Peta Kota Padang. Sumber: <http://geospasial.bnpp.go.id/2009/10/13/peta-administrasi-kotapadang/>

Wilayah yang terletak di dataran rendah (landai) dan wilayah perbukitan dengan lembah yang curam merupakan wilayah yang memiliki kerentanan cukup tinggi terhadap bencana banjir dan tanah longsor. Secara topografis kota Padang terletak pada dataran rendah sehingga rawan terhadap banjir. Secara geologis sebagian kota Padang terletak pada daerah yang berbukit-bukit dan lembah yang curam sehingga rawan terhadap longsor lahan. Di tahun 2007 tercatat 22 kali, tahun 2006 tercatat 185 kali, dan awal 2008 bencana banjir sudah dua kali terjadi. Kerawanan terhadap banjir dan longsor sampai saat ini masih sering terjadi. Terakhir pada Juli dan September 2012, banjir bandang dan longsor terjadi di Kecamatan Pauh dan Nanggalo, Kota Padang. Letak beberapa wilayah di Kota Padang, seperti di Kecamatan Pauh, Kuranji dan Kecamatan Nanggalo yang sebagian besar wilayahnya berada di dataran rendah dan sebagian lagi berada di perbukitan yang curam merupakan wilayah yang rentan terhadap bencana banjir dan tanah longsor (biasa disebut gunung runtuh). Kondisi dan letak wilayah yang rawan terhadap bencana merupakan aspek “*exposure*” yang tidak dapat dihindari karena terbentuk secara alamiah, faktor “*exposure*” dalam konteks bencana dapat diartikan sebagai kondisi wilayah atau lokasi secara fisik, karakter dan lingkungan yang tercipta secara alami (Pelling, 2003).

Melihat kenyataan ini, kesadaran masyarakat Kota Padang akan bencana sangat diperlukan agar terhindar dari dampak yang ditimbulkan oleh bencana terlebih karena bencana yang mengelilingi Kota Padang sangat beragam dan sering terjadi. Peningkatan kesadaran masyarakat dapat dilakukan melalui berbagai cara, salah satunya dengan melihat kearifan lokal yang ada di lokasi bencana. Kearifan lokal yang telah ada sejak dahulu, termasuk peran pemimpin lokal yang umumnya bersifat tradisional dengan mekanisme lembaga tradisinya dapat mendukung upaya peningkatan kesadaran akan bencana yang tentunya berpotensi mengurangi risiko bencana. Peran pemimpin lokal, seperti ketua adat, kiai, ajengan, pendeta, dan tokoh masyarakat lain selama ini masih belum banyak dilibatkan oleh Pemerintah dalam mengurangi risiko bencana padahal peran pemimpin lokal di beberapa lokasi yang terkena bencana sudah banyak terlihat dan cukup membantu, seperti saat penanganan bencana gempa bumi di Yogyakarta, Tasikmalaya, dan Padang

Pariaman. Pada saat bencana terjadi, para pemimpin tersebut mau terlibat langsung secara teknis dan fisik dalam penanganan bencana (Humaedi dan Sakhiyya, 2011).

2. METODOLOGI

Data dan informasi yang digunakan dalam tulisan ini bersumber dari rangkaian studi selama dua tahun (2013-2014) yang dilakukan oleh Tim Peneliti dari Kedepuitan Ilmu Pengetahuan Sosial dan Kemanusiaan-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (IPSK-LIPI) terkait Etnografi Bencana: Peran Kepemimpinan lokal tradisional di Tengah Kerentanan dan Risiko Bencana. Kajian ini dilakukan di tiga wilayah Indonesia, yaitu (1) Kota Padang, Sumatera Barat, (2) Kota Tomohon, Sulawesi Utara, dan (3) Serui, Kabupaten Kepulauan Yapen, Papua. Rangkaian penelitian selama dua tahun ini menggunakan dua teknik pengumpulan data yaitu teknik pengumpulan data kualitatif (2013 dan 2014) dan kuantitatif (2014). Pendekatan kualitatif melalui berbagai metode pengumpulan data dan informasi, termasuk wawancara terbuka (*open ended interviews*); diskusi kelompok terfokus (FGD); pengamatan (*observasi*); serta studi literatur dan dokumen terkait (*desk review*). Sedangkan pengumpulan data kuantitatif dilakukan melalui metode survei. Namun tulisan ini lebih banyak menitikberatkan sumber data yang berasal dari pengumpulan data kualitatif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kejadian Banjir Bandang dan Longsor di Kota Padang

Pada tahun 2012, tepatnya di bulan Juli dan September, di luar dugaan Kota Padang mengalami bencana banjir bandang (*galodo*) dan tanah longsor yang menimbulkan dampak besar bagi masyarakat dan lingkungan. Bencana tersebut terjadi di beberapa wilayah di Kecamatan Pauh dan Nanggalo. Masyarakat yang berada di lokasi bencana tidak menyangka banjir yang datang jauh lebih besar dari yang biasa mereka alami. Kejadian banjir bandang pada tahun 2012 terjadi sebanyak dua kali. Pertama, banjir terjadinya saat bulan Ramadhan, tepatnya pada tanggal 24 Juli 2012, sekitar Pukul 17.00. Banjir yang terjadi di enam kecamatan akibat dari hujan deras yang berdampak pada meluapnya dua sungai besar di Kota Padang, yaitu Sungai Batang Kuranji dan Batang Arau. Kerugian ditaksir mencapai 263,9 Milyar rupiah karena banyak rumah warga serta areal pertanian yang rusak akibat bencana ini (Harian Padang Ekspres, Jumat, 27 Juli 2012). Masyarakat di wilayah kecamatan ini sesungguhnya sudah terbiasa dengan luapan dua sungai besar tersebut namun kali ini luapan terjadi jauh lebih besar hingga menggenangi banyak rumah. Banjir kedua terjadi di bulan September. Selain disebabkan oleh intensitas hujan yang cukup tinggi, tanah longsor yang terjadi diduga juga diakibatkan oleh penebangan liar di atas bukit. Banjir disertai tanah longsor yang kedua kalinya ini selain menimbulkan kerugian materi yang cukup besar, juga menyebabkan jatuhnya korban jiwa sebanyak empat orang yang merupakan warga Kampung Ubi, Batu Busuak (Harian Singgalang, Jumat, 14 September 2012). Hingga saat ini Kota Padang masih terus dihantui oleh risiko bencana banjir bandang dan tanah longsor. Kerentanan ini semakin diperbesar oleh kondisi sosial ekonomi Kota Padang yang sangat rentan terhadap bencana. Kepadatan penduduk yang cukup tinggi, besarnya jumlah penduduk perempuan dibandingkan laki-laki, serta banyaknya usia rentan (anak-anak dan lansia) merupakan faktor yang berpengaruh meningkatkan kerentanan Kota Padang terhadap bencana (Humaedi, dkk., 2014).

Meskipun kedatangan bencana sebagian besar tidak dapat dicegah, namun yang perlu dilakukan saat ini adalah meningkatkan berbagai macam upaya untuk mengurangi risiko bencana dengan cara mengelola risiko yang ada. Risiko bencana akan berkurang jika memiliki kapasitas terhadap bencana yang tinggi. Kapasitas tersebut terdiri dari kapasitas masyarakat, kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) terkait bencana, kapasitas kelembagaan, dan manajemen bencana yang baik. Di sisi lain ketika risiko bencana tinggi tetapi kapasitas rendah maka dampak bencana yang dirasakan akan jauh lebih besar. Salah satu kapasitas yang menjadi penting untuk ditingkatkan adalah kapasitas masyarakat terutama yang berlokasi di wilayah bencana. Hal ini dapat dilakukan salah satunya melalui peningkatan peran kepemimpinan lokal informal, seperti ketua adat, kiai, ajengan, pendeta, dan tokoh masyarakat lain dalam menghadapi situasi bencana. Secara fungsional alami, kepemimpinan lokal informal tentu akan lebih mudah diperhatikan dan diterima oleh kelompok masyarakat yang berada di wilayah bencana, asalkan tidak ada permasalahan besar dalam bangunan kedekatan emosional dan kesepahamannya. Sementara, kepemimpinan formal hanya dimaknai oleh masyarakat sebagai fungsional struktural yang membuahkan ketundukan dan “ketidakrelaan” menjalankan arahan dan perintah baik dalam bentuk “kebijakan dan program” tentang upaya pengurangan resiko bencana. Akibatnya, peran pemimpin formal selalu bersifat

artifisial (terbatas dan sementara) walaupun direncanakan dapat dijalankan secara general bagi seluruh masyarakat yang berada di wilayah rawan bencana (Humaedi, dkk., 2014). Kepemimpinan lokal tradisional ini dapat menjadi “tonggak” peningkatan kesadaran masyarakat terhadap bencana. Di beberapa wilayah di Indonesia seringkali masyarakat akan lebih mudah bergerak dan aktif jika peningkatan kesadaran dilakukan melalui pemimpin lokal setempat yang mereka hormati. Hal ini pernah terlihat dalam persoalan bencana yang terjadi di Tasikmalaya dan Padang Pariaman. Di dua lokasi ini peran ajengan dan kiai yang biasanya diposisikan sebagai pihak yang memberikan fatwa ataupun saran keagamaan sebagaimana yang diminta masyarakat. Saat bencana menimpa wilayah mereka, kedua tokoh ini ikut aktif langsung secara teknis dan fisik dalam penanganan bencana. Bahkan mekanisme kelembagaan tradisi, seperti sedekahan bumi, pengajian rutin, jaringan tarekat, dan masjidnya digunakan untuk kepentingan masyarakatnya maupun masyarakat yang berada di luar wilayahnya (Humaedi & Sakhiyya, 2011). Dalam hal ini kedua tokoh tersebut melampaui batas kapasitasnya sebagai ajengan dan kiai.

3.2. Kepemimpinan Lokal Tradisional di Padang

Banjir bandang dan tanah longsor ini sedikit banyak memberikan kesadaran masyarakat akan bencana di depan mata. Meskipun bencana tidak dapat terelakkan namun dampak besar yang ditimbulkan dapat dikurangi bahkan dicegah. Risiko bencana akan menurun jika kapasitas terhadap bencana yang dimiliki tinggi. Kapasitas masyarakat salah satunya dapat ditingkatkan melalui peran pemimpin lokal yang umumnya bersifat tradisional. Keberadaan pemimpin lokal informal dalam masyarakat Padang atau Minangkabau pada umumnya dapat dilihat dari dua organisasi sosial yang ada, yaitu organisasi sosial yang berdasar atas hubungan kekerabatan (adat) dan organisasi sosial berdasarkan kesatuan pemukiman. Kepemimpinan berdasarkan sistem adat dahulunya tidak disebut informal, karena memang itulah yang berlaku. Disebut tradisional baru terjadi pada masa Pemerintahan Orde Baru ketika sistem pemerintahan paling rendah dari nagari menjadi desa, yang diseragamkan di seluruh Indonesia (Humaedi, dkk., 2014). Dalam tulisan kali ini, pemimpin lokal yang menjadi fokus studi adalah pemimpin lokal informal yang berdasarkan hubungan kekerabatan.

Sistem kekerabatan masyarakat Padang, seperti halnya masyarakat Minangkabau pada umumnya diperhitungkan menurut garis matrilineal. Artinya seseorang itu termasuk keluarga ibunya. Kelompok kekerabatan yang ditarik menurut garis ibu itu membentuk suku. Seorang ayah berada di luar keluarga anak dan isterinya (Yunus, 2010:255). Meskipun perempuan menjadi dasar dalam menarik garis keturunan hubungan kekerabatan kesukuan, namun yang berkuasa dalam pengambilan keputusan dalam keluarga atau kekerabatan adalah seorang laki-laki yang biasa disebut “*Ninik mamak*”. Kesatuan keluarga yang terbentuk berdasar prinsip kekerabatan di atas disebut paruiik, sedangkan kesatuan komunitas yang lebih luas disebut suku. Pada masa lalu kesatuan administrasi paling rendah adalah nagari. Nagari terdiri dari beberapa suku, seperti yang di Limau Manih, terdapat lima suku, yaitu suku Piliang, Suku Caniago, Suku Melayu, Suku Jambak, dan Suku Tanjung. Setiap suku tersebut mempunyai perangkat adat, yaitu Penghulu, Urang Tuwo, Pandito, Kepalo Mudo, dan Kapala Paruiik, masing-masing dijabat oleh satu orang, sedangkan Kapala Paruiik terdiri dari beberapa orang. Kepala Nagari disebut penghulu, sedangkan kepala suku disebut datuk dan Orang tuo bertugas sebagai pengawal pelaksanaan hukum peraturan perundang-undangan (adat). Jika Kepala suku ingin mengambil suatu kebijakan terkait hukum, seorang kepala suku harus bertanya terlebih dahulu orang tuo. Hukum yang dimaksud disini adalah hukum yang terkait dengan aturan adat, bukan hukum formal sehingga orang tuo harus memiliki pengetahuan yang baik mengenai adat. Selain itu penghulu, pandito sampai kapalo paruiik merupakan elite lokal. Mereka bukan aparat pemerintah, namun dapat dikatakan sebagai aparat masyarakat adat (Humaedi, dkk., 2014).

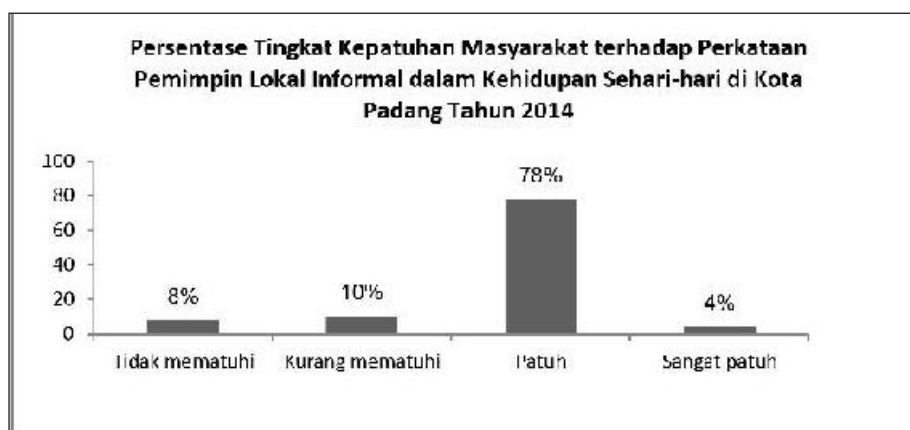
Dalam persoalan bencana, peran pemimpin lokal informal ini telah cukup terlihat di tengah masyarakat, salah satunya adalah *Ninik mamak*. Saat bencana banjir bandang dan tanah longsor di Batu Busuk, Kecamatan Pauh yang terjadi pada tahun 2012 yang lalu, *Ninik mamak* cukup berperan dalam melakukan pertolongan saat bencana terjadi, misalnya ikut dalam proses evakuasi maupun penyaluran dana bantuan dari pemerintah maupun dari lembaga sosial lainnya baik dari dalam negeri maupun dari luar negeri. Selain itu, peran lain terlihat ketika bencana telah berlalu dan hanya meninggalkan dampak yang meliputi kerugian materi (kerusakan rumah dan lahan), korban jiwa, dan trauma akan bencana, *Ninik mamak* sangat berperan dalam proses relokasi bagi korban tanah longsor yang kehilangan rumahnya karena rusak parah akibat bencana. Kepedulian *Ninik mamak* terlihat dari perannya dalam memberikan tanah untuk membangun rumah di lokasi lain pada para kemenakan yang kehilangan tempat tinggal karena tertimbun tanah longsor. Terdapat 29 rumah yang harus direlokasi untuk menghindari terjadinya longsor di kemudian hari. Dalam hal ini pemerintah dan *Ninik mamak* saling bekerja sama mewujudkan hunian relokasi untuk para korban banjir bandang dan tanah longsor. Pada saat itu Pemerintah akan memberikan bantuan pembangunan rumah bagi

para korban namun lokasi tempat pembangunan rumah diminta berada di lokasi baru yang aman terhadap risiko tanah longsor. Dalam kondisi ini, *Ninik mamak* menawarkan jalan keluar dengan memberikan tanah untuk proyek relokasi tersebut. Kepemilikan tanah menurut adat Minangkabau adalah tanah ulayat, yakni kepemilikan kolektif, milik suatu kaum, dikuasai oleh mamak kaum. Dalam adat Minangkabau, *Ninik mamak* atau kaum adalah pihak yang dipercaya dan diberi kuasa oleh kaumnya untuk mengatur segala sesuatu yang berkaitan dengan keperluan kemenakannya, termasuk dalam hal tanah ulayat, namun *Ninik mamak* tidak berkuasa mutlak atas tanah tersebut. Anak kemenakan korban longsor itu diberikan secara cuma-cuma, dan setelah itu menjadi milik pribadi anak kemenakan. Dengan demikian maka kekuasaan tanah tersebut oleh mamak kaum telah dilepaskan untuk kepentingan anak kemenakan. Sisa tanah yang lain tetap dikuasai oleh mamak kaum secara kolektif. Status tanah kolektif itu menurut adat Minangkabau adalah tanah pusaka dan tidak boleh dijual. Misalnya terdapat bagian dari tanah tersebut hendak diberikan, digadaikan, atau dilepas pada salah satu pihak, harus melalui persetujuan semua anggota kerabat.

Dapat dikatakan bahwa *Ninik mamak* memiliki peran yang cukup besar dalam penanganan bencana. Kesadaran dan kepedulian *Ninik mamak* dalam membantu pemerintah dalam persoalan bencana tidak perlu diragukan. Terlebih lagi, keberadaan *Ninik mamak* masih sangat diakui dan dihormati oleh masyarakat terutama para kemenakannya. Potensi inilah yang harus dimanfaatkan oleh Pemerintah dalam upaya pengurangan risiko bencana. Bagaimana *Ninik mamak* dapat juga berperan dalam proses kegiatan pra bencana. Peran yang sudah terlihat masih dalam wujud spontanitas dari *Ninik mamak* itu sendiri. Pemerintah melalui Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) perlu juga mengikutsertakan pemimpin lokal tradisional seperti *Ninik mamak* ini untuk ikut dalam kegiatan pra bencana. Selain menguntungkan dari sisi penggerak masyarakat untuk lebih sadar akan bencana juga dapat membantu dalam hal tenaga dan pemikirannya untuk terjun langsung dalam penanganan bencana yang berkoordinasi dengan BNPB.

Selama ini peran *Ninik mamak* lebih besar dilihat dari perspektif adat semata. *Ninik mamak* hanya dianggap pihak yang bertanggung jawab mengurus persoalan adat, seperti perkawinan dalam kekerabatan. Padahal *Ninik mamak* ini dapat juga dirangkul untuk ikut dalam kegiatan yang sifatnya mencegah besarnya risiko bencana di dalam masyarakat. *Ninik mamak* dapat menjadi pihak yang berpotensi meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap bencana mengingat masih tingginya wibawa pemimpin lokal ini di tengah masyarakat. Peran pemimpin lokal, seperti *Ninik mamak* ini dapat dioptimalkan bukan hanya ketika penanganan saat bencana terjadi, namun juga saat bencana itu belum datang (prabencana). Hal ini diyakini dapat mengurangi dampak bencana yang jauh lebih besar.

Pemimpin lokal memiliki potensi yang sangat besar untuk membantu pemerintah dalam meningkatkan kapasitas masyarakat terkait bencana. Upaya pengurangan risiko bencana diyakini akan lebih efektif jika melibatkan pemimpin lokal informal. Meskipun terdapat pemimpin lokal yang memiliki peran minim terkait bencana namun dalam kehidupan sehari-hari, sebagian besar pemimpin lokal informal yang berada di lokasi kajian ini memiliki peran yang cukup besar di dalam masyarakat baik dalam hal wibawa maupun keteladanan sehingga setiap perkataan dan nasihatnya masih dipatuhi oleh masyarakat di lokasi kajian. Hal ini salah satunya tergambar dari hasil survei yang dilakukan pada tahun 2014 yang lalu, sebagaimana terdapat dalam Gambar 2.



Gambar 2

Sumber: Hasil Survei Efektivitas Peran Kepemimpinan lokal tradisional dalam Upaya Pengurangan Risiko Bencana di Indonesia, 2014.

Berdasar Hasil Survei yang dilakukan pada tahun 2013, diketahui bahwa tingkat kepatuhan masyarakat di Kota Padang terhadap pemimpin lokal informal yang ada cukup tinggi. Lebih dari tujuh puluh

persen responden mengatakan patuh terhadap ajaran, petuah, dan perkataan dari pemimpin lokal setempat (*Ninik mamak*). Hanya kurang dari sepuluh persen masyarakat yang tidak mematuhi apa yang dikatakan oleh pemimpin lokal informal di lingkungan tempat tinggalnya. Tingkat kepatuhan masyarakat kepada pemimpin lokal informal yang cukup besar ini sesungguhnya akan semakin mendukung upaya pengurangan risiko bencana. Peningkatan peran pemimpin lokal, khususnya pemimpin lokal informal seperti *Ninik mamak* ini untuk tidak sekedar mengurus persoalan adat ataupun permasalahan sehari-hari namun juga aktif dalam persoalan bencana. Hal ini dapat menjadi alternatif strategi bagi pemerintah untuk mewujudkan masyarakat yang sadar bencana sehingga risiko bencana dapat berkurang.

4. KESIMPULAN

Dilihat dari kondisi fisik wilayah maupun kondisi sosial demografi, Kota Padang merupakan wilayah yang memiliki tingkat kerentanan cukup tinggi terhadap berbagai bencana. Tingkat kerentanan tersebut akan semakin meningkat jika kapasitas yang dimiliki oleh masyarakat di lokasi bencana juga rendah. Ketika masyarakat di lokasi bencana memiliki kapasitas yang baik dalam menghadapi bencana, risiko bencana dinyakini akan jauh berkurang, terutama risiko jatuhnya korban jiwa. Untuk meningkatkan kapasitas masyarakat terhadap bencana dibutuhkan peran serta dari berbagai pihak, terutama masyarakatnya itu sendiri. Berdasar hasil kajian yang dilakukan selama dua tahun (2013 dan 2014), upaya peningkatan kapasitas masyarakat untuk sadar akan bencana salah satunya dapat dilakukan melalui peningkatan peran kepemimpinan lokal tradisional yang terdapat di wilayah tersebut. Pemimpin lokal informal dinyakini akan jauh lebih mudah diperhatikan, diterima, dan diikuti oleh kelompok masyarakat yang berada di sekitar wilayah bencana, dengan catatan pemimpin lokal informal tersebut tidak memiliki permasalahan besar di dalam masyarakat. Sementara, jika upaya pengurangan risiko bencana hanya dilakukan oleh pemerintah melalui Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) tanpa menyertakan masyarakat didalamnya, upaya pengurangan risiko bencana tidak akan berjalan optimal dan efektif.

Masyarakat yang merupakan pihak yang paling pertama merasakan dampak dari bencana perlu ikut serta dalam upaya pengurangan risiko bencana. Oleh karena itu peningkatan kesadaran masyarakat akan bencana menjadi sangat penting. Melalui peran kepemimpinan lokal informal, peran aktif masyarakat terhadap persoalan bencana dapat terus dibangun. Sebagai contoh yang terjadi di Kota Padang, Sumatera Barat, peran pemimpin lokal informal yang ada, seperti *Ninik mamak* sangat dibutuhkan. Hal ini terlihat dari peran *Ninik mamak* saat bencana banjir bandang dan tanah longsor yang terjadi di Kecamatan Pauh dan Nanggalo pada tahun 2012 lalu. Upaya yang dilakukan *Ninik mamak* untuk memberikan lahan relokasi warga yang menjadi korban banjir bandang dan tanah longsor patut dijadikan dasar bahwa kepemimpinan lokal tradisional di lokasi ini masih sangatlah kuat. Kepedulian *Ninik mamak* untuk mencari solusi terkait hilangnya tempat tinggal warga yang menjadi korban dengan memberikan tanah ulayat (adat) untuk dibangun rumah menjadi tolak ukur bahwa *Ninik mamak* ikut terlibat dalam penanganan bencana. Dalam kondisi tersebut juga terlihat bahwa telah adanya kerjasama dan koordinasi yang cukup baik antara *Ninik mamak* dan pemerintah setempat. Melalui Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Padang, *Ninik mamak* berkoordinasi dalam penyediaan lahan relokasi tersebut. BPBD hanya dapat memberikan bantuan berupa pembangunan rumah, namun lahan diserahkan pada *Ninik mamak*. Selain persoalan relokasi tersebut, BPBD juga bekerjasama dengan *Ninik mamak* dalam hal pembentukan kelompok siaga bencana (KSB). Dalam hal ini, *Ninik mamak* sering diikutsertakan dalam keanggotaan KSB dan tidak jarang keterlibatan mereka dalam KSB cukup berhasil.

Namun demikian, kerjasama dan koordinasi yang baik ini tidak boleh berhenti diseperti persoalan penanganan pasca bencana semata. BPBD perlu juga memikirkan bagaimana jika peran *Ninik mamak* ini juga ditingkatkan dalam kegiatan pra bencana atau saat bencana belum datang. Bagaimana peran *Ninik mamak* yang selama ini dianggap hanya mengurus persoalan adat dapat dioptimalkan juga dalam upaya pengurangan risiko bencana. Setidaknya telah terbukti bahwa *Ninik mamak* masih memiliki pengaruh yang cukup kuat di dalam masyarakat. Oleh karena itu, akan semakin baik jika BPBD mengikutsertakan pemimpin lokal informal dalam upaya pengurangan risiko bencana, seperti peningkatan kesadaran masyarakat untuk waspada terhadap bencana dan perilaku siaga bencana mengingat bahwa *Ninik mamak* dapat menjadi sarana penghubung yang baik dalam kegiatan tersebut. Masyarakat dinyakini dapat lebih berpartisipasi aktif dalam kegiatan pengurangan risiko bencana jika yang mengajak merupakan pihak yang sangat dipercaya dan dihormati oleh mereka. Selain itu cara ini juga dapat menghindari potensi konflik di dalam masyarakat.

Harus diakui bahwa membangun kesadaran akan bencana dan membentuk perilaku siaga bencana untuk menjadi sebuah kebiasaan atau '*habitus*' di masyarakat tentunya membutuhkan kerja keras. Suatu perilaku dapat menjadi kebiasaan membutuhkan waktu yang cukup panjang dan serangkaian pembekalan

yang terus menerus dan konsisten untuk membangun pengetahuan dan pemahaman pada setiap individu. Salah satu elemen penting untuk membentuk *habitus* adalah melalui latihan dan proses berulang kali (*inculcation*). Maka dari itu, pelibatan pemimpin lokal informal yang terdapat di lokasi bencana dalam mewujudkan masyarakat yang sadar dan siaga terhadap bencana menjadi sangat diperlukan. Kebiasaan (*habitus*) masyarakat terhadap bencana tentu saja tidak terbangun dalam waktu sekejap, namun Pemerintah tentu saja tidak dapat menyelesaikan semua persoalan terkait bencana jika masyarakat di lokasi bencana kurang mendukung dan hanya pasrah terhadap kondisi yang ada. Masyarakat akan lebih mudah tergerak untuk turut dalam upaya pengurangan risiko bencana jika mereka merasakan bagian di dalamnya. Setidaknya sedikit demi sedikit akan mulai tertanam *habitus* yang baik dalam pengurangan risiko bencana.

DAFTAR PUSTAKA

1. BPS Kota Padang. 2012. Padang dalam Angka 2012. Kota Padang: Badan Pusat Statistik.
2. BPS Kota Padang. 2012. Pauh dalam Angka 2012. Kota Padang: Badan Pusat Statistik
3. Cutter, Susan L. and Bryan J. Boruff and W. Lynn Shirley. 2003. Social Vulnerability to
4. Environmental Hazards. Columbia: Southwestern Social Science Association.
5. Humaedi, dkk. 2014. Etnografi Bencana: Peran Kepemimpinan lokal tradisional di Tengah Kerentanan dan Risiko Bencana. Jakarta: PT. Gading Inti Prima.
6. Kleden, I., 2005. *Habitus: Iman dalam Perspektif Cultural Production* dalam RP Andrianus Sunarko, OFM, dkk. (Eds.) *Bangkit dan Bergeraklah: Dokumentasi Hasil Sidang Agung Gereja Katolik Indonesia 2005*. Jakarta: Sekretariat SAGKI.
7. Maarif, S., 2010. Bencana dan Penanggulangannya Tinjauan Dari Aspek Sosiologis. *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*, Vol. 1, No. 1, hal 1-7.
8. Peta Kota Padang. Diakses dari <http://geospasial.bnpb.go.id/2009/10/13/peta-administrasi-kotapadang/> tanggal 22 Mei 2013.
9. Potensi Ancaman Bencana. Diakses dari <http://www.bnpb.go.id/page/read/6/potensi-ancamanbencana> tanggal 22 Mei 2013.
10. Ritzer, George dan Goodman, Douglas J. (terjemahan Nurhadi). 2010. *Teori Sosiologi: Dari Teori Sosiologi Klasik Sampai Perkembangan Mutakhir Teori Sosial Postmoder*. Yogyakarta: Kreasi Wacana.
11. Surat Kabar Padang Ekspres. "Kerugian Banjir Rp. 263,9 Milyar". Jumat, tanggal 27 Juli 2012.

INFORMASI TINGKAT KERAWANAN BENCANA DENGAN MENGGUNAKAN DATA PENGINDERAAN JAUH UNTUK MENDUKUNG PENGELOLAAN DAS YANG OPTIMAL DI DAS KAHAYAN

Oleh:

Agung Rusdiytmoko^{a,*}

^aPEH Muda Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Kahayan, Kalimantan Tengah
Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia

*email: rusdiagung@yahoo.com

Abstrak

Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) memerlukan informasi spasial dan non spasial kebencanaan untuk mendukung keberhasilan program kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan. Informasi tingkat kerawanan bencana dapat diperoleh dengan memanfaatkan data penginderaan jauh. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kerawanan bencana di DAS Kahayan dengan menggunakan data penginderaan jauh dan memanfaatkan informasi kebencanaan tersebut untuk perencanaan rehabilitasi hutan dan lahan di DAS sehingga pengelolaan DAS dapat optimal. DAS Kahayan termasuk pada kategori DAS yang harus dipulihkan dengan potensi bencana utama yang dihadapi adalah banjir dan kebakaran hutan dan lahan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah memaksimalkan data penginderaan jauh untuk memperoleh gambaran tingkat kerawanan banjir dan bahaya kebakaran hutan dan lahan. Algoritma utama penginderaan jauh yang digunakan, meliputi: NDWI dan EVI. Data pokok yang digunakan adalah MODIS, Landsat 8, SRTM, dan TRMM. Flow accumulation dan indeks kebasahan merupakan informasi penting untuk mengetahui potensi banjir dan genangan. Untuk itu, tingkat bahaya banjir diperoleh dari pengolahan data SRTM, pemanfaatan algoritma NDWI dan didukung dengan analisis geomorfologi. Data EVI dipadu dengan data curah hujan hasil pengolahan data TRMM menghasilkan informasi kekeringan dan potensi kebakaran hutan dan lahan. Analisis lanjut dengan mendasarkan pada informasi persebaran titik api (hotspot) tahun 2009 - 2014 dan tingkat potensi kekeringan diperoleh informasi kebakaran hutan dan lahan. Untuk mengoptimalkan pengelolaan DAS dalam hal rehabilitasi hutan dan lahan, data kebencanaan tersebut diintegrasikan dalam database rehabilitasi hutan dan lahan. Selanjutnya, data ini digunakan sebagai data masukan untuk menyusun rencana teknik kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan. Hasil dari penelitian ini adalah terpetakannya tingkat kerawanan bencana di DAS Kahayan dan diketahuinya jenis dan tingkat kerawanan bencana pada setiap lokasi indikatif rehabilitasi hutan dan lahan.

Kata kunci: DAS, penginderaan jauh, banjir, kekeringan, rehabilitasi hutan.

1. PENDAHULUAN

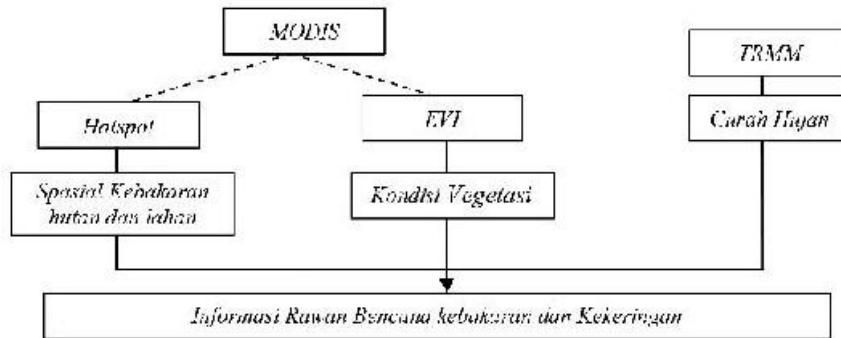
1.1. Latar Belakang

Untuk mengoptimalkan pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) diperlukan informasi detail tentang karakteristik suatu DAS yang meliputi: permasalahan dan potensi yang ada di suatu DAS. Sistem pengelolaan DAS seharusnya dilakukan secara terpadu dan melibatkan berbagai pihak atau multi stakeholder. Hal tersebut dikarenakan batas DAS tidak sama dengan batas administrasi. Prinsip dasar yang harus diketahui untuk mengelola suatu DAS secara terpadu menurut Sudaryono, 2002 meliputi beberapa kegiatan utama, yaitu: pemanfaatan sumberdaya alam (hutan, tanah dan air) harus memperhatikan aspek lingkungan, sifat pengelolaan DAS adalah multidisiplin dan lintas sektorial, berorientasi kepada rakyat sehingga tingkat kesejahteraan masyarakat meningkat, keterpaduan pengelolaan dimulai dari perencanaan pengelolaan DAS.

DAS terdiri dari 3 (tiga) unsur pokok pembentukannya, yaitu: unsur abiotik, biotik dan budaya. Unsur tersebut wajib diketahui dan dipahami sebagai dasar untuk pengelolaan DAS. Unsur abiotik yang terdiri dari beragam elemen karakteristik fisik lahan yang bersifat statis pembentuk ini merupakan faktor insitu atau

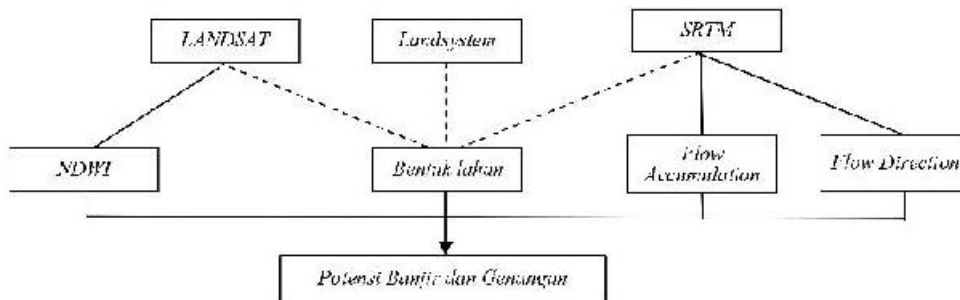
lokal yang membentuk dan mempengaruhi karakter suatu DAS. Unsur biotik mencerminkan elemen nyata yang dinamis dalam suatu DAS sedangkan unsur budaya mencerminkan perilaku elemen yang bersifat dinamis dan pengaruh keragaman dalam suatu DAS. Pengelolaan DAS secara terpadu mempunyai maksud utama untuk mengembalikan fungsi DAS dan terhindarnya dari kerusakan DAS. Salah satu indikator untuk kerusakan DAS adalah tingginya erosi, jumlah kejadian banjir, tidak terkendalinya genangan pada musim penghujan, hilangnya sumber air pada musim kemarau, dan luasan lahan kritis. Sasaran pengelolaan lahan untuk mengoptimalkan pengelolaan DAS dapat merujuk pada data persebaran lahan kritis.

Alur I. Pola pikir perolehan informasi daerah rawan kebakaran hutan dan kekeringan.



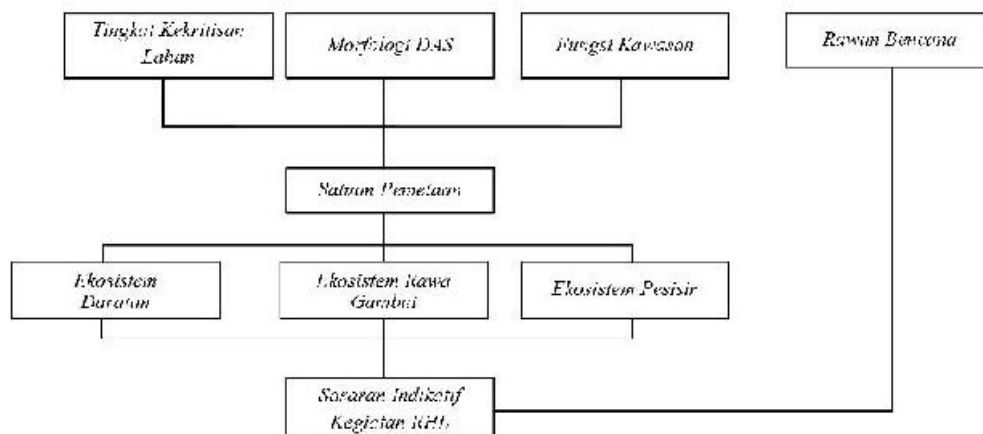
Gambar 1. Pola Pikir Perolehan Informasi Daerah Rawan Kebakaran dan Kekeringan.

Alur pikir 2. Pola pikir perolehan informasi tingkat kerawanan banjir dan genangan.



Gambar 2. Pola Pikir Perolehan Informasi Tingkat Kerawanan Banjir dan Genangan.

Alur pikir 3. Pola pikir perolehan informasi kegiatan dan tingkat rawan kebencanaannya.



Gambar 3. Pola Pikir Perolehan Informasi Kegiatan dan Tingkat Rawan Kebencanaannya.

Program rehabilitasi hutan dan lahan merupakan salah satu upaya untuk menekan dan mengantisipasi laju degradasi lahan yang dicerminkan dengan berkurangnya luasan lahan kritis. Untuk melaksanakan program rehabilitasi hutan dan lahan, data utama yang diperlukan, meliputi: distribusi lahan kritis, fungsi kawasan, dan morfologi DAS. Data lain yang diperlukan sebagai data pendukung penyusunan program rehabilitasi hutan dan lahan adalah informasi kebencanaan. Data kebencanaan diperlukan dan seharusnya dimasukkan dalam semua kegiatan perencanaan karena wilayah Indonesia tergolong daerah rawan bencana alam, seperti: banjir, longsor lahan, kekeringan, tsunami, gempa dan lain sebagainya.

Untuk itu, program rehabilitasi lahan dan hutan atau konservasi tanah dan air memerlukan dan harus memasukkan informasi tingkat kerawanan bencana. Data kebencanaan dapat diperoleh dengan memanfaatkan data penginderaan jauh. Kemampuan temporal citra satelit dapat digunakan untuk memantau suatu obyek secara berkesinambungan sehingga diperoleh data perkembangan suatu objek. Identifikasi objek di permukaan bumi dapat dikenali secara nyata dengan kemampuan spasial dan spektral yang dimiliki oleh citra satelit. Untuk itu, data penginderaan jauh dapat dipergunakan untuk membantu dalam pemetaan dan analisis daerah rawan bencana.

1.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kerawanan bencana di DAS Kahayan dengan menggunakan data penginderaan jauh dan memanfaatkan informasi kebencanaan untuk perencanaan rehabilitasi hutan dan lahan di DAS.

2. METODOLOGI

Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini, meliputi:

1. Data SRTM
Data SRTM bersumber dari LAPAN. Data SRTM ini dipergunakan untuk memperoleh gambaran kondisi topografi terutama untuk mengetahui kemiringan lereng. Pemanfaatan data SRTM yang lain adalah untuk mengetahui arah aliran (*flow direction*) secara morfologis dan akumulasi aliran (*flow accumulation*).
2. Data Landsat 8
Data Landsat 8 bersumber dari mendownload pada situs USGS. Data yang dipergunakan sebanyak 3 scene. Data Landsat dipergunakan untuk mengetahui indeks kebasahan yang diperoleh dengan memanfaatkan algoritma NDWI.
3. Data MODIS
Data MODIS bersumber dari situs modis.gsfc.nasa.gov. Data yang didownload merupakan data pilihan selama tahun 2014. Data tersebut merupakan data hasil olahan indeks vegetasi, yaitu: NDVI dan EVI. Data ini digunakan sebagai dasar untuk menentukan tingkat kerawanan kekeringan.
4. Data Kebakaran hutan (*Hotspot*).
Data titik kebakaran yang digunakan adalah data 6 tahun terakhir yaitu data dari tahun 2008 – 2014. Data titik kebakaran tersebut diperoleh dari situs <https://earthdata.nasa.gov/data/near-real-time-data/firms/active-fire-data>.

Pengolahan data

- Penilaian tingkat bahaya kebakaran hutan dan kekeringan
Data titik kebakaran hutan dan lahan diperoleh dari situs <https://earthdata.nasa.gov/data/near-real-time-data/firms/active-fire-data>. Data tersebut di clip sesuai dengan batas DAS Kahayan. Data utama yang digunakan untuk gambarnya umum tingkat kekeringan adalah data EVI. Data EVI ini merupakan dari hasil olahan citra MODIS dengan menggunakan algoritma EVI. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data selama satu tahun. Data MODIS hasil pengolahan EVI ini menggambarkan indeks vegetasi yang selanjutnya dapat diturunkan menjadi informasi tingkat kekeringan suatu vegetasi secara umum (Sri Adiningsih, 2012). Data lain yang dipergunakan untuk mendukung analisis kekeringan adalah curah hujan. Dikarenakan terbatasnya data curah hujan di stasiun pengukur curah hujan yang ada di DAS Kahayan maka digunakan data curah hujan dari data TRMM.
- Penilaian tingkat rawan bencana banjir
Untuk menilai tingkat bahaya banjir di DAS Kahayan, data pokok yang digunakan meliputi data SRTM dan Landsat 8 dan analisis geomorfologi. Parameter untuk menilai tingkat kerawanan banjir di DAS

Mentaya meliputi: kemiringan lereng, arah dan akumulasi aliran, serta perpaduan antara informasi indeks kelembaban dengan bentuklahan asal proses fluvial. Perpaduan informasi indeks kelembaban dan bentuk lahan asal proses fluvial ini diharapkan mampu memberikan informasi potensi genangan jika terjadi hujan.

- Perencanaan rehabilitasi hutan dan lahan

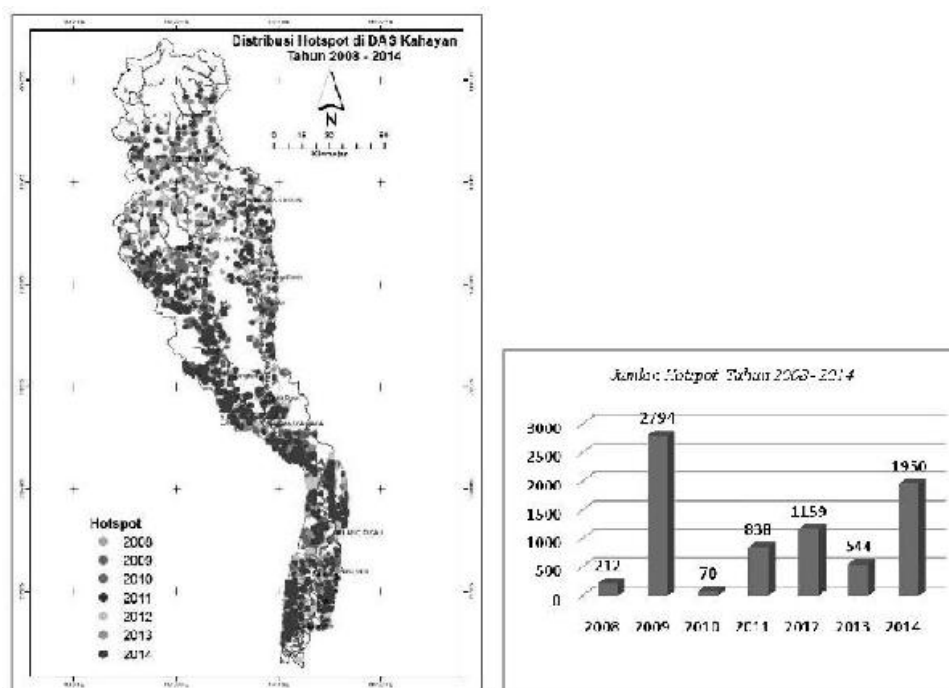
Tujuan utama rehabilitasi hutan dan lahan adalah mengembalikan fungsi dan peran ekosistem dan menekan laju degradasi lahan. Data dasar yang digunakan adalah informasi tingkat kekritisan lahan. Data ini berisikan tentang klasifikasi kekritisan lahan yang dikelompokkan menjadi sangat kritis, kritis, agak kritis, potensial kritis dan tidak kritis. Tingkat kekritisan lahan ini dibangun dengan melibatkan beberapa komponen, yaitu: tingkat bahaya erosi, penggunaan lahan, data manajemen lahan dan produktivitas lahan. Target rehabilitasi lahan sesuai dengan Rencana Teknik Rehabilitasi hutan dan lahan Permenhut Nomor: 32/Menhut-II/2009 adalah lahan yang dikategorikan sangat kritis, kritis dan agak kritis. Dalam permenhut tersebut telah diatur tentang komponen yang harus diperhatikan untuk melakukan tindakan rehabilitasi hutan dan lahan, yaitu: pembuatan satuan pemetaan lahan dan matrik rencana teknik rehabilitasi. Namun, dalam permenhut tersebut tidak diatur tentang teknik pengolahan data bencana yang mempengaruhi kegiatan rehabilitasi, seperti: bencana kekeringan, banjir, kebakaran hutan, gunung berapi, longsor, tsunami, dan lain sebagainya.

Dalam penelitian ini, perencanaan rehabilitasi hutan dan lahan dibagi dalam 3 unit utama ekosistem, yaitu: unit ekosistem daratan-lahan kering, ekosistem rawa gambut, dan ekosistem mangrove sempadan pantai. Untuk memperoleh unit ekosistem daratan-lahan kering digunakan teknik *overlay* antara informasi tingkat kekritisan lahan, morfologi DAS dan fungsi kawasan. *Overlay* ini menghasilkan informasi satuan pemetaan lahan yang digunakan sebagai informasi utama pembuatan matrik rencana teknik rehabilitasi hutan dan lahan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Informasi Daerah Rawan Kebakaran Hutan dan Kekeringan

Untuk memperoleh informasi daerah rawan kebakaran pada penelitian ini menggunakan data historis kebakaran hutan dan lahan. Data yang digunakan adalah hasil perekaman kebakaran hutan dan lahan oleh citra satelit MODIS. Data yang digunakan adalah hasil perekaman dari tahun 2008 – 2014. Titik kebakaran tersebut diplotkan dalam informasi spasial kebakaran hutan dan lahan. Hasil plotting tersebut disajikan pada Gambar 4.



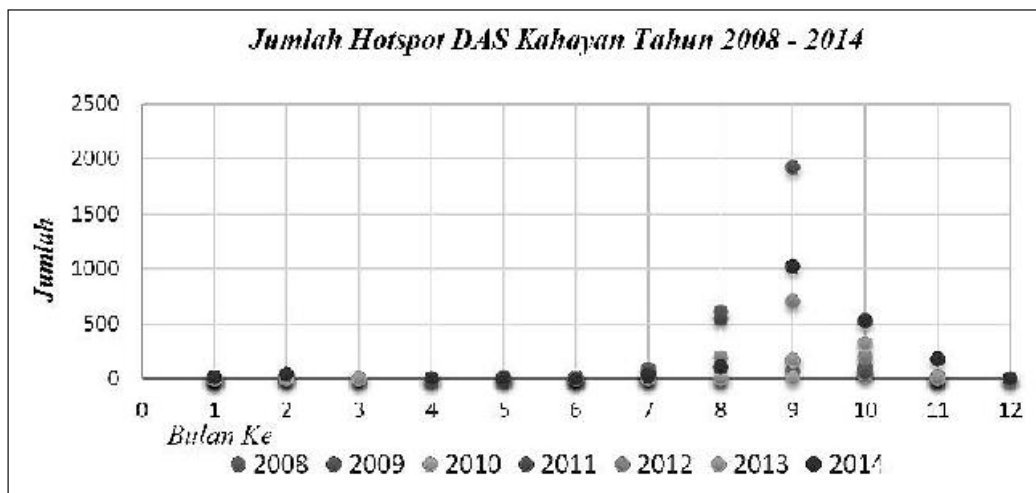
Gambar 4. Distribusi Spasial dan Grafik Titik Kebakaran Hutan dan Lahan di DAS Kahayan dari Tahun 2008 – 2014.

Tabel 1. Jumlah Titik Kebakaran Tahun 2008 – 2014 pada Setiap Morfologi DAS

		Morfologi DAS			Jumlah
		Hulu	Tengah	Hilir	
Tahun	2008	81	94	37	212
	2009	108	819	1.867	2.794
	2010	32	26	12	70
	2011	76	202	560	838
	2012	137	146	876	1.159
	2013	187	156	201	544
	2014	97	630	1.223	1.950
Jumlah		718	2.073	4.776	7.567

Dari gambar tersebut, secara spasial titik kebakaran hutan dan lahan bervariasi dari tahun ke tahun dengan jumlah kumulatif 7.567 titik. Jumlah titik kebakaran hutan dan lahan paling banyak sejumlah 2.794 terjadi pada tahun 2009. Jumlah titik kebakaran hutan dan lahan pada tahun 2010 sangat kecil yaitu sejumlah 70 titik. Selanjutnya jumlah titik kebakaran hutan dan lahan bertambah mencapai 1.950 titik pada tahun 2014. Jumlah titik kebakaran dari tahun 2008 – 2014 secara umum terjadi pada morfologi DAS bagian hilir dengan jumlah akumulasi titik kebakaran hutan dan lahan sejumlah 4.776 titik, pada bagian tengah sejumlah 2.073 titik dan pada bagian hulu sejumlah 718 titik.

Selanjutnya titik kebakaran hutan tersebut dikelompokkan sesuai dengan bulan kejadiannya. Hasil yang diperoleh adalah grafik yang menggambarkan titik kejadian kebakaran hutan dan lahan pada setiap bulan selama tahun 2009 – 2014 setiap bulan. Grafik tersebut disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Persebaran Titik Kebakaran Tahun 2008 – 2014 di DAS Kahayan.

Dari hasil Gambar 5 di atas, grafik kejadian *hotspot* antara tahun 2008 – 2014 menunjukkan bahwa kejadian kebakaran hutan dan lahan hampir terjadi setiap bulan. *Hotspot* yang diperoleh dari hasil ekstraksi citra MODIS ini menunjukkan *hotspot* meningkat antara bulan ke-7 (Juli) sampai dengan bulan ke-11 (November). Puncak kejadian kebakaran hutan ditunjukkan dengan jumlah *hotspot* yang paling banyak yaitu pada bulan ke-9 (September). Untuk itu, antara bulan Juli sampai dengan Nopember harus mewaspadai bencana kebakaran hutan dan lahan terutama pada bulan Agustus sampai dengan Oktober.

Kebakaran hutan dan lahan ini terjadi pada musim kemarau dengan jumlah hujan maksimum bulanan yang rendah. Hal tersebut dapat diperhatikan dari analisis data curah hujan bulanan dari tahun 2009 – 2014. Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra satelit TRMM. Hasil yang diperoleh disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Curah Hujan Maksimum TRMM dari Tahun 2009 – 2014 di DAS Kahayan

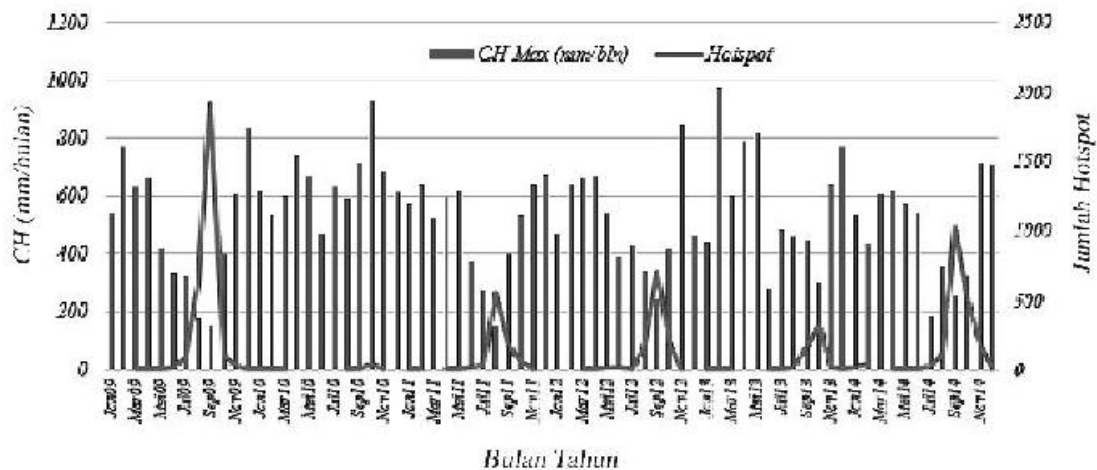
Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2009	544	770	632	661	416	334	321	177	152	399	609	832
2010	620	536	602	738	670	468	633	591	713	931	687	615
2011	569	636	522	594	618	376	276	157	401	537	635	673
2012	468	646	662	667	543	396	428	341	245	416	847	462
2013	443	973	602	785	813	278	483	461	447	305	638	768
2014	534	436	607	621	573	545	183	356	258	326	712	707

Sumber: Pengolahan data TRMM, 2009 - 2014.

Dari data curah hujan bulanan tersebut terlihat bahwa terjadi variasi hujan setiap bulan. Hujan terjadi setiap bulan dengan nilai hujan yang berbeda. Musim penghujan terjadi mulai dari bulan November dan berakhir pada bulan Juni. Musim kemarau dimulai musim juli berakhir pada musim Oktober. Analisis hujan ini dapat dijadikan informasi utama untuk kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan secara vegetatif seperti penanaman yang dilaksanakan pada bulan November.

Untuk memperkuat analisis tentang rawan bahaya kebakaran dan kekeringan di DAS Kahayan, data hotspot bulanan antara tahun 2009 – 2014 diplotkan pada curah hujan. Hasil yang diperoleh disajikan pada Gambar 6.

Kondisi Curah Hujan Bulanan dan Hotspot Tahun 2009 - 2014 DAS Kahayan



Gambar 6. Grafik kondisi Curah Hujan Bulanan dan Hotspot Tahun 2009 – 2014 DAS Kahayan.

Dalam penelitian ini, tingkat kerawanan kekeringan menggunakan informasi indeks vegetasi dengan memanfaatkan algoritma EVI. Raharjo (2009) menggunakan data NDVI untuk mengetahui distribusi kekeringan di Kabupaten Kebumen. Data NDVI tersebut dipadukan dengan data kondisi aquifer, kondisi pertanian dan curah hujan sehingga diketahui distribusi spasial potensi kekeringan. Untuk itu, data indeks vegetasi dengan algoritma EVI dapat menggambarkan kekeringan suatu wilayah secara umum (Sri Adiningsih, 2014). Adapun hasil yang diperoleh dari hasil analisis curah hujan dan EVI digambarkan pada Gambar 7.

Secara spasial, potensi rawan kekeringan di DAS Kahayan terjadi pada lahan dengan kondisi tingkat kerapatan vegetasi jarang. Tutupan vegetasi dengan tingkat kerapatan jarang tersebut identik dengan suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan vegetasi dengan tingkat kerapatan tinggi. Hal tersebut menyebabkan tingginya pantulan sinar matahari sehingga meningkatnya penguapan suhu permukaan dan suhu yang tinggi. Wilayah dengan tingkat kerawanan kekeringan tinggi dan sangat tinggi di DAS Kahayan tersebar pada beberapa lokasi terutama di bagian hilir dan tengah dari DAS Kahayan.

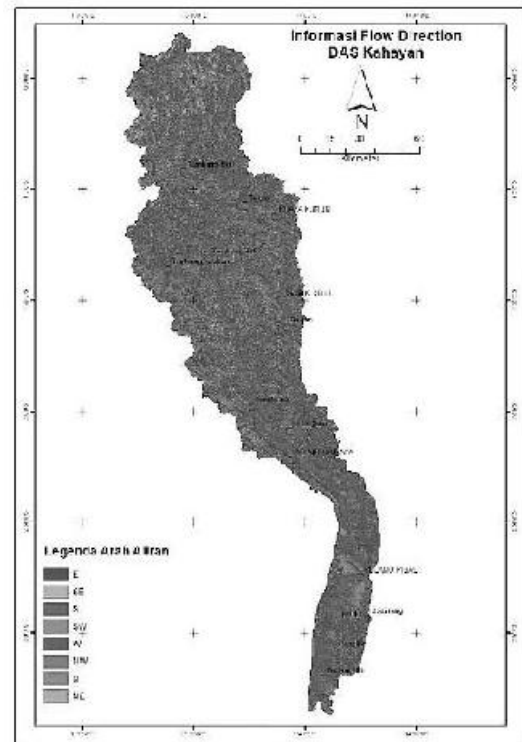
Banjir yang terjadi di beberapa lokasi di DAS Kahayan dapat dikategorikan pada tipe banjir luapan dan limpasan. Banjir tersebut dominan terjadi pada bagian tengah dan hilir DAS Kahayan. Faktor utama yang mempengaruhi adalah topografi di bagian hilir DAS yang sangat datar dengan material utama adalah gambut

dan alluvium. Detail bentuk lahan wilayah yang mengalami banjir genangan dan limpasan ini, meliputi: meander, rawa belakang, rataan pasang surut, teras sungai dan dataran aluvial. Bentuk lain yang sering ditemui adalah danau-danau hasil proses luapan air Sungai Kahayan dan genangan hasil limpasan permukaan. Hal tersebut menandakan bahwa lokasi tersebut sangat dipengaruhi oleh proses fluvial terutama adanya pengaruh luapan air.

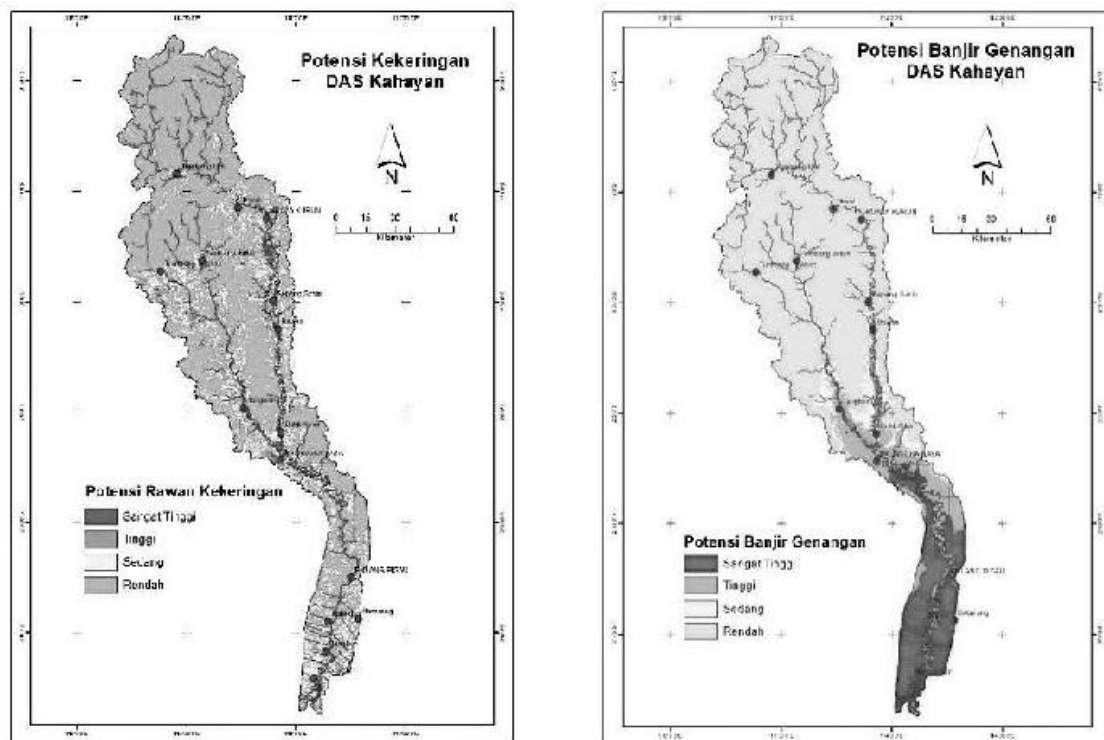
Data SRTM dapat dipergunakan untuk mengetahui informasi arah aliran dan akumulasi aliran. Hasil yang diperoleh adalah arah aliran (*flow direction*) di DAS Kahayan sangat bervariasi. Hal ini menunjukkan bahwa banjir yang terjadi merupakan banjir genangan. Akumulasi aliran yang terjadi identik dengan sungai. Untuk memperjelas potensi kejadian banjir dan genangan, dilakukan penggabungan antara indeks kebasahan NDWI dan informasi topografi kontur hasil ekstraksi SRTM. Hasil yang diperoleh disajikan pada gambar 8.

Dari pengolahan data Landsat 8 dengan menggunakan formula NDWI dipadu dengan informasi SRTM, dapat dianalisis tentang distribusi potensi genangan. Potensi genangan dengan kategori tinggi-sangat tinggi terdistribusi secara spasial pada bagian hilir DAS dengan topografi datar dengan material berupa gambut. Banjir yang terjadi digolongkan pada banjir tipe genangan dan luapan. Luapan yang terjadi berasal dari air sungai Kahayan. Kondisi morfologi yang datar ini merupakan tempat yang rawan terjadi genangan dan banjir luapan.

Sasaran kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan adalah lahan yang telah terdegradasi yang dicerminkan dengan lahan tingkat kekritisan lahan. Informasi kekritisan lahan diperoleh dari perpaduan data-data yang meliputi: tingkat bahaya erosi, penutupan lahan, fungsi kawasan, tingkat kematangan gambut, subsiden

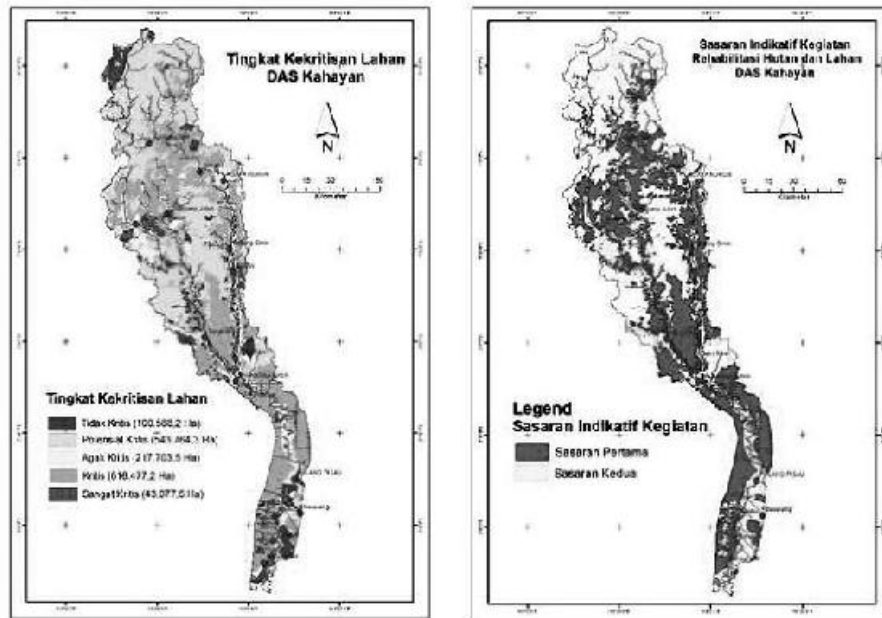


Gambar 7. Potensi Kekeringan DAS Kahayan.

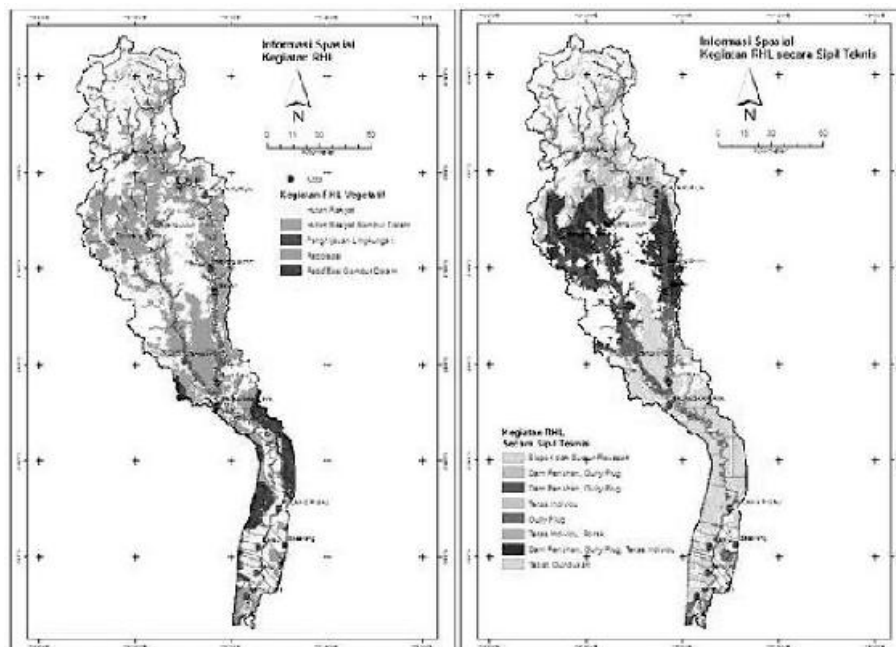


Gambar 8. Informasi Arah Aliran dan Potensi Banjir Genangan DAS Kahayan.

gambut, menejemen lahan, dan produktifitas lahan. Sasaran prioritas kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan adalah lahan dengan kategori sangat kritis, kritis, dan agak kritis. Berdasarkan tingkat kekritisan lahan, DAS Kahayan termasuk DAS yang harus dipulihkan. Hal tersebut berdasarkan pada luasan lahan kritis yang sangat tinggi dengan luasan lahan kategori kritis seluas 616.477,2 Ha, kategori lahan agak kritis seluas 217.703,5 Ha dan kategori lahan sangat kritis seluas 43.077,6 Ha. Untuk itu, kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan difokuskan pada lahan-lahan dengan kategori tersebut. Sebagai gambaran nyata sasaran kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan dispasialkan pada Gambar 9.



Gambar 9. a). Tingkat Kekritisan Lahan b). Sasaran Indikatif Kegiatan Rehabilitasi hutan dan Lahan.

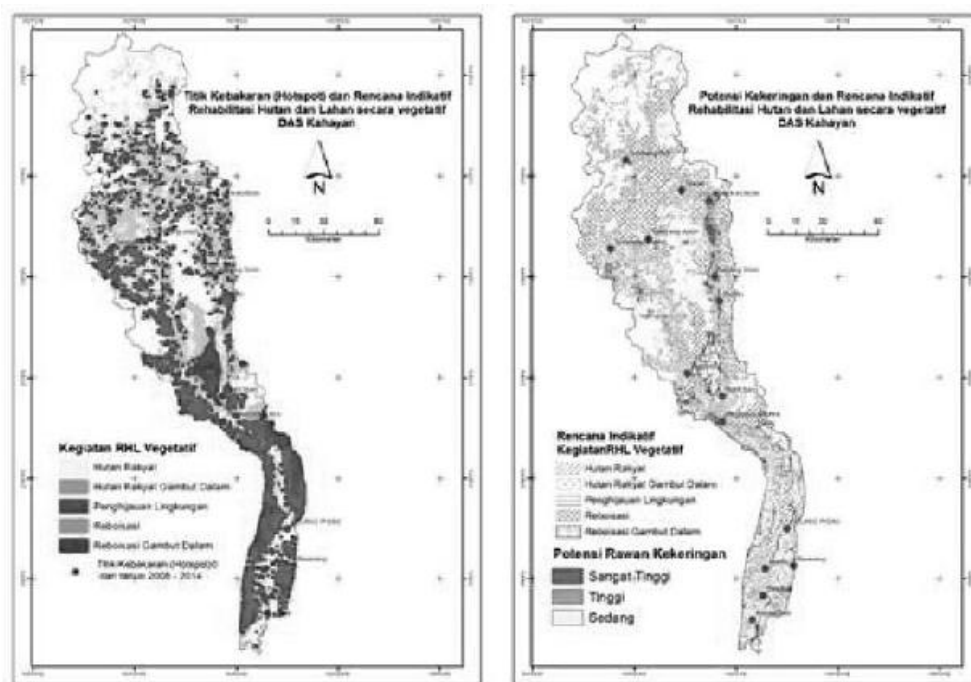


Gambar 9. Sebaran Indikatif Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan.

3.2. Lahan

Selanjutnya, rehabilitasi hutan dan lahan dibagi menjadi 2 jenis kegiatan yaitu rehabilitasi hutan dan lahan secara vegetative dan rehabilitasi sipil teknis. Kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan secara vegetative

dibagi menjadi 2 kegiatan utama yaitu reboisasi dan penghijauan. Adapun distribusi kegiatan tersebut disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Informasi Spasial Potensi Bencana Kebakaran Hutan dan Kekeringan Terhadap Rencana Rehabilitasi Hutan dan Lahan Secara Vegetative di DAS Kahayan.

Dari gambar di atas dapat diketahui distribusi kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan secara vegetative yang terbagi menjadi 5 jenis kegiatan, yaitu: Hutan Rakyat Gambut Dalam, Hutan Rakyat, Penghijauan Lingkungan, Reboisasi, dan Reboisasi Gambut Dalam. Untuk lebih jelasnya jenis dan luasannya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Jenis dan Luas Kegiatan RHL di DAS Kahayan

No.	Jenis Kegiatan	Luas	
		Ha	%
1	Hutan Rakyat	212.915,20	24,27
2	Hutan Rakyat Gambut Dalam	14.325,99	1,63
3	Penghijauan Lingkungan	10.168,98	1,16
4	Reboisasi	552.278,54	62,96
5	Reboisasi Gambut Dalam	87.512,32	9,98
Grand Total		877.201,02	100,00

Sumber: Rusdiyatomoko, 2015

Dari hasil olahan data dengan rujukan tingkat kekritisn lahan, karakteristik lahan DAS Kahayan dan fungsi kawasan, kegiatan indikatif rehabilitasi hutan dan lahan yang berorientasi mengembalikan fungsi ekosistem dan menekan lahan kritis didominasi oleh sasaran kegiatan reboisasi yaitu sebesar 552.278,54 Ha. Hutan rakyat seluas 212.915,20 Ha merupakan target luasan yang harus dilakukan untuk menekan laju degradasi hutan dan lahan di luar kawasan hutan. Program kegiatan ini melibatkan unsur masyarakat dikarenakan lahan yang dipergunakan adalah lahan masyarakat.

Selain memperhatikan karakteristik fisik lahan dan karakteristik sosial ekonomi masyarakat sekitar kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan, faktor utama lainnya yang harus dipertimbangkan adalah informasi sejarah kejadian bencana dan potensi rawan kebencanaannya. DAS Kahayan termasuk DAS yang unik.

Bagian hulu DAS Kahayan mempunyai karakteristik lahan yang identik dengan lahan kering dengan tanah mineral. Di bagian ini proses erosi merupakan salah satu penyebab terjadinya degradasi lahan. Bagian tengah DAS identik dengan zona transportasi. Zona ini identik dengan munculnya beberapa permasalahan DAS karena mulai banyaknya tekanan penduduk terhadap lahan dan munculkan permasalahan terkait dengan bencana seperti terjadinya kebakaran hutan dan lahan dan tingginya penguapan dan luapan air sungai. Asap sebagai salah satu produk nyata dari kebakaran hutan dan lahan mulai terjadi pada bagian DAS ini. Karakteristik Sungai yang ditandai dengan bentuk meander, gosong sungai, jebakan-jebakan air sehingga menjadi danau atau rawa mulai muncul pada bagian tengah DAS Kahayan sehingga rawan terhadap banjir. Bagian hilir DAS Kahayan sangat unik karena terdapatnya bentanglahan gambut. Bentang lahan gambut ini identik dengan potensi genangan sepanjang tahun dan kemampuannya untuk menyimpan dan mengeluarkan air. Untuk itu, informasi kebencanaan sangat penting dimasukkan dalam perencanaan rehabilitasi hutan dan lahan dalam rangka pengoptimalan peran DAS untuk menjaga keseimbangan ekosistem.

Untuk memperoleh informasi kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan yang berbasis informasi kebencanaan, teknik yang diaplikasikan adalah teknik tumpang susun dengan menggunakan sistem informasi. Data yang ditumpangsusunkan dan disadap informasinya adalah informasi spasial kebencanaan dan indikatif sebaran kegiatan RHL. Hasil informasi ini penting untuk kegiatan RHL yang meliputi: proses pemilihan, waktu dan teknik kegiatan RHL secara vegetatif.

Dari hasil pengolahan data dengan teknik sistem informasi geografi, diperoleh informasi kendala kegiatan RHL secara vegetative yaitu bencana kebakaran hutan dan lahan yang hampir terjadi setiap tahun. Hal ini merujuk pada hasil pengumpulan data kebakaran hutan dan lahan (*hotspot*) tahun 2008 – 2014. Untuk itu, diperlukan kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan yang lebih detail dan komprehensif jika dibandingkan dengan perencanaan kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan di daerah tanpa bencana kebakaran. Kegiatan yang membedakan adalah ketepatan pemilihan jenis yang mampu bertahan terhadap api atau kemampuan tumbuh di daerah lahan bekas terbakar. Jenis bibit yang dapat dipertimbangkan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kondisi Areal dan Alternatif Jenis Tanaman

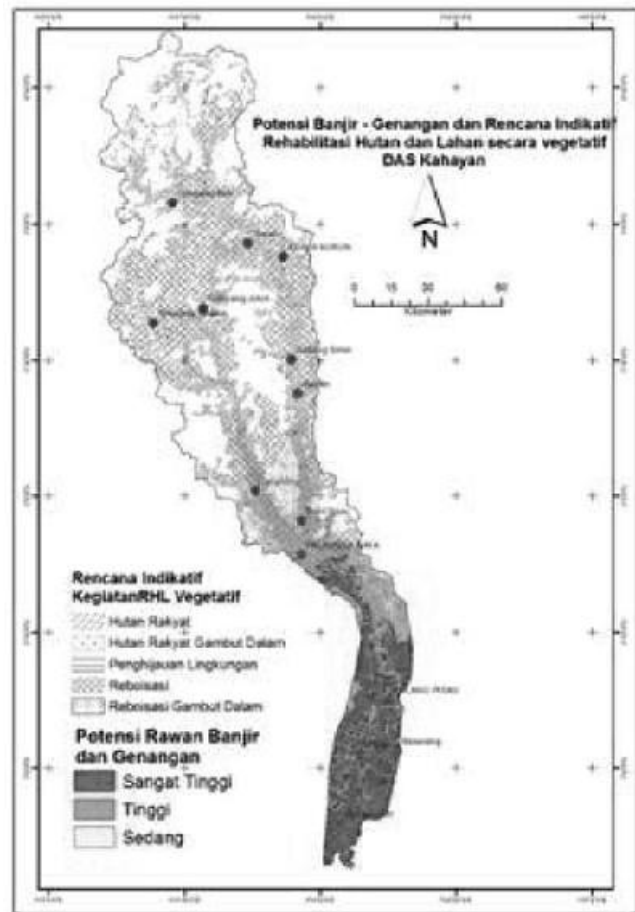
No.	Kondisi Areal	Alternatif Jenis Tanaman
1.	<ul style="list-style-type: none"> Bekas terbakar ringan – sedang Areal tebang habis Areal Terbuka – Vegetasi jarang 	Jelutung rawa (<i>Dyera lowii</i>) Perepat (<i>Combretocarpus rotundatus</i>) Belangiran (<i>Shorea belangeran</i>) Perupuk (<i>Coccoceras borneense</i>) Pulau Rawa (<i>Alstonia pneumatophora</i>) Rengas manuk (<i>Melanorhoea waliicichi</i>) Terentang (<i>Camptosperma macrophylla</i>)
2.	<ul style="list-style-type: none"> Bekas terbakar yang telah mengalami suksesi Bekas tebang selektif Penutupan vegetasi sedang 	Meranti rawa (<i>Shorea pauciflora</i> , <i>shorea tysmanniana</i> , <i>Shorea uliginosa</i>) Merapat (<i>Combretocarpus rotundatus</i>) Durian (<i>Durio carinatus</i>) Ramin (<i>Gonystylus bancanus</i>) Punak (<i>Tetramerista glabra</i>) Kempas (<i>Koompassia malaccensis</i>) Resak (<i>Vatica rassak</i>) Sungkai (<i>Peronema canescens</i>) Kapur Naga (<i>Calophyllum macrocarpum</i>) Nyatoh (<i>Paquium spp.</i>) Bintangur (<i>Calaphyllum spp.</i>)
3.	<ul style="list-style-type: none"> Bekas tebang selektif Masih banyak dijumpai pohon Penutupan vegetasi masih tinggi Telah kehilangan jenis tanaman komersil (bernilai tinggi) 	Meranti rawa (<i>Shorea pauciflora</i> , <i>Shorea tysmannia</i> , <i>Shorea uliginosa</i>) Ramin (<i>Gonystylus bancanus</i>) Punak (<i>Tetramerista glabra</i>) Balam (<i>Palaquium rostratum</i>) Medang (<i>Litsea calophyllantha</i>) Kempas (<i>Koompassia malaccensis</i>) Rotan (<i>Calamus spp</i>) Gemor (<i>Alseodhapne helophylla</i>)

Sumber: Manual RHL di Kawasan Bergambut dengan Pola Khusus, 2014.

Untuk pelaksanaan penanaman, diperlukan data tentang curah hujan dan prediksi awal musim serta potensi kekeringan yang terjadi. Dalam penelitian ini, detail perolehan data curah hujan dan prediksi tidak dibahas. Dari hasil kajian diperoleh informasi tentang pemilihan bulan penanaman yang disajikan pada tabel

Banjir dan genangan merupakan salah jenis bencana yang dihadapi di DAS Kahayan pada musim penghujan yang sering terjadi pada bulan Nopember – Februari dengan akhir musim penghujan pada bulan Maret-April. Perpaduan informasi potensi banjir-genangan dan rencana indikatif RHL secara vegetatif di DAS Kahayan disajikan pada Gambar 11.

Dari gambar 10. Terlihat bahwa potensi genangan rawan-sangat rawan terjadi pada bagian hilir DAS Kahayan. Hal ini disebabkan karena faktor morfologi berupa cekungan-dataran dan material dasar yaitu gambut dan alluvium dan rombakan lereng. Konsep utama RHL di DAS bagian hilir ini adalah reboisasi gambut dalam dan hutan rakyat gambut dalam. Untuk itu, diperlukan konsep khusus untuk pengelolaannya. Konserp dasar yang digunakan adalah RHL sipil teknis dengan membangun tokongan. Sistem tokongan ini dibuat pada daerah rawan genangan – banjir.



Gambar 11. Informasi Spasial Potensi Banjir - Genangan Terhadap Rencana Rehabilitasi Hutan dan Lahan Secara Vegetative di DAS Kahayan.

Tabel 5. Waktu Penanaman pada Kondisi Ada dan Tidaknya Genangan

No.	Bulan	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1.	Penanaman di Daerah tanpa genangan												
2.	Penanaman di Daerah Genangan												

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini, meliputi:

1. DAS Kahayan terbagi 3 bagian, yaitu: bagian hulu, tengah, dan hilir. Tingkat kekritisian lahan di DAS Kahayan yang menjadi sasaran rehabilitasi hutan dan lahan seluas 616.477,2 Ha untuk lahan dengan kategori kritis, 217.703,5 Ha untuk lahan agak kritis dan 43.077,6 Ha untuk lahan sangat kritis.
2. Tingkat kerawanan bencana di DAS Kahayan yang terkait dengan kegiatan rehabilitasi hutan dan ialah banjir-genangan, kekeringan dan kebakaran hutan dan lahan untuk mengetahui tingkat kerawanan bencana tersebut menggunakan data-data penginderaan jauh seperti: Landsat 8 untuk memperoleh informasi spasial genangan dengan algoritma NDWI, Citra MODIS untuk memperoleh informasi spasial titik kebakaran hutan dan lahan serta informasi umum tingkat kekeringan, Citra TRMM untuk memperoleh gambaran hujan dan prediksi hujan.
3. Bencana kebakaran hutan dan lahan serta kekeringan terjadi pada bulan bulan ke-7 (Juli) sampai dengan bulan ke-11 (November). Puncak kejadian kebakaran hutan tertinggi pada bulan ke-9 (September).

4. Bencana banjir-genangan yang menjadi hambatan dalam kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan terjadi diantara bulan Nopember – Februari dengan akhir musim penghujan pada bulan Maret-April.
5. Pelaksanaan program rehabilitasi hutan dan lahan harus memperhatikan tingkat kerawanan bencana dan informasi spasialnya. Program Rehabilitasi hutan dan lahan yang disarankan meliputi: Hutan Rakyat, Hutan Rakyat Gambut Dalam, Penghijauan Lingkungan, Reboisasi, dan Reboisasi Gambut Dalam. Untuk keberhasilan pelaksanaan program tersebut diperlukan perencanaan dalam hal pemilihan bibit tanaman, waktu penanaman dan teknik penanamannya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Blackham, Grace V., Webb, Edward L., Corlett Richard, 2014, Natural Regeneration in a Degraded Tropical Peatland, Central Kalimantan, Indonesia: Implication for Forest Restoration, *Forest Ecology and Management* 324 (2014) 8-15.
2. BPDAS Kahayan, 2014. Manual Rehabilitasi Hutan dan Lahan di Kawasan Bergambut dengan Pola Khusus, Palangka Raya
3. Eckert Sandra, Husler Fabia, Liniger Hanspeter. Hodel Elias, 2015, Trend Analysis of MODIS NDVI Time Series for Detecting Land Degradation and Regeneration in Mongolia, *Journal of Arid Environments* 113 (2015) 16 – 28.
4. Huete, A., K.Didan, T.Miura, E.P.Rodriguez, X.Gao, L.G.Ferreira, 2002. Overview of Radiometric and Biophysical Performance of The MODIS Vegetation Indices. *Remote Sensing of Environment* 83, 2002: 195 – 213.
5. Kusnama, 2008, Batubara Formasi Warukin di Daerah Sampit dan Sekitarnya, Kalimantan Tengah, *Jurnal Geologi Indonesia*, Vol. 3 No.1 Hal: 11 -22
6. Meneses-Tovar, C.L., 2011, NDVI as Indicator of degradation, *Unasylva* 238, Vol.62, 2011/2.
7. Rahadjo, P. D. 2009. Aplikasi Teknik Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografi untuk identifikasi Potensi Kekeringan. (<http://puguhdraharjo.wordpress.com/2007/13/aplikasi-teknik-penginderaan-jauh-dan-sistem-informasi-geografis-untuk-identifikasi-potensi-kekeringan/> / diakses 11 April 2015)
8. Sri Adiningsing Erna, 2014, Tinjauan Metode Deteksi Parameter Kekeringan Berbasis Data Penginderaan Jauh, *Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014*, 210 - 220
9. Sudaryono, 2002, Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) terpadu, Konsep Pembangunan Berkelanjutan, *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol.3, No.2, Mei 2002: 153 – 158
10. Soerianegara I. Dan Indrawan A. 2013. *Ekologi Hutan Indonesia*. Departemen Manajemen Hutan. Fakultas Kehutanan. Intitut Pertanian Bogor. Bogor.
11. Tzitziki J. Garca-Mora, Jean-Francois Mas & Everett A. Hinkley (2012) Landcover mapping applications with MODIS: a literature review, *International Journal of Digital Earth*, 5:1, 63-87,
12. Yustisi Arini Enggar, Hidayat Rahmat, Faqih Akhmat, 2015, Rainfall simulation using RegCM4 model in Kalimantan during El Nino Southern Oscillation, *The 1st International Symposium on LAPAN-IPB Satellite for Food Security and Environment Monitoring*, *Procedia Environmental Sciences* 24 (2015) 70 – 86.

PENERAPAN KONSEP AREA BUSINESS CONTINUITY MANAGEMENT DALAM MEMBANGUN KETANGGUHAN WILAYAH YANG PADAT KAWASAN INDUSTRI DI INDONESIA

Oleh:

Krishna S. Pribadi dan Aria Mariany

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan

Institut Teknologi Bandung

E-mail: ksuryanto@si.itb.ac.id

Abstrak

Bencana gempa bumi dan tsunami besar di Jepang serta banjir Sungai Chao Phraya di Thailand yang terjadi pada tahun 2011 memberikan pelajaran yang sangat berharga bagi dunia usaha dan perekonomian. Dampak bencana terhadap perusahaan-perusahaan di wilayah yang terdampak dapat mempengaruhi secara dahsyat perekonomian suatu negara, kawasan regional bahkan global. Industri manufaktur yang terdampak terpaksa menghentikan operasinya dan membutuhkan waktu cukup lama untuk pulih dan beroperasi kembali seperti semula. Tidak jarang perusahaan industri pada akhirnya menutup usahanya karena tidak mampu bangkit kembali, dan hal ini berdampak kepada pendapatan regional dan nasional. Pada era globalisasi ini berbagai perusahaan industri memiliki saling ketergantungan yang sangat kuat, karena rantai pasok dari suatu industri besar dapat terdiri dari ratusan industri kecil dan menengah yang tersebar di berbagai daerah, bahkan di berbagai negara. Bila terjadi bencana besar seperti banjir atau gempa bumi yang melanda suatu wilayah padat industri, maka kegiatan industri akan terganggu karena terputusnya layanan logistik dan pasokan energy, air dan informasi, bahkan juga bila industri-industri itu sendiri tidak mengalami kerusakan. Kelangsungan berbagai usaha maupun perekonomian wilayah akan sangat tergantung pada kemampuan wilayah itu untuk dengan cepat memulihkan layanan infrastruktur transportasi dan utilitas serta memulihkan situasi masyarakat pasca bencana. Bila industri-industri pada wilayah ini tidak mampu bangkit kembali dengan cepat, maka akan banyak usaha industri di wilayah atau bahkan negara lain yang akan terganggu. Manajemen Kelangsungan Bisnis Wilayah (BCM Wilayah) merupakan sebuah pendekatan kerjasama yang dapat digunakan oleh berbagai wilayah yang padat kawasan industri, dalam rangka membangun kemampuannya untuk pulih dengan cepat melalui pemulihan berbagai layanan dan kondisi masyarakatnya pasca suatu bencana besar, sehingga kelangsungan bisnis baik dari masing-masing perusahaan maupun secara wilayah akan terjamin. Pendekatan ini merupakan suatu pendekatan baru yang sekarang sedang didorong implementasinya oleh JICA di berbagai negara ASEAN, khususnya di Indonesia, Filipina dan Vietnam yang memiliki pertumbuhan ekonomi cukup tinggi. Dengan menerapkan konsep BCM Wilayah ini maka wilayah-wilayah yang memiliki konsentrasi kawasan industri yang tinggi akan meningkatkan ketangguhannya dalam menghadapi bencana dan akan mengurangi risiko bencana di wilayah tersebut. Makalah ini menyajikan konsep pendekatan BCM Wilayah dengan berbagai perangkatnya dan bagaimana konsep ini dapat diterapkan di berbagai daerah di Indonesia.

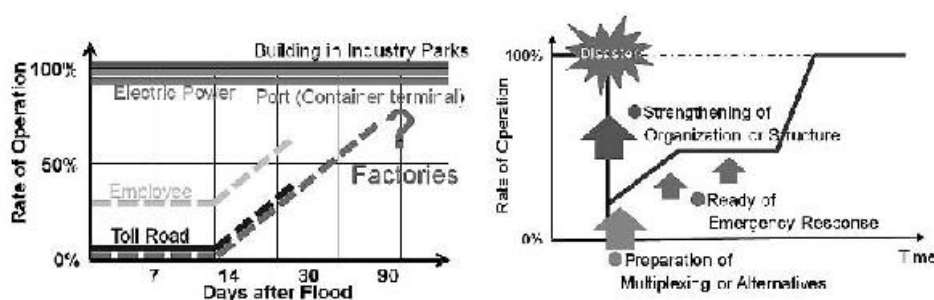
Kata Kunci: Ketangguhan wilayah, industri, BCM, pemulihan pascabencana

1. PENDAHULUAN

Bencana gempa bumi dan tsunami besar di Jepang serta banjir Sungai Chao Phraya di Thailand yang terjadi pada tahun 2011 memberikan pelajaran yang sangat berharga bagi dunia usaha dan perekonomian. Dampak bencana terhadap perusahaan-perusahaan di wilayah yang terdampak dapat mempengaruhi secara dahsyat perekonomian suatu negara, kawasan regional bahkan global, hal ini disebabkan terpengaruhnya rantai pasok (*supply chain*) dari industri-industri tersebut (Ando & Kimura, 2012; Komori, et al., 2012).

Sebagai contoh, bencana gempa bumi dan tsunami yang terjadi di Jepang tahun 2011 tersebut menyebabkan perekonomian di Jepang terganggu yang ditunjukkan dengan pendapatan nasional Jepang pada kuartar kedua di tahun 2011 menurun hingga 2,1% dibandingkan pada kuartar yang sama di tahun sebelumnya, begitu pula dengan proses produksi dan proses ekspor di Jepang yang menurun hingga 7-8% (Fujita & Hamaguchi, 2012).

Selain itu, ketika terjadi bencana, industri manufaktur yang terdampak terpaksa menghentikan operasinya dan membutuhkan waktu cukup lama untuk pulih dan beroperasi kembali seperti semula. Tidak jarang perusahaan industri pada akhirnya menutup usahanya karena tidak mampu bangkit kembali, dan hal ini berdampak kepada pendapatan regional dan nasional. Untuk mengatasi hal ini, beberapa industri membuat suatu rencana kelangsungan bisnis, apabila terjadi kejadian-kejadian yang merugikan, seperti bencana. Industri yang memiliki rencana kelangsungan bisnis akan pulih lebih cepat dibandingkan industri-industri yang tidak memiliki. Gambar 1 menunjukkan waktu yang diperlukan bagi industri untuk pulih dari suatu kejadian bencana yang memiliki dan yang tidak memiliki rencana kelangsungan bisnis.



Gambar 1. Waktu yang diperlukan industri untuk dapat pulih setelah kejadian bencana (a) industri yang tidak memiliki rencana kelangsungan bisnis (b) industri yang memiliki rencana kelangsungan bisnis. Sumber: (JICA, 2014)

Selain rencana kelangsungan bisnis yang dimiliki oleh industri secara individu, kesinambungan dengan rencana kontijensi wilayah, termasuk rencana pemulihan infrastruktur dan jaringan pendukung ketika terjadi bencana juga sangat penting.

Dewasa ini berbagai perusahaan industri memiliki saling ketergantungan yang sangat kuat, karena rantai pasok dari suatu industri besar dapat terdiri dari ratusan industri kecil dan menengah yang tersebar di berbagai daerah, bahkan di berbagai negara, untuk mengurangi biaya produksi, dengan mendekati bahan mentah produksi yang murah atau tenaga kerja yang murah. Di satu sisi, memang mengurangi biaya produksi, namun di sisi lain menimbulkan masalah sendiri, terutama jika terjadi bencana. Apabila terjadi bencana besar seperti banjir atau gempa bumi yang melanda suatu wilayah padat industri atau industri kecil yang merupakan bagian dari industri besar, maka kegiatan industri akan terganggu karena terputusnya layanan logistik dan pasokan energi, air dan informasi, bahkan tenaga kerja akan terganggu karena akses ke tempat kerjanya menjadi terganggu. Kegiatan industri juga akan terganggu meskipun industri-industri itu sendiri atau wilayah tempat industri tersebut berada tidak terkena dampak langsung bencana, namun infrastruktur dan fasilitas lainnya yang mendukung kegiatan operasional industri tersebut, termasuk tempat para pekerja terdampak bencana (Watanabe, 2014). Seperti kejadian banjir pada bulan Januari dan Februari 2014 di Jakarta berdampak terhadap industri-industri di Jawa Barat yang menggunakan Tanjung Priok sebagai tempat distribusi logistik produksinya, meskipun industri tersebut tidak mengalami bencana banjir secara langsung. Kerugian yang diderita industri di Jawa Barat akibat banjir Jakarta tersebut mencapai hingga miliaran rupiah per hari, bahkan dapat mencapai Rp. 200 Miliar per hari (Antara, 2014; Sanjaya & Samariansyah, 2014; Republika, 2015). Gambar 2 menunjukkan banjir yang terjadi di kawasan industri dan menghambat para pekerja memasuki pabrik tempat mereka bekerja.

Sementara itu, kelangsungan berbagai usaha maupun perekonomian wilayah akan sangat tergantung pada kemampuan wilayah itu untuk dengan cepat memulihkan layanan infrastruktur transportasi dan utilitas serta memulihkan situasi masyarakat pasca bencana. Bila industri-industri pada wilayah ini tidak mampu bangkit kembali dengan cepat, maka akan banyak usaha industri di wilayah atau bahkan negara lain yang akan terganggu. Oleh karena itu, muncul suatu pendekatan baru untuk meningkatkan ketahanan (*resilience*) industri dalam menghadapi bencana, yang disebut dengan konsep *Area Business Continuity Management* (ABCM) atau Manajemen Kelangsungan Bisnis Wilayah (BCM Wilayah).



Gambar 2. Para Pekerja Terhambat Masuk ke Pabrik Karena Genangan Banjir.
(Sumber: KBN Cakung).

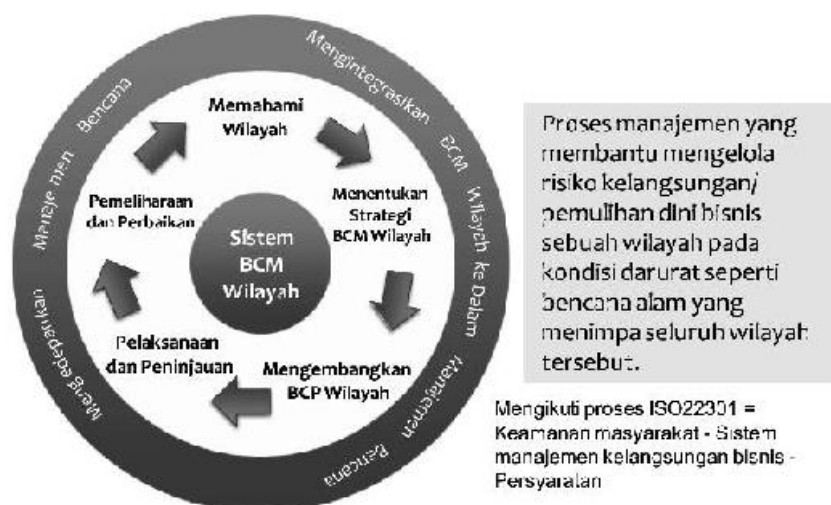
Pendekatan ABCP ini merupakan suatu pendekatan baru yang sekarang sedang didorong pelaksanaannya oleh JICA di berbagai negara ASEAN, khususnya di Indonesia, Filipina dan Vietnam yang memiliki pertumbuhan ekonomi cukup tinggi dan perkembangan industri yang cukup besar. Di Indonesia sendiri perkembangan kawasan industri mulai ada sejak tahun 1973, kemudian berkembang pesat terutama selama tahun 1990-an, sejak adanya Dekrit Presiden No. 41/1996, dan hingga Juni 2012, luas kawasan industri mencapai 27.320,6 Ha dan terpusat di Pulau Jawa (JICA, AHA Center, OYO International, Institute, & International, 2015).

Dengan menerapkan konsep BCM Wilayah ini maka wilayah-wilayah yang memiliki konsentrasi kawasan industri yang tinggi akan meningkat ketangguhannya dalam menghadapi bencana dan akan mengurangi risiko bencana di wilayah tersebut. Makalah ini menyajikan konsep pendekatan BCM Wilayah dengan berbagai perangkatnya dan bagaimana konsep ini dapat diterapkan di berbagai daerah di Indonesia.

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

2.1. Konsep BCM Wilayah (ABCM)

Konsep ABCM ini diperkenalkan oleh *JICA Study Team*. Konsep ini muncul setelah melihat dampak yang terjadi akibat bencana gempa dan tsunami di Jepang tahun 2011 dan juga banjir besar sungai Chao Phraya di Thailand pada tahun 2011. Konsep BCM Wilayah ini digambarkan dalam suatu proses siklus untuk menghasilkan suatu rencana kelangsungan bisnis di wilayah tersebut (BCP Wilayah) (Baba, et al., 2013; Baba, Watanabe, Nagaishi, & Matsumoto, 2014). Gambar 3 menunjukkan konsep BCM Wilayah.



Gambar 3. Siklus BCM Wilayah.
(Sumber: Baba, Watanabe, Nagaishi, & Matsumoto, 2014)

BCP Wilayah merupakan kerangka manajemen risiko yang melibatkan banyak pemangku kepentingan, termasuk di antaranya pemerintah, pemerintah daerah, sektor swasta, operator infrastruktur, dan perusahaan pengelola fasilitas jaringan pendukung kehidupan atau lifeline, dalam menghadapi bencana. Yang dimaksud dengan lifeline atau jaringan pendukung kehidupan ini adalah fasilitas yang dibutuhkan untuk transportasi orang dan barang, energy dan informasi, yang penting untuk *"a community in a modern industrial society to survive and prosper,"* dan *"indispensable. . . to other facilities and services that are critical in a disaster setting such as hospitals, fire fighting, and emergency operation centers"* (Schiff, 1984). Untuk selanjutnya lifeline akan disebut sebagai "jaringan pendukung".

BCP Wilayah seharusnya terkait dengan BCP yang dimiliki secara individu oleh organisasi baik pemerintah maupun swasta. Dalam penyusunan BCP Wilayah ini, organisasi atau pemangku kepentingan terkait diharapkan dapat menyediakan informasi yang dimiliki dan diperlukan dalam rangka penyusunan perkiraan kerusakan akibat suatu bencana tertentu (Baba, Watanabe, Nagaishi, & Matsumoto, 2014). Perkiraan kerusakan ini dapat digunakan untuk menyusun waktu perkiraan pemulihan yang diperlukan oleh industri.

BCP Wilayah dirumuskan berdasarkan skenario terhadap suatu kejadian bencana tertentu. Oleh karena itu kondisi risiko bencana di suatu wilayah perlu dipahami. Melalui kajian terhadap risiko bencana di suatu wilayah, dapat ditentukan bahaya dominan yang paling mengancam wilayah tersebut. Berdasarkan bahaya dominan yang ditetapkan tersebut kemudian dibuat skenario risikonya, dan berdasarkan skenario tersebut maka akan dianalisis hambatan-hambatan apa saja yang akan ditemui oleh industri dalam wilayah tersebut yang akan mengganggu kelangsungan proses produksinya, serta berapa lama industri tersebut akan terganggu. Berdasarkan skenario tingkat risiko bencana tersebut, kemudian disusun suatu rencana strategi untuk pemulihan proses produksi dan kelangsungan bisnis dengan cepat apabila terjadi bencana (Baba, Watanabe, Nagaishi, & Matsumoto, 2014; JICA S.T. , 2014).

BCP Wilayah dikembangkan untuk menjaga kelangsungan sumber daya eksternal yang diperlukan dalam mendukung proses produksi (Baba, Watanabe, Nagaishi, & Matsumoto, 2014). Dalam kelangsungan industri terdapat dua sumber daya yang penting, yaitu sumber daya internal yang penting bagi pelaksanaan proses produksi dan berasal dari internal industri tersebut, seperti pekerja, bangunan, dan sebagainya, serta sumber daya eksternal yang diperlukan untuk mendukung proses produksi, namun berasal dari luar manajemen industri, seperti ditunjukkan oleh Tabel 1 (Baba, Watanabe, Nagaishi, & Matsumoto, 2014).

Tabel 1. Contoh Sumber Daya Internal dan Eksternal

	Manusia	Material	Keuangan	Informasi
Sumber daya internal	Manajer; pekerja; buruh	Bangunan dan fasilitas; Peralatan Suku cadang dan bahan entah; dll	Uang dan asset; sistem akuntansi; kontrak; asuransi; dll	Sistem computer; data operasi; dokumen bisnis; pengarsipan; dll
Sumber daya eksternal	Pegawai pemerintah; pelaksana pemerintah	Energi (listrik, gas, dll) Air (suplai, sanitasi, saluran air kotor) Transportasi (jalan dan rel, pelabuhan dan bandara, dll)	Pinjaman bank; sistem transaksi; pasar saham	Internet; telepon dan fax; sistem komunikasi

Sumber: Baba, Watanabe, Nagaishi, & Matsumoto, 2014.

2.2. Pendekatan dalam Penerapan ABCM di Indonesia

Konsep ABCM diperkenalkan oleh JICA di Indonesia pada tahun 2013, melalui kegiatan percontohan kajian risiko bencana dan penyusunan rencana kelangsungan bisnis (BCP) wilayah di ASEAN bersama dengan Filipina dan Vietnam. Pemilihan Indonesia sebagai negara percontohan penerapan ABCM di Indonesia berdasarkan tingkat risiko Indonesia terhadap bencana yang cukup tinggi. Di Indonesia sendiri, daerah yang dipilih menjadi lokasi percontohan penerapan ABCP ini adalah di Kawasan Industri yang terdapat di Kabupaten Karawang dan Kabupaten Bekasi, Provinsi Jawa Barat (JICA, AHA Center, OYO International, Institute, & International, 2015).

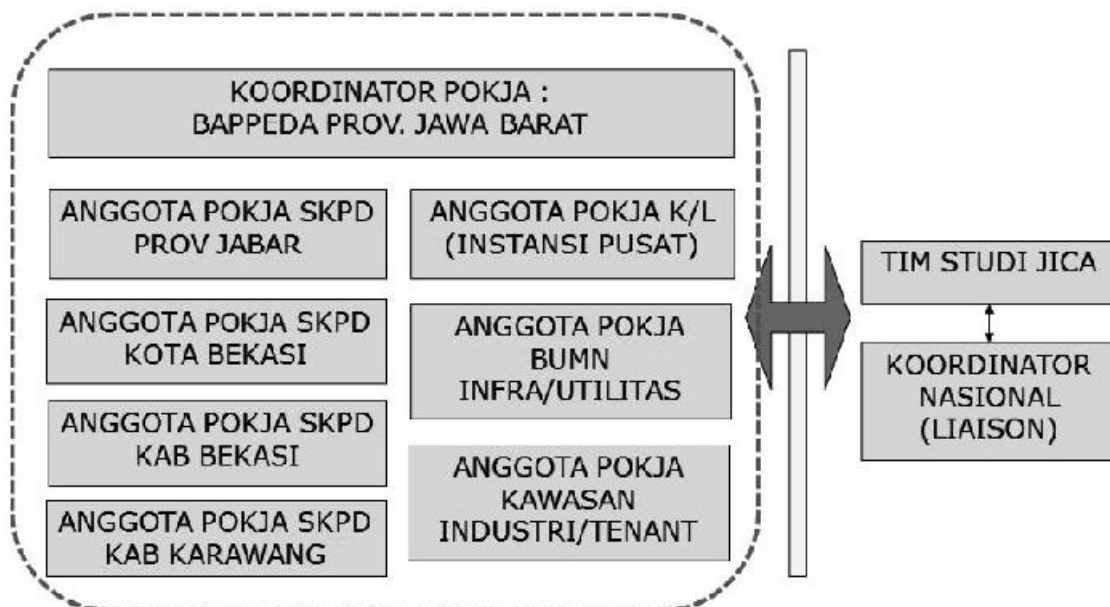
Mengikuti siklus dalam konsep ABCM (Gambar 3), penerapan di Indonesia diawali oleh pemahaman terhadap wilayah studi, yang melingkupi identifikasi pemangku kepentingan yang ada di wilayah tersebut,

memahami kondisi wilayah tersebut, seperti informasi dasar wilayah, informasi mengenai bahaya yang mengancam wilayah, informasi mengenai kawasan industri yang terdapat di wilayah tersebut, serta informasi mengenai infrastruktur transportasi dan fasilitas jaringan pendukung, kemudian penentuan bahaya dominan serta tingkat risiko bencana di wilayah tersebut.

2.2.1. Identifikasi Pemangku Kepentingan

Seperti telah disebutkan sebelumnya, bahwa penyusunan BCP wilayah melibatkan pemangku kepentingan yang bermanfaat untuk membantu dalam penyediaan informasi yang diperlukan untuk penyusunan skenario kerusakan akibat suatu bencana tertentu. Oleh karena itu, perlu diidentifikasi pemangku kepentingan yang dapat terlibat dalam penyusunan BCP Wilayah di Kabupaten Karawang dan Bekasi, seperti pemerintah, baik di tingkat pusat, daerah, maupun di tingkat kabupaten dan kota, sektor swasta, operator infrastruktur dan jaringan pendukung lainnya yang terkait.

Para pemangku kepentingan yang teridentifikasi dalam pelaksanaan konsep ABCM di kawasan industri di Kabupaten Karawang dan Bekasi adalah pemerintah Provinsi Jawa Barat, Pemerintah Kabupaten Karawang, Pemerintah Kabupaten Bekasi, dan Pemerintah Kota Bekasi, operator infrastruktur transportasi dan juga jaringan pendukung lainnya. pemerintah pusat, lembaga penelitian dan universitas, serta sektor swasta. Pada tanggal 22 Agustus 2013 para pemangku kepentingan ini diundang untuk pembentukan dan peresmian kelompok kerja penyusunan BCP Wilayah. Kemudian pemangku kepentingan tersebut dikelompokkan menjadi koordinator atau ketua dan anggota serta kelompok pendukung seperti ditunjukkan oleh Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Kelompok Kerja dalam Penyusunan BCP Wilayah untuk Kawasan Industri Kabupaten Karawang dan Bekasi, Provinsi Jawa Barat. (Sumber: Pribadi, 2014)

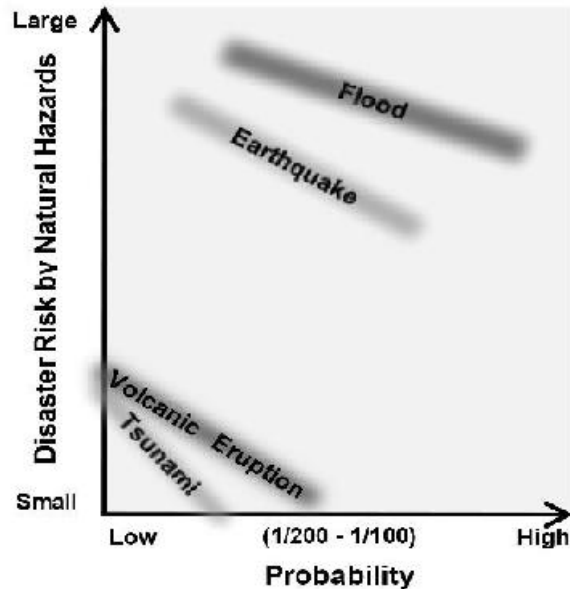
Anggota Kelompok Kerja (Pokja) terdiri atas organisasi pemerintah dan pihak swasta yang berada di wilayah administratif daerah aglomerasi kawasan-kawasan industri yang dipilih sebagai lokasi studi. Anggota Pokja merumuskan isu-isu terkait keberlanjutan usaha dari wilayah aglomerasi industri tempat kawasan industri mereka berada, serta merumuskan rencana keberlanjutan usaha wilayah (ABCP) melalui serangkaian diskusi, dipandu Tim Studi. Anggota Kelompok Pengamat (*Observers*) terdiri dari organisasi pemerintah dan sektor swasta dari wilayah administratif di luar wilayah lokasi kawasan industri yang menjadi studi kasus. Kelompok Pengamat terlibat dalam diskusi Pokja memberikan masukan sekaligus mengamati proses diskusi.

Dari hasil masukan para pemangku kepentingan yang hadir pada saat pertemuan dan juga lokakarya, dipilih Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah (Bappeda) Provinsi Jawa Barat sebagai koordinator atau ketua dari kelompok kerja tersebut. Ketua kelompok kerja ini bertanggung jawab terhadap keberlanjutan proses penyusunan BCP Wilayah di lokasi studi ini.

2.2.2. Memahami Wilayah Studi

Informasi dasar dari wilayah percontohan digali untuk memberikan informasi mengenai ekonomi lokal di daerah tersebut, seperti bagaimana distribusi kawasan industri, kategori bisnis yang utama, PDRB, investasi asing, serta tempat tinggal pekerja. Selain hal tersebut, informasi dasar mengenai pemerintah lokal, seperti kontak informasi, sistem penanggulangan bencana, bagaimana merespon suatu bencana, dan informasi mengenai kajian risiko (JICA, 2014).

Informasi mengenai bahaya yang terdapat di wilayah studi dikumpulkan dan dianalisis untuk mengetahui jenis bahaya yang dominan di wilayah tersebut. Data mengenai bahaya dikumpulkan dari beberapa sumber baik internasional, seperti EM_DAT, NOAA, Dartmouth Flood Obs, dll, maupun sumber dari dalam negeri, seperti dari BNPB, BMKG, BIG, DIBI, PVMBG, dll. Di Kabupaten Karawang, berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa bahaya yang paling dominan adalah bahaya banjir. Banjir besar tercatat terjadi di bulan Februari 2002, Februari 2005, Februari 2007, Maret 2010 dan Januari 2013. Banjir berasal dari limpasan Sungai Citarum, Sungai Cibeet, Sungai Cikarang, dan Sungai Bekasi (JICA, AHA Center, OYO International, Institute, & International, 2015). Beberapa wilayah yang terlanda genangan berada di wilayah hilir dan merupakan pertemuan Sungai Cibeet dan Citarum di Kota Karawang, serta di daerah yang lebih rendah dari sungai Cikarang dan Bekasi. Selain bahaya banjir, juga teridentifikasi bahaya gempabumi, yang juga cukup tinggi setelah banjir. Gambar 5 menunjukkan probabilitas kejadian bencana di Kabupaten Karawang dan Bekasi serta dampak yang ditimbulkannya.



Gambar 5. Probabilitas Kejadian Bencana di Kabupaten Karawang dan Bekasi serta Risiko yang Ditimbulkannya. (Sumber: JICA, 2014)

2.2.3. Mengidentifikasi Industri yang Terdampak

Dalam menyusun BCP Wilayah, perlu diketahui karakteristik kawasan industri dan jenis industri apa yang terdapat di wilayah studi, serta industri apa yang utama di wilayah tersebut. Selain itu, informasi mengenai fasilitas jaringan pendukung termasuk infrastruktur transportasi yang dipergunakan oleh industri di kawasan industri dalam menjalankan kegiatan produksinya juga digali. Hal ini untuk melihat ketika terjadi bencana, apa sajakah yang menjadi hambatan dalam pelaksanaan kegiatan produksinya. BCP perusahaan secara individu diidentifikasi untuk mengetahui bagaimana pengintegrasian BCP wilayah terhadap BCP perusahaan secara individu tersebut.

Di daerah Kabupaten Karawang, Kabupaten Bekasi dan Kota Bekasi telah diidentifikasi terdapat 12 kawasan industri, yaitu Kawasan Industri Internasional Bekasi (BIIE), Kawasan Industri Jakarta Timur (EJIP), Pusat Industri Internasional Greenland (GIIC), Kawasan Industri Jababeka (JIP), Kawasan Industri Lippo Cikarang (LPIP), MM 2100 Industry Town (MMIT), Kawasan Industri Marunda (MIP), Kota Industri Internasional Karawang (KIIC), Kawasan Industri Kujang Cikampek (KCIE), Kawasan Industri Mitra Karawang (MKIP), Kawasan Industri Kota Bukit Indah (BCIE), dan Kawasan Industri Surya Cipta (SCIE). Kawasan industri KIIC di Kabupaten Karawang dan MM2100 di Kabupaten Bekasi telah dipilih sebagai sampel/ccontoh kawasan industri dalam penyusunan BCP Wilayah. Kedua kawasan industri ini ditengarai merupakan salah satu kawasan industri terbaik di Indonesia. Saat ini, industri yang terdapat di kedua kawasan tersebut merupakan perusahaan besar multi nasional yang bergerak di bidang manufaktur. Fasilitas jaringan pendukung terhadap kegiatan industri di kedua kawasan industri tersebut masih berasal dari pemerintah dengan perjanjian-perjanjian tertentu yang menyebabkan pasokan energi dan air mencukupi. Kecuali untuk MM2100, pasokan untuk energi listrik berasal dari sektor swasta selain yang disediakan oleh pemerintah (JICA, AHA Center, OYO International, Institute, & International, 2015).

2.2.4. Mengidentifikasi Infrastruktur Transportasi dan Jaringan Pendukung Lainnya

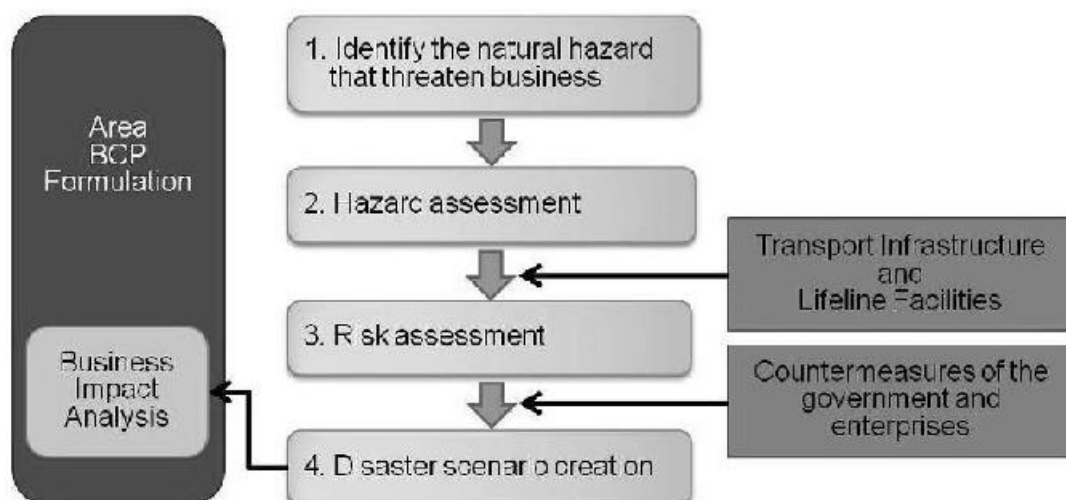
Dalam memahami suatu wilayah, diidentifikasi juga infrastruktur transportasi serta jaringan pendukung yang dimanfaatkan oleh kawasan industri di Kabupaten Karawang dan Bekasi. Jalan utama yang dimanfaatkan oleh industri-industri di kedua kawasan industri tersebut merupakan jalan yang berada dalam lingkup DKI Jakarta, Kota Bekasi, Kabupaten Bekasi, dan Kabupaten Karawang. Jalan utama yang menghubungkan wilayah ini adalah jalan tol Cikampek-Jakarta menuju ke pelabuhan Tanjung Priok, yang digunakan sebagai tempat hub logistik dari industri-industri di kedua kawasan industri tersebut.

Fasilitas jaringan pendukung seperti listrik, air, dan telekomunikasi juga diidentifikasi untuk memberikan pemahaman terhadap suatu wilayah. Kawasan industri di Kabupaten Karawang dan Bekasi, kebutuhan terhadap listrik masih di suplai oleh PLN, meskipun untuk beberapa lokasi disuplai oleh sektor swasta. Pasokan air yang dibutuhkan industri disuplai oleh perusahaan air di daerahnya masing-masing. Sumber air yang dimanfaatkan adalah Sungai Citarum yang mengalir dari Waduk Jatiluhur serta Kanal Tarum Barat (JICA, AHA Center, OYO International, Institute, & International, 2015). Terkait kebutuhan akan layanan telekomunikasi, industri memanfaatkan perusahaan-perusahaan yang menyediakan jasa telekomunikasi, baik swasta maupun BUMN untuk kebutuhan akan internet dan komunikasi.

Setelah memahami wilayah, tahapan selanjutnya adalah menyusun strategi untuk penyusunan BCP Wilayah (Gambar 3). Adapun tahapan yang dilakukan dalam menyusun strategi untuk penyusunan BCP Wilayah ditunjukkan oleh Gambar 6.

Berdasarkan informasi mengenai bahaya yang mengancam kemudian ditentukan bahaya yang paling dominan yang mengancam wilayah tersebut. Ditentukan bahwa bahaya dominan yang terdapat di Kabupaten Karawang dan Bekasi adalah bahaya banjir (Gambar 5). Simulasi bahaya secara numerikal kemudian disusun berdasarkan bahaya dominan tersebut. Periode ulang bahaya yang dipilih adalah 200 tahun dan menyebabkan genangan lebih dari 4 meter selama dua minggu. Skenario kerusakan akibat genangan yang dapat mengganggu kegiatan produksi di kawasan industri tersebut disusun melalui kajian risiko di wilayah tersebut. Infrastruktur dan fasilitas pendukung kritis apa saja yang akan terganggu, bagaimana hal tersebut mengganggu terhadap kelangsungan kegiatan industri, bagaimana upaya mitigasi untuk mengatasi hal tersebut, serta organisasi yang bertanggung jawab terhadap upaya mitigasi tersebut. Hal-hal tersebut dimanfaatkan untuk penyusunan BCP Wilayah di Kabupaten Karawang dan Bekasi.

Penentuan bahaya yang dominan serta kajian risiko hingga penyusunan BCP Wilayah dilakukan oleh anggota kelompok kerja dandisusun melalui tiga kali lokakarya yang dihadiri oleh anggota kelompok kerja yang sebelumnya telah dibentuk. Lokakarya ini dihadiri oleh organisasi pemerintah di tingkat pusat, tingkat provinsi, jajaran kepolisian dan TNI, pemerintah di tingkat kabupaten dan kota di Kabupaten Karawang dan Bekasi dan Kota Bekasi, operator infrastruktur dan organisasi jaringan pendukung, seperti PLN, Telekomunikasi, dan PDAM, serta sektor swasta. Organisasi pemerintah yang terlibat ini terutama terkait dengan perencanaan pembangunan, perindustrian, serta penanggulangan bencana, khususnya pada saat tanggap darurat.



Gambar 6. Proses dalam penyusunan BCP Wilayah.
(Sumber: JICA, 2014)

Anggota kelompok kerja yang berasal dari berbagai macam organisasi tersebut merumuskan dan memberikan informasi yang diperlukan dalam penyusunan BCP Wilayah, misalnya bahaya dominan yang perlu dipertimbangkan, infrastruktur kritis dan jaringan pendukung yang perlu dipertimbangkan dalam kajian risiko, hambatan-hambatan apa saja yang dihadapi baik oleh industri maupun oleh infrastruktur dan fasilitas jaringan pendukung yang dapat mengganggu kegiatan produksi, hingga hal-hal apa saja yang dapat dilakukan untuk mengurangi tingkat risiko akibat bencana dan mempercepat pemulihan industri. BCP Wilayah versi pertama dihasilkan berdasarkan masukan dari tiga kali penyelenggaraan workshop tersebut.

Tahapan selanjutnya setelah penyusunan BCP Wilayah adalah melakukan *review* dan melakukan pemeliharaan terhadap dokumen tersebut, untuk perbaikan dokumen tersebut, atau penyusunan BCP Wilayah untuk jenis bencana lainnya dan aplikasi di kawasan padat industri lainnya.

3. DISKUSI DAN KESIMPULAN

Konsep BCM Wilayah dan penyusunan BCP Wilayah melibatkan banyak pemangku kepentingan dengan tujuan yang satu yaitu mempercepat proses pemulihan kegiatan industri di wilayah tersebut, sehingga ekonomi wilayah tidak mengalami penurunan yang signifikan. Penerapan konsep BCM Wilayah dan penyusunan BCP Wilayah di Indonesia dilakukan oleh anggota kelompok kerja yang berasal dari organisasi pemerintah maupun sektor swasta. Salah satu tantangan yang kerap ditemui dalam proses ini adalah kurang fokusnya partisipasi anggota kelompok kerja. Perwakilan organisasi yang dikirim oleh organisasi terkait, kecuali dari sektor swasta, sering berbeda dalam setiap penyelenggaraan lokakarya. Selain itu juga diseminasi informasi dari anggota yang hadir sebelumnya kepada anggota lain dalam organisasi tersebut kurang memadai sehingga menyebabkan setiap anggota yang menghadiri lokakarya datang tanpa dibekali pengetahuan yang cukup dari kegiatan lokakarya-lokakarya sebelumnya.

Salah satu penyebab kurang fokusnya anggota kelompok kerja ini antara lain disebabkan karena kurang kuatnya aspek legal dalam pembentukan kelompok kerja tersebut, sehingga anggotanya merasa kurang keterikatan. Meskipun begitu, terdapat beberapa organisasi yang betul-betul memberikan perhatiannya pada kegiatan ini. Beberapa organisasi menganggap kegiatan ini sangat penting. Hal ini tidak lepas dari peran pemimpin tempat organisasi tersebut berada dan hal ini menunjukkan bahwa kepemimpinan (*leadership*) menjadi sangat penting dalam pelaksanaan konsep ini, baik kepemimpinan dalam organisasi maupun kepemimpinan dalam kelompok kerja.

Penerapan konsep BCM Wilayah dan penyusunan BCP Wilayah harus terus dilanjutkan untuk perbaikan BCP Wilayah yang sudah ada, penyusunan BCP Wilayah untuk jenis bencana lain, serta penerapan di kawasan padat industri lainnya, dengan meningkatkan peran kepemimpinan dan komitmen para anggota kelompok kerjanya.

Pelajaran yang dapat dipetik dari penerapan ABCM/ABCP pada studi percontohan di wilayah Karawang dan Bekasi, Jawa Barat, antara lain adalah bahwa ABCP dapat berperan sebagai wahana pertukaran informasi risiko bencana yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan. ABCM/ABCP mengedepankan pendekatan kolaboratif dan kooperatif, sehingga dapat mendorong terjadinya kerjasama pemerintah dan swasta (KPS) dan kerjasama multi sektor, sekaligus juga memberikan kesempatan bagi baik perusahaan-perusahaan multi nasional maupun usaha kecil dan menengah (UKM) untuk berpartisipasi. Kajian-kajian yang dilakukan menunjukkan pentingnya peran infrastruktur dan jaringan pendukung untuk kelanjutan usaha industri. Dalam kegiatan ABCM/ABCP ini keterlibatan perguruan tinggi dan lembaga-lembaga penelitian pemerintah sangat penting karena mereka memiliki kemampuan dan informasi yang dibutuhkan untuk memberikan dukungan teknis dan ilmiah, khususnya terkait kajian risiko.

UCAPAN TERIMA KASIH (*Acknowledgement*)

Penulis mengucapkan terima kasih kepada JICA Study Team dan AHA Center yang telah memelopori dan melaksanakan kajian ABCM/ABCP di Indonesia serta melibatkan penulis pada kegiatan-kegiatan pelaksanaannya, serta telah mengizinkan penulis menggunakan data-data hasil kajian tersebut dalam penyusunan makalah ini. Penghargaan juga diberikan kepada Bappeda Provinsi Jawa Barat, BNPB, organisasi pemerintah di Kabupaten Karawang, Kabupaten Bekasi, dan Kota Bekasi, serta organisasi lainnya yang terlibat dalam penyusunan BCP Wilayah di Indonesia, serta kawasan industri KIIC, MM2100 dan industri yang berada di kedua kawasan industri tersebut, yang telah mendukung kegiatan kajian di wilayah-wilayah tersebut sehingga telah menghasilkan suatu percontohan penerapan ABCM/ABCP di kawasan agglomerasi industri.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ando, M. , & F. Kimura, 2012, How did the Japanese Exports Respond to Two Crises in the International Production Networks?The Global Financial Crisis and the Great East Japan Earthquake". *Asian Economic Journal* 26(3): 261-287.
2. Antara. (2014, January 22). *Harian Nasional*. Retrieved January 29, 2014, from <http://harian-nasional.com>
3. Baba, H. , I. Adachi, H. Takabayashi, N. Nagatomo, S. Nakasone, H. Matsumoto, et al., 2013, Introductory Study on Disaster Risk Assessment and Area Business Continuity Planning in Industry Agglomerated Areas in ASEAN. *Journal of Integrated Disaster Risk Management*: 184-195.
4. Baba, H. , T. Watanabe, M. Nagaishi, & H. Matsumoto, 2014, Area Business Continuity Management, a new opportunity for building economic resilience. *4th International Conference on Building Resilience, Building Resilience 2014* (pp. 296-303). Salford Quays: Elsevier.
5. Fujita, M. & N. Hamaguchi, 2012, Japan and economic integration in East Asia: post-disaster scenario. *The Annals of Regional Science*, 48(2): 485-500.
6. JICA. (2014, September 1). *Understanding the Area*. Jakarta: JICA & AHA-Center.
7. JICA, AHA-Center, OYO-International, Institute, M. R. , & International, C. E. (2015). *Laporan Negara Indonesia "Penilaian Risiko Bencana Alam dan Rencana Kelangsungan Bisnis Wilayah untuk Kawasan Aglomerasi Industri di ASEAN"*.
8. JICA, AHA-Center, OYO-International, Institute, M. R. , & International, C. E. (2015). *Laporan Profil Risiko: Kabupaten Karawang dan Bekasi*.
9. JICA, S. T. (2014, March 6). *Tinjauan BCP/BCM Wilayah. Lokakarya Penilaian Risiko Bencana Alam dan Formulasi Kelangsungan Bisnis Wilayah untuk Wilayah Aglomerasi Industri di Kawasan ASEAN . Bandung, West Java, Indonesia*.
10. Komori, D., S. Nakamura, M. Kiguchi, A. Nishijima, D. Yamazaki, S. Suzuki, et al., 2012, Characteristic of the 2011 Chao Phraya River Flood in Central Thailand. *Hydrological Research Letters* 6(0): 41-46.
11. Pribadi, K. S. (2014, Agustus 28). *Kegiatan Penyusunan ABCP di Indonesia. Final Seminar "Natural Disaster Risk Assessment and Area Business Continuity Plan Formation for Industrial Agglomerated Areas in the ASEAN Region" . Jakarta: JICA & AHA-Center*.
12. *Republika*. (2015, February 13). *Republika Online*. Retrieved February 20, 2015, from *Republika Online: www.republika.co.id*
13. Sanjaya, R. & I. Samariansyah, 2014, January 21). *Jurnas*. Retrieved January 29, 2014, from <http://www.jurnas.com>
14. Schiff, A., 1984, Lifelines in an Urban Post-Earthquake Environment. *Proceedings of Conference XXVI-A Workshop on "Evaluation of Regional and Urban Earthquake Hazards and Risks in Utah, Salt Lake City, Utah"* edited by Hays, W. W. , and Gori, P. L (pp. 203-225). Reston, Virginia: U. S. Geological Survey.
15. Watanabe, K. (2014, September 1). *Regional BCM (Business Continuity Management) based on Public Private Partnership (PPP): Importance of interoperability among BCMs for resilient society. Workshop for "Natural Disaster Risk Assessment and Area Business Continuity Plan Formation for Industrial Agglomerated Areas in ASEAN Region" . Jakarta, Indonesia*.

Sumber Foto:

1. KBN Cakung
2. Bayu Novianto

MENJEMBATANI PEMULIHAN PASCABENCANA MENUJU PEMBANGUNAN: “BAGAIMANA KAMI DAPAT BERTAHAN HIDUP PASCA KRISIS?”

Oleh:

Andri NR Mardiah^{a,1,*}, Jon Lovett^{a,2}

^aSchool of geography - University of Leeds

*gyanrm@leeds.ac.uk or anr.mardiah@bappenas.go.id

Abstrak

Bencana akan berdampak pada berbagai aspek kehidupan, tidak terkecuali pada kehidupan ekonomi. Namun, seringkali pemulihan ekonomi kurang mendapat prioritas, terlebih untuk mengintegrasikan kembali kepada proses pembangunan. dalam rangka mencapai kondisi perekonomian yang pulih, pada kenyataannya, harapan masyarakat lebih besar dari sekedar upaya penggalangan dana kemanusiaan yang bersifat sementara. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pembelajaran dari berbagai kasus terpilih, terutama terkait dengan upaya untuk menjembatani proses pemulihan menuju agenda pembangunan. Penekanan diberikan pada integrasi network dan kekuatan lokal dalam rangka bertahan hidup dan membangkitkan kembali ekonomi lokal. Penelitian dilakukan melalui metode komparatif dari berbagai kasus terpilih dengan latar belakang sosial, budaya, dan institusional yang berbeda, terutama dalam rangka memahami proses yang diinisiasi sejak dari tingkat komunitas untuk mengurangi ketergantungan terhadap program dan bantuan yang tidak berkelanjutan. Dapat disimpulkan bahwa dalam tingkatan dan jenis kegiatan tertentu, keterlibatan komunitas selama proses pemulihan menjadi aspek kunci menuju keberlanjutan. Selain itu, network antar para pihak terutama yang diinisiasi oleh organisasi berbasis masyarakat berperan penting dalam mengkomunikasikan kebijakan ke dalam tataran praktis.

Kata Kunci: Pascabencana, pembangunan, network, keterlibatan masyarakat.

1. PENDAHULUAN

Dari sudut pandang sosial, bencana dapat diartikan sebagai berikut: *‘disaster are defined as social occasions, that they are disruptive, and they are related to social change’* (Perry 2005, p. 315). Namun demikian, sebuah krisis hanya akan menjadi bencana jika ancaman dan bahayanya telah melampaui kemampuan masyarakat untuk mengatasinya (Anderson 1985, p. 46). Bencana dapat juga diamati sebagai *‘socially constructed’*, yang artinya bahwa bencana adalah koleksi dari persepsi dan interpretasi yang membuat orang memaknai satu bencana lebih dahsyat dari lainnya, terlepas dari ukuran formal kerusakan dan kerugian yang dialami (Arendt and Alesch 2015, p. 166).

Ketika bencana melanda suatu wilayah, pemulihan mungkin dapat berlangsung lama, namun umumnya dunia usaha memiliki harapan agar situasi segera pulih kembali (Schwab 2014, p. 26). Menurut Arendt and Alesch (2015, p. 87), bencana akan berpengaruh pada aktivitas ekonomi khususnya pada usaha kecil dan menengah, sebagaimana diungkapkan sebagai berikut:

... when we began examining the consequences of extreme natural hazard events for small business two decades ago, we found numerous businesses in Northridge that failed because of the Northridge Earthquake without having experienced any physical damage from the event...Business facilities, however, are only one of the prerequisites for doing business... In Northridge, the exodus of resident from the area because of reductions in employment in the defense industry and because their home were damaged or destroyed meant that small business lost some of their customer..

Efektivitas dari sebuah upaya pemulihan pasca bencana sangat ditentukan oleh sumber daya sosial dan kemampuan masyarakat (untuk) mengorganisasikannya, lebih lanjut dinyatakan bahwa proses

pemulihan bencana yang efektif merupakan fungsi dari seberapa mampu masyarakat memobilisasi segala sumber daya yang ada untuk memfasilitasi proses pemulihan bencana (Johnston, Becker and Paton 2012, pp. 252-3). Menurut Bourdieu (1977, seperti dikutip dari Field 2003, p. 15), sumber daya sosial dimaksud dapat berupa modal sosial, dimana sesungguhnya ide sentral dari teori ini adalah 'pentingnya hubungan sosial'.

Lebih lanjut dijelaskan bahwasanya untuk mengatasi kompleksitas situasi dan permasalahan pasca bencana, Schwab (2014, p. 6) berpendapat mengenai pentingnya masyarakat untuk berperan aktif dalam pemulihan kondisi lokal dan memahami secara benar hubungan antar para pihak dalam proses pemulihan. Network dalam konteks pemulihan pasca bencana memainkan peranan yang penting, terutama sebagai basis kohesi masyarakat yang dapat memfasilitasi proses kerjasama. *Network* sosial pada prinsipnya berfokus pada hubungan antar entiti dalam masyarakat, pola beserta implikasi dari hubungan tersebut (Wasserman and Faust 1994, p. 3). Sebagai ilustrasi, dalam kondisi pemulihan pasca bencana, masyarakat dipengaruhi keadaan ekonomi untuk bertahan hidup, sebaliknya dunia usaha juga bergantung kepada kondisi masyarakat agar tetap eksis beroperasi (Schwab 2014).

Namun demikian, Olshansky (2005) menggarisbawahi bahwasanya penelitian mengenai pemulihan pasca bencana sangat minim, sebagaimana dinyatakan: '*recovery studies are few, and systematic comparative studies are fewer*'. Akibatnya, fase pemulihan menjadi fase yang disinyalir paling kurang dipahami diantara fase lainnya dalam siklus penanganan bencana (Berke, Kartez and Wenger 1993). Selain itu, studi mengenai disaster dari sudut pandang ekonomi belum banyak dilakukan (Sementelli 2007). Banyak penulis yang pada akhirnya terlalu berfokus kepada proses tapi melupakan tujuan utama dari pemulihan, yakni diantaranya adalah memulihkan kehidupan dan ekonomi lokal (Olshansky 2005). Sehingga, berdasarkan penjelasan tersebut, makalah ini dimaksudkan untuk mengeksplorasi peranan dari network dan pendekatan berbasis komunitas dalam memfasilitasi proses pemulihan, terutama dalam hal pemulihan ekonomi lokal.

2. METODOLOGI

Makalah ini merupakan studi lintas disiplin ilmu (*interdisciplinary research*). Hal ini dimaksudkan agar dapat mendekati tujuan penelitian dari berbagai bidang ilmu, diantaranya namun tidak terbatas pada: disaster management (terutama dalam fase pemulihan pasca bencana), *development* (terutama dari sudut pandang lokal ekonomi), serta *social network* dan *capital*. Metode yang digunakan adalah analisis tekstual pada berbagai dokumen yang relevan, seperti diantaranya: laporan-laporan, makalah, dan jurnal, serta publikasi media. Analisis tekstual adalah pendekatan terhadap teks dokumen yang berisi informasi faktual, interpretasi teoritis, dan metodologi serta lainnya melalui proses dekonstruksi teks untuk menghadirkan berbagai pemahaman (*multiple meanings*), idelologi dan interpretasi (Forbes 2000).

Kami melakukan studi komparatif pada berbagai kasus terpilih. Meskipun dilatar belakangi oleh perbedaan sosial, budaya dan institutional, studi komparatif ini diharapkan dapat memberikan pembelajaran berharga dalam arti untuk memahami bagaimana memulai sebuah proses dari bawah, serta mengurangi kemungkinan ketergantungan pada proyek/program yang tidak berkelanjutan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pemulihan Pascabencana: Sebuah Titik Awal

3.1.1. Pemulihan Sebagai Pembelajaran Sosial (*Social Learning*)

Sebagai sebuah proses, pemulihan tidak memiliki ujung yang pasti (*definites ends*). Hal ini bergantung pada ekspektasi masyarakat terhadap pemulihan pasca bencana yang mungkin dapat berfluktuasi sepanjang waktu selama proses masih bergulir. Selanjutnya, dinyatakan bahwa bencana telah memberikan kesempatan kepada komunitas untuk belajar dari pengalaman dan dari semua elemen dari siklus penanganan bencana (O'Brien et al. 2010; Schwab 2014, p. 8). Idealnya, proses ini akan membawa pada upaya penyusunan rencana manajemen pemulihan bencana yang berkelanjutan, oleh karenanya, ia selanjutnya menyatakan bahwa '*number of balancing considerations needs to be part of this learning process*'. Proses ini seharusnya akan meningkatkan keterlibatan para pihak dan memberikan kesempatan bagi komunitas untuk benar-benar terlibat di dalamnya. Namun, perlu dipahami bersama bahwa mungkin saja terdapat *trade off* antara proses konsultasi dengan kecepatan dan kualitas sumber daya (Shaw 2013).

Kotak 1. Pelembagaan proses

Studi mengenai perpesktif institusional dilakukan oleh Jahangiri, Izadkhah and Jamaledin Tabibi (2011). Mereka melakukan studi komparatif terhadap manajemen bencana berbasis komunitas pada beberapa negara terpilih dalam rangka membangun model institusional untuk Iran. Mereka membandingkan enam aspek dalam manajemen bencana, yakni pembuatan kebijakan, perencanaan, koordinasi, kontroling dan peorganisasian serta pengalaman dan akses kepada informasi, dengan menggunakan metode *descriptive-comparative*. Melalui penelitian ini, disarankan bahwa partisipasi komunitas harus tertanam dalam setiap tahap dalam siklus penanganan bencana sehingga hal ini akan membawa lebih dekat pada tujuan:

Community participation means that people's contribution in the disaster management cycle can be started from the basic steps of process and ends in the achievement and institutionalization in the community (Jahangiri, Izadkhah and Jamaledin Tabibi 2011, p. 82).

Sumber: Jahangiri, Izadkhah and Jamaledin Tabibi (2011).

Namun, banyak para ilmuwan percaya bahwa pemulihan bukanlah sekedar mengembalikan atau memperbaiki bangunan dan kota yang telah rusak, seperti yang disampaikan oleh Nigg (1995, p. 5), sebagai berikut:

If one takes (the) perspectives that community recovery can be equated with outcomes in the built environment solely, the sociological significance of what really transpires in the post disaster experience is missed. Recovery is not merely an outcome, but rather it is a social process.

Sesungguhnya poin utama dari pemulihan adalah *'how society organizes, mobilizes and coordinates the diverse range of organizational and professional resources that can be called upon to assist recovery'* (Johnston, Becker and Paton 2012, p. 252). Jadi dapat disimpulkan bahwa pemulihan tidak dapat dipahami sebagai proses linier, namun lebih merupakan proses interaktif antara pengambil keputusan dan komunitas dalam arti luas, termasuk didalamnya rumah tangga, dunia usaha, dan berbagai kelompok/organisasi atau institusi dimasyarakat.

3.1.2. Pemulihan Sebagai Upaya Membangun Konsensus (*Consensus Building*)

Pada tingkatan tertentu, meninjau pemulihan akan membawa kita pada definisi berdasarkan konsensus. Sebagian praktisi mengidentifikasi pemulihan sebagai *'returns to pre disaster situation'*, sementara yang lainnya cukup puas dengan kondisi *'business as usual'*. Menurut Olshansky (2005), pemulihan harus ditempatkan pada kebutuhan minimal, yakni diantaranya merekonstruksi perumahan dan aktifitas ekonomi agar dapat berfungsi sebagaimana halnya sebelum bencana terjadi.

Disisi lain, sebagian para praktisi beranggapan bahwa pemulihan adalah keadaan dimana *'return to the normalcy'*. Tetapi, apakah sesungguhnya yang dimaksud dengan *'normal'* dalam pemahaman pemulihan bencana? Dalam bukunya, Arendt and Alesch (2015, pp. 150-151) mendiskusikan bahwa *'normal'* adalah *'to what having been achieved when the community develops to levels of system performance that are likely to have been achieved had the disruption not occurred'*. Namun demikian mereka tidak setuju dengan ide pemulihan yang diartikan sebagai pembangunan seperti halnya sebelum terjadinya bencana. Mereka berpendapat, *'If the pre disaster community was vulnerable to this disaster, chances are that, if it is rebuilt just as it was, it will similarly vulnerable to subsequent disaster'*. Tantangan untuk pemerintah lokal dan anggota komunitas adalah untuk tumbuh lebih tangguh (*resilient*) dari pada keadaan sebelum bencana dengan tetap memperhatikan karakteristik alamiah dan kompetisi inti dari komunitas itu sendiri. Jadi, sebaiknya pemulihan didefinisikan sebagai *'rebuild back, stronger than ever'* (Phillips 2009, p. 21).

Dengan mendefinisikan tujuan dari pemulihan, kita dapat membangun kolaborasi dan mengatasi perbedaan yang mungkin timbul (Schwab 2014, p. 73). Oleh karena itu, komunitas harus mampu mendefinisikan pemulihan dengan jelas sebelum mereka akhirnya dapat mengukurnya, dan hal ini terkait dengan banyak

dimensi, diantaranya lingkungan, fisik, ekonomi, sosial, institusional, dan lain-lain. Sangat diharapkan bahwa pemerintah dan publik dapat menggunakan indikator pengukuran tersebut untuk melakukan monitoring dan evaluasi terhadap pencapaian dari target *output* dan *outcome* yang telah disepakati bersama. Sementara diskusi mengenai indikator masih terus bergulir, indikator umum mengenai pemulihan yang 'sukses' sudah dipahami secara luas, yakni kecepatan dan kualitas (Olshansky 2005). Kecepatan dari pemulihan sangat penting terutama untuk entiti bisnis, komunitas yang mengalami kerugian besar, dan warga yang mengalami guncangan psikologi (Schwab 2014, p. 9). Oleh karena itu, kerangka waktu untuk program kerja dan *outcome* yang ditargetkan haruslah didefinisikan secara jelas dan dapat dimonitor.

Kotak 2. Dispute Terkait Tanggung Jawab

Schwab (2014) mencatat bahwasanya pembongkaran terhadap bangunan historis yang rusak berat mungkin saja membawa konflik, terutama ketika peraturan terkait prosedur dan perundangan tidak secara detail menjelaskan. Selain itu, waktu akan banyak terbuang sia-sia jika proses dalam menentukan pihak yang berwenang dalam melakukan rekonstruksi terlalu berlarut-larut. Sebagai ilustrasi, dalam bencana Badai Katrina yang melanda pada 29 Agustus 2005 in Gulf Coast, Gubernur Kathleen Blanco menunjuk the Louisiana Recovery Authority sebagai penanggung jawab proses pemulihan setelah hampir 7 minggu sejak dari bencana terjadi, yakni pada 18 Oktober 2005. Disisi yang lain, dalam kasus bencana of *Grand Forks/ Red Rivers Flood*, pemerintah federal telah mendanai konsultan yang ditunjuk untuk melakukan berbagai pertemuan para pihak untuk mengembangkan tujuan dan prioritas pemulihan dari *the city of Grand Forks*. Mereka menggunakan tujuan ini sebagai basis untuk merumuskan rencana aksi yang detail. Secara spesifik, mereka telah mengidentifikasi lima bidang tujuan, meliputi diantaranya: pembangunan kembali perumahan, revitalisasi bisnis dan rehabilitasi infrastruktur.

Sumber: Schwab (2014)

3.1.3. Ketangguhan (*Resilience*) untuk Pemulihan yang Lebih Baik

Ketangguhan di klaim akan membantu komunitas untuk merespon dan pulih secara efektif dari bencana (Schwab 2014, p. 21). Selanjutnya, ketangguhan juga seringkali dipadankan dengan istilah '*community sustainability*' (Arendt and Alesch 2015, p. 169). Oleh karena itu, sangat penting untuk menanamkan konsep ketangguhan kedalam kerangka pikir yang lebih luas, yakni '*sustainability*'. *Sustainability* atau keberlanjutan adalah sebuah kerangka yang mengacu pada tujuan untuk melindungi generasi selanjutnya, sedemikian sehingga sumber daya dan kesempatan yang ada pada masa sekarang dapat juga dinikmati oleh generasi selanjutnya di masa datang (Desta 1999; Lélé 1991; Hopwood, Mellor and O'Brien 2005).

Merujuk pada National Academy of Science dinyatakan bahwa, '*resilience is the ability to prepare and plan for, absorb, recover from, and more successfully adapt to adverse events*' (Schwab 2014, p. 20). Jadi, ketangguhan bukanlah lagi hanya domain dari pemerintah namun juga individu, organisasi, dan entiti bisnis. Lebih jauh lagi dijelaskan bahwa ketangguhan melibatkan dimensi teknis, organisasional, sosial dan ekonomi. Kesempatan untuk meningkatkan ketangguhan sesungguhnya terbuka luas pada fase pemulihan bencana jangka panjang (Godschalk, 2009, seperti dikutip dari Schwab 2014, p. 25); dan praktek-praktek ketangguhan yang diterapkan dalam kehidupan sehari-hari akan menjadi bekal yang baik bagi organisasi dan komunitas dalam menghadapi bencana dan tantangan masa depan. Berdasarkan the 2012 Report (p. 2), bertajuk '*Disaster Resilience: A National Imperative*', the *National Research Council* memberikan ringkasan terkait dengan interkoneksi antara ketahanan dan pemulihan, serta komponen lainnya dalam manajemen bencana, sebagai berikut (seperti dikutip dari Arendt and Alesch 2015, p. 170):

Developing of culture of resilience would bolster support for preparedness and response, and would also enable better anticipation of disaster and their consequences, enhancing the ability to recover more quickly and strongly. Resilient communities would plan and build in ways that would reduce disaster losses, rather than waiting for a disaster to occur and paying for it afterward.

Dalam konteks hubungan antara bencana dan pembangunan (Anderson 1985; Pelling 2003; Collins 2009), dinyatakan pentingnya elemen '*suffering/loss*' dan '*coping ability*'. Bencana dapat diasumsikan sebagai indikator dari kegagalan bencana; sementara itu pembangunan dapat juga dimaknai sebagai proses

integratif untuk mengurangi *vulnerability* dari bencana. Lebih jauh lagi dijelaskan bahwa pembangunan dikatakan gagal jika komunitas memiliki tingkatan kesiapsiagaan yang rendah dalam menghadapi bencana, dimana dengan kesiapsiagaan menghadapi (*cope*) bencana maka korban, kerusakan dan kerugian akan dapat diminimalisir, *'those who cope better is said to develop'*.

3.1.4. Networking for the Recovery Acceleration

Dalam konteks perspektif ekonomi, pemulihan dipengaruhi oleh kondisi sosial ekonomi sebelumnya, *'the higher the socioeconomics level, the more likely households and businesses are to recover to pre disaster levels'* (Olshansky 2005). Selain itu, ia juga menggarisbawahi bahwa tidak hanya kondisi sosial ekonomi sebelumnya yang mempengaruhi bencana namun kondisi network sosial juga memainkan peranan penting selama periode pemulihan, *'the more integrated individuals to those networks, the faster them to be recovery'*. Hal ini memiliki korelasi dengan kenyataan bahwa dukungan dari keluarga dan teman pada pasca bencana, akan mempercepat proses pemulihan (Johnston, Becker and Paton 2012).

Tidak seperti halnya bencana yang diakibatkan ulah manusia, bencana alam sebenarnya memiliki 'keuntungan'. Ride and Bretherton (2011), berpendapat bahwa persepsi umum yang berkembang diantara para korban bahwa bencana alam berasal dari diluar manusia, bahkan di luar akibat kebiasaan yang berkembang di komunitas membuat mereka saling mendukung satu sama lain, berani berdiri untuk bangkit menghadapi krisis secara bersama-sama. Selanjutnya keragaman dalam komunitas, menurut Johnston, Becker and Paton (2012, p. 253), juga mempengaruhi bagaimana komunitas merespon isu pemulihan, dan kemampuan mereka dalam menggunakan sumber daya dan pengalaman dalam rangka memenuhi kebutuhan dan merencanakan strategi selanjutnya.

Warren (1963, seperti dikutip dari Berke, Kartez and Wenger 1993), mengidentifikasi integrasi komunitas horisontal sebagai *'the structural and functional relation among the community's various social units and subsystems'*. Lebih lanjut dinyatakan bahwa, hubungan akan berjalan setara jika hubungan *'superordinate-subordinate'* tidak terlalu jelas. Komunitas dengan tingkat integrasi horisontal yang tinggi akan memiliki *network* yang lebih kuat didalamnya. Hal ini akan menguntungkan dengan memberi kesempatan sebagai *'problem solver entity'*. Sebaliknya, komunitas dengan tingkat integrasi horisontal yang rendah, karena beberapa hal, akan kehilangan manfaat ini.

Dapat disimpulkan bahwa metafora ini (yakni *social capital*) menyiratkan bahwa koneksi dapat menguntungkan; dan seperti halnya bentuk *'capital'* lainnya, kita dapat berinvestasi dan berekspektasi memperoleh keuntungan darinya (Field 2003, p. 12). Jadi, sangat disarankan bahwasanya *'it is who you know as well as what you know that make difference in life and society'*; semakin banyak orang yang kita kenal, dan semakin kita berbagi pandangan yang sama, maka semakin 'kaya' kita dalam hal *social capital* (Lin 2002; Field 2003). Tentu saja, mengenal orang saja tidak cukup jika mereka tidak merasa berkewajiban untuk membantu. Field (2003, p. 3) menggarisbawahi fakta bahwa jika kita memiliki kesamaan nilai-nilai, maka lebih mudah untuk kita untuk saling bekerja sama mencapai tujuan bersama. Namun, terkait dengan hal tersebut Bourdie menekankan bahwa *'connection require works'*.

Kotak 3. Interaksi Multi Agensi

Johnston, Becker and Paton (2012) melakukan investigasi terhadap peran keterlibatan komunitas dalam mengurangi anxiety dan trauma dalam komunitas setelah bencana gempa bumi di New Zealand in 1987 dan 2003. Tujuannya adalah untuk membandingkan efektivitas dari berbagai tipe keterlibatan komunitas dalam memfasilitasi proses pemulihan. Dari studi ini, diperoleh bahwa pemulihan yang efektif tidak hanya bergantung pada kemampuan individual dalam menghadapi (*coping*) dampak dari bencana, tetapi sesungguhnya 'lingkungan' komunitas juga memainkan peran yang penting dalam mendukung proses pemulihan. Komunitas harus diberikan informasi yang diperlukan dan relevan serta dirangkul untuk turut serta berpartisipasi. Selain itu, Johnston, Becker and Paton (2012), juga menyoroti tentang tingginya kebutuhan untuk mengintegrasikan keterlibatan komunitas multi agensi dalam rangka menindaklanjuti permasalahan yang ada. Mereka menemukan bahwa banyak agensi yang menunjukkan kurangnya kerjasama sebelum terjadinya bencana. Kurangnya interaksi oleh komunitas multi agensi diidentifikasi sebagai masalah utama dari ketidakefektifan proses pemulihan. Proses perencanaan seharusnya merupakan proses kerja kolaboratif melalui komunikasi yang regular, pertemuan dan pelatihan serta edukasi, sebelum, selama dan setelah bencana.

Sumber: Johnston, Becker and Paton (2012).

Dalam rangka mencapai tingkat pemulihan kehidupan dan ekonomi lokal, ide terkait dengan komunitas yang kuat dan saling membantu dalam menghadapi bencana berikut dapat dijadikan rujukan (Woolcock and Narayan 2000, p. 226):

When a people on hard times, they know it is their friends and family who constitute the final safety net. Intuitively, then, the basic idea of social capital is that a person's family, friends, and associated constitute an important asset, one that can be called on in crisis, enjoyed for its own sake, and leveraged for material gain. What is true for individual, moreover, also holds for groups.

3.1.5. Pembangunan Kembali Ekonomi: Sebuah Jendela Kesempatan

Bencana dapat dilihat sebagai gangguan terhadap pembangunan, karena pada saat pasca bencana maka ketidakpastian dimulai. Kegagalan dalam membawa kembali pembangunan kedalam jalur yang 'seharusnya' akan membawa kepada kesenjangan antar wilayah. Dalam hal ini, pembangunan yang tidak merata bukanlah karena disebabkan oleh keluarnya atau 'terhisap' nya sumber daya kewilayah lainnya, namun lebih kepada karena terjadinya kejadian luar biasa yang dinamakan 'bencana'. Ketika bencana mempengaruhi aktifitas ekonomi maka pemilik perusahaan besar dan dunia usaha akan memperoleh imbasnya yang diperkirakan akan berdampak buruk kepada komunitas dalam jangka panjang (2009, seperti dikutip dari Arendt and Alesch 2015). Permasalahan yang mungkin timbul adalah terkait dengan relokasi perusahaan secara permanen, penutupan pabrik, terganggunya pasokan bahan baku utama, dan rantai reaksi lainnya dalam komunitas dunia usaha yang akan berdampak lama dan menetap dalam perekonomian lokal dan regional.

Pada sisi yang lain, jendela kesempatan pasca bencana juga memberikan waktu yang tepat untuk kita melakukan penilaian terhadap strategi pengembangan ekonomi, target industri, dan program insentif, terutama pada perannya dalam mendukung ketangguhan dan keberlanjutan. Kesempatan pembangunan yang datang setelah bencana lebih karena adanya aliran sumber daya terutama pendanaan, teknikal, dan sumber daya manusia ke dalam wilayah yang terkena dampak dan diharapkan mampu memberikan kontribusi pada pembangunan daerah tersebut dalam jangka panjang (Shaw 2013, pp. 411-29). Namun, pemulihan ekonomi adalah area kebijakan yang kompleks dimana hal tersebut tidak dapat diselesaikan hanya dengan model tradisional pemerintah. Selain itu, juga pemulihan ekonomi membutuhkan partisipasi dari sektor privat (Schwab 2014, p. 84) serta komunitas, oleh karena komunitas bergantung kepada ekonomi untuk bertahan hidup, dan bisnis juga membutuhkan komunitasnya untuk dapat tetap eksis dan beroperasi (Arendt and Alesch 2015, p. 86).

Namun demikian, Arendt and Alesch (2015, p. 88) juga telah mengkritik pemerintah (i.e. US) yang hanya memberikan bantuan pasca bencana dan pembayaran asuransi, dan dengan bantuan mereka berharap masyarakat dapat bangkit dan menstimulasi ekonomi lokal. Namun dalam kenyataannya, hal tersebut tidak sesederhana yang dibayangkan, *'the stimulus is too little and far too brief a time to yield long term, sustainable gains for the community's economy'*, sebagaimana diilustrasikan berikut ini:

Locally owned small business may have skimped on or fail to buy insurance and often do not have a large financial flywheel to help them through difficult times. We have seen many fails as long as 5 year after the flood or hurricane when ran out of cash credit and hope.

Singkatnya, Schwab (2014, p. 84) berpendapat bahwa perencanaan ekonomi yang tahan dan berkelanjutan seharusnya tidak hanya focus pada upaya membangun sturktur bangunan yang rusak, tetapi juga menindaklanjuti permasalahan seperti bagaimana memulai kembali bisnis dan hilangnya pekerjaan.

Kotak 4. Pendanaan Untuk Dunia Usaha

Pendanaan dari pemerintah Federal terkait dengan bantuan ekonomi pasca bencana mendapatkan porsi lebih kecil dari total bantuan bencana yang telah dialokasikan. Dalam tahun Fiskal 2008 dan 2009, hanya empat persen dari pendanaan bencana yang dialokasikan untuk membantu permasalahan dunia usaha pasca bencana, termasuk di dalamnya adalah dana yang dikelola oleh *the Small Business Administration's Disaster Recovery Fund, The Economic Development Administration, dan the US Department of Agriculture's Rural Development Disaster Management Fund*. Melalui kantor bantuan bencana, *the Small Business*

Administration menawarkan pinjaman bunga rendah, pembiayaan untuk pemilik rumah, penyewa dan *entity* bisnis pasca bencana (FEMA, 2009). Setelah peristiwa banjir Cedar-Iowa, pinjaman bisnis melonjak melampaui \$120 Million dan mengakibatkan penurunan pendapatan sebesar empat puluh persen.

Sumber: Schwab (2014)

3.2. Menuju Pembangunan: Kerangka Konseptual

Pemerintah lokal sebagai penanggung jawab utama dalam proses pemulihan, juga memiliki saham kepentingan terbesar dalam pemulihan. Biasanya, mereka bertanggung jawab dalam *outcome* pemulihan fisik, sosial dan ekonomi (Schwab 2014). Pemerintah lokal juga memiliki kewenangan untuk secara positif mengarahkan dan mempengaruhi proses pengambilan keputusan dan pelaksanaan yang terdapat dalam proses pemulihan. Namun, akan selalu ada aktor baru dan organisasi yang tumbuh pasca bencana yang fungsinya adalah mengisi kesenjangan informasi dan menyediakan lebih banyak sumber daya seperti tenaga kerja, technical assistance dan saluran komunikasi. Selain itu, komunitas bisnis dan kelompok rumah tangga adalah '*emblematic of the invaluable alliances that develop post disaster*' (Schwab 2014, pp. 134-5).

Relawan, organisasi berbasis komunitas dan lembaga swadaya masyarakat (NGO) dapat pula berperan penting dalam mendorong transformasi pasca bencana, terutama dalam hal memberikan asistensi bagi komunitas yang *vulnerable* yang kurang dapat ditangani dengan program bantuan pasca bencana yang konvensional (Schwab 2014, p. 135). Modal sosial dari komunitas (yakni *network* sosial yang telah ada, keterhubungan, dan kekeluargaan) dapat berfungsi membentuk '*informal insurance*', membantu korban bencana untuk tetap bertahan, mengakses sumber daya dan terlibat dalam rencana dan implementasi pemulihan pasca bencana (Schwab 2014, pp. 134-5). Kerangka konseptual yang telah dielaborasi dari penjelasan di atas ditunjukkan dalam Gambar 1.

Tidak banyak penelitian yang secara spesifik menghubungkan pemulihan bencana (yakni pemulihan kehidupan dan ekonomi lokal) kedalam proses pembangunan secara umum. Namun, untuk dapat memahami proses serupa, kami mulai dengan catatan dari Woolcock and Narayan (2000, pp. 242-3), yang berupaya menghubungkan pendekatan social capital kepada kebijakan pengembangan ekonomi. Langkah-langkah berikut adalah merupakan perluasan dan modifikasi dari rekomendasi mereka.

Network untuk penilaian. Untuk dapat menilai proses pembangunan yang sedang berjalan, ada kebutuhan untuk melihat dari sudut pandang sosial. Untuk studi awal, *network* sosial dapat digunakan sebagai data utama untuk menginvestigasi, sebagai contoh, grup yang termarginalisasi dalam konteks resiko ekonomi dan *vulnerability*.

Network untuk *analysis* institusional. Untuk dapat memetakan hubungan antar para pihak, ada kebutuhan untuk melakukan analisis institusional untuk mengidentifikasi rentang para pihak dan keterhubungannya. Hal ini untuk dapat memahami bagaimana sebuah kebijakan akan berdampak kepada kekuasaan dan kepentingan dan para pihak pada berbagai tingkatan dan *intersect sectors* dari permasalahan yang akan ditindaklanjuti oleh kebijakan. Grup marginal dan dominan harus diidentifikasi untuk menghindari kebijakan yang bias.

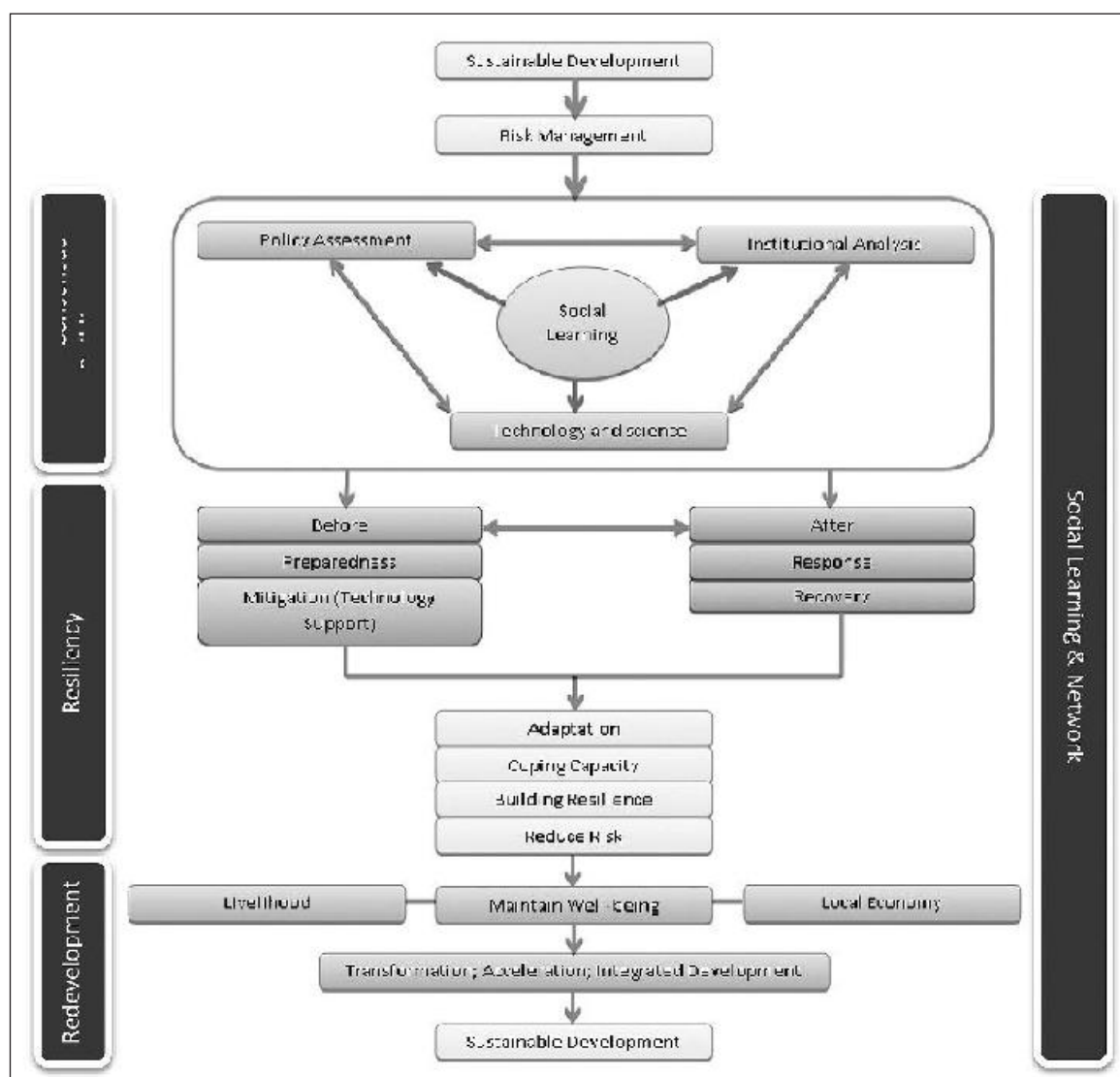
Network untuk pemerintah lokal dan organisasi berbasis komunitas. Ada kebutuhan untuk menekankan peran dari kapasitas organisasi komunitas, terutama dalam dalam rangka membangun koneksi antar komunitas dan kelompok sosial. Organisasi ini dimaksudkan untuk menjembatani kepentingan dan sumber daya yang ada dari berbagai para pihak, dan untuk memfasilitasi proses pembangunan konsensus antar para pihak, seperti telah diakui secara luas bahwasanya tujuan yang disepakati bersama sangat vital bagi pembangunan ekonomi.

Network untuk pertukaran ilmu. Ada kebutuhan untuk memperbaiki infrastruktur akses dan teknologi komunikasi untuk dapat mempercepat pertukaran proses pengetahuan dan informasi lintas komunitas dan kelompok sosial.

Network untuk proses yang lebih terintegrasi. Akhirnya, untuk menjaga keberlanjutan, langkah-langkah (uakni pembelajaran sosial) harus dapat di integrasi dan disinergikan kedalam proses pembangunan dalam arti untuk mendorong keterlibatan komunitas diberbagai tingkatan kegiatan (yakni desain, implementasi, manajemen, dan evaluasi).

Dapat disimpulkan bahwasanya *network* yang ada dalam komunitas dalam tingkatan dan diantara agensi (lokal, regional dan nasional), berfungsi sebagai '*the oil that keeps the engine of recovery running smoothly*'. Namun 'hubungan' tidakakan sesederhana yang dibayangkan, oleh karenanya pertemuan

reguler untuk dapat menindaklanjuti tantangan dalam pemulihan komunitas harus diinisiasi. Untuk dapat menentukan secara spesifik hubungan mana yang paling krusial dan kritis, hal ini sepenuhnya tergantung pada kebutuhan pasca bencana yang berkembang saat itu. Mengetahui kompleksitas permasalahan bencana alam dan perubahan iklim, maka makna dari sebuah keterhubungan dan *network* sangat penting bukan hanya untuk pembiayaan pemulihan pasca bencana namun juga percepatan pemulihan (Schwab 2014, p. 47). Fondasi yang kuat untuk sebuah aksi kolektif dapat dibangun melalui proses perencanaan pemulihan yang inklusif. Selanjutnya, implementasi akan lebih kolaboratif dan terkoordinasi dengan baik jika terdapat keterlibatan yang aktif antara pemerintah dan publik dalam hal pengambilan keputusan, formulasi kebijakan dan desain proyek dan program (Schwab 2014, p. 134).

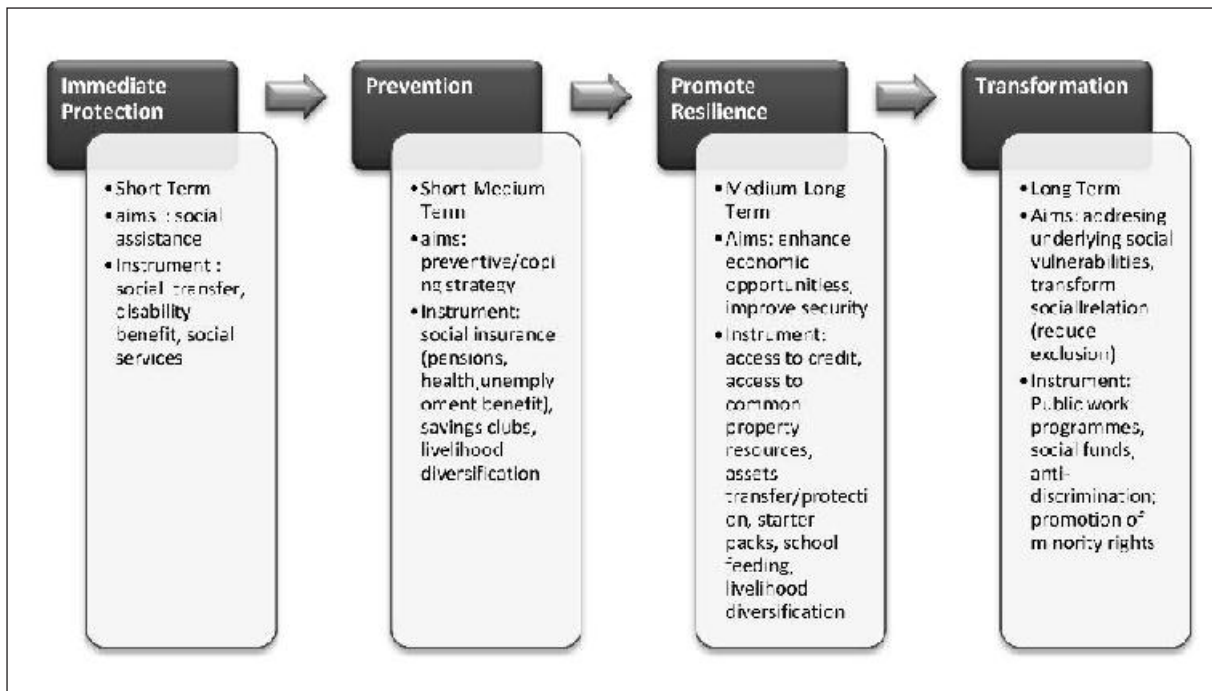


Gambar 1. Kerangka Konseptual.
Sumber: Analisis

3.3. Bagaimana Kami Dapat Bertahan Hidup Pasca Krisis: Saatnya Bergerak Maju

3.3.1. Proteksi Sosial

Berdasarkan pada berbagai literatur, Gambar 2 memberikan kerangka kerja umum untuk proteksi sosial yang terdiri dari empat elemen, meliputi; proteksi, preventif, promosi, dan transformasi (Balgos and Dizon 2015). Dalam gambar tersebut juga ditunjukkan tahapan proteksi sosial selama krisis.



Gambar 2. Kerangka Umum Proteksi Sosial Pascabencana.

Selain itu, donasi juga merupakan komponen yang signifikan sebagai bantuan pembiayaan pasca bencana, khususnya pada saat-saat awal dimana perhatian media begitu besar (Arendt and Alesch 2015). Lembaga swadaya masyarakat (NGO), foundations, perusahaan menyediakan bantuan materi dan pembiayaan untuk individual, keluarga, organisasi komunitas dan pemerintah lokal. Banyak diantara bantuan ini lebih berfokus pada kebutuhan mendesak setelah bencana, namun ada pula organisasi yang juga menyediakan bantuan untuk pemulihan, seperti: perbaikan rumah, sekolah, infrastruktur, dan elemen penting lainnya dalam kesejahteraan komunitas.

3.3.2. Dukungan untuk usaha kecil dan ekonomi lokal

Untuk memulai kembali bisnis. Meskipun bisnis tidak mengalami dampak kerusakan secara langsung, namun mereka tentunya akan mengalami gangguan dalam hal infrastruktur dan pasokan bahan baku. Perusahaan besar umumnya lebih siap menghadapi bencana melalui *business continuity plans* ataupun memang karena telah memiliki sumber daya untuk keluar dari gangguan atau kerugian akibat bencana. Namun, usaha kecil kemungkinan besar tidak dapat beroperasi kembali setelah bencana, atau mungkin gagal meneruskannya setelah beberapa saat beroperasi kembali pasca bencana. Penentu dari kesiapan entiti bisnis adalah ukuran usaha, pengalaman sebelumnya dalam menghadapi bencana dan tipe bisnis (misalnya: milik sendiri/*leasing*). Terdapat tiga variabel yang menentukan apakah sebuah bisnis akan beroperasi kembali pasca bencana (Schwab 2014, p. 85):

the ability to recover a sets lost in disaster; the extent of adverse effects to business dependencies (e.g. supplier, customers, and employees);and the ability to adapt quickly and appropriately to new realities in a post disaster environment

Disinyalir, banyak pemerintah lokal yang tidak memberikan bantuan yang memadai kepada bisnis lokal terutama ketika kebutuhan pembiayaan meningkat tajam pasca bencana. Sepanjang pengamatan pemerintah lokal memiliki kemampuan yang rendah dalam membantu bisnis lokal untuk tetap bertahan ada di komunitas, atau membantu mereka bangkit dari keterpurukan pasca bencana.

Mempekerjakan mereka yang kehilangan mata pencaharian. Selain permasalahan yang terkait dengan bagaimana bisnis dapat kembali beroperasi, pengangguran pasca bencana juga menjadi masalah yang krusial. Namun, permasalahan ini juga terkait dengan rehabilitasi perumahan, oleh karena mereka mungkin tidak akan tetap berada di daerah tersebut jika rumah dan tempat tinggal belum direstorasi. Dalam rangka memastikan bahwa tenaga kerja tetap menjadi asset yang berharga bagi komunitas dan daerah pasca

bencana, pemerintah lokal harus berusaha bekerja sama dengan sektor privat untuk melakukan penilaian dan penelusuran terhadap perusahaan dan pekerjaan yang hilang. Perubahan demografi yang terjadi pasca bencana akan berpengaruh kepada munculnya jenis pekerjaan baru yang terkait bencana (misal: pekerja konstruksi), yang pada akhirnya akan berakibat pada mismatch antara tenaga skill yang telah ada dengan pekerjaan yang tersedia (Schwab 2014).

Kotak 5. The US Small Business Administration

The US Small Business Administration (SBA) menyediakan bantuan pasca bencana. Terdapat tiga jenis pinjaman, yakni: 'physical disaster home loans, physical disaster business loan and economic injury business loans'. Pinjaman memiliki tingkat bunga yang rendah dari pada pembiayaan yang ditawarkan oleh institusi privat. Untuk dapat layak menerima bantuan melalui SBA, semua pemilik rumah dan individual harus mendaftarkan terlebih dahulu kepada FEMA, sedangkan pemilik bisnis dapat langsung mengajukan kepada SBA. Pinjaman hanya diberikan untuk kerugian yang tidak ditanggung oleh asuransi ataupun program bantuan pasca bencana lainnya. Oleh karena terjadi perubahan antar satu bencana ke bencana lain, dan SBA tidak dapat memprediksi dengan pasti kejadian berdasarkan magnitude bencana, maka SBA memiliki hak untuk melakukan perubahan aturan tanpa pemberitahuan sebelumnya.

Namun, entity bisnis dapat saja tidak eligible untuk mendapatkan bantuan finansial dari State and Federal agencies, tergantung pada latar belakang sejarah finansial mereka. Bisnis kecil mungkin saja tidak eligible untuk mendapatkannya dari SBA. Eligibility tergantung kepada kemampuan untuk membayar kembali, personal atau bisnis cash flow, dan kepuasan kredit dan karakter. Oleh karena SBA mendasarkan penilaian pada pendapatan sebelum bencana maka sesungguhnya hal tersebut tidak mencerminkan prospek bisnis setelah kejadian bencana. Sehingga, mereka sebagian dari bisnis kecil yang memperoleh pembiayaan dari SBA merasa bahwa angsuran justru membebankan mereka.

we heard numerous complaints from small-business owners who availed them self of the loan program that the loan program made it virtually impossible for them to make changes to their business that were necessary to adapt to new circumstances (p. 212)

Sumber: Schwab (2014).

Image and rebranding untuk pariwisata. Pada komunitas yang bergantung kepada pariwisata, bencana akan berdampak buruk pada ekonomi lokal. Meskipun pemulihan hal-hal yang terkait dengan kenyamanan berwisata telah diperbaiki secara cepat, namun persepsi publik terkait area tersebut sebagai tujuan wisata belum tentu pulih. Publikasi negatif media yang intens akan membentuk opini publik sehingga daerah pasca bencana akan sulit kembali menarik wisatawan dan investor. Pengembangan marketing dan *branding strategy* adalah hal yang esensial bagi pemulihan ekonomi di seluruh daerah yang terdampak. Bergantung pada sektor ekonomi utama dari daerah tersebut, pemerintah dapat mengembangkan strategi yang berfokus pada upaya revitalisasi pariwisata, menarik bisnis dan tenaga baru atau strategi pengembangan pariwisata (Schwab 2014).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan tersebut, maka terdapat beberapa catatan untuk ditindaklanjuti:

1. Komunitas dalam arti luas haruslah mengambil peran atau setidaknya terlibat dalam proses pemulihan (di lingkungan) mereka. Pada titik ini, komunitas harus membangun mekanisme untuk mengkomunikasikan prioritas mereka kepada pemerintah (lokal dan nasional). Keberadaan dari organisasi berbasis komunitas sejak sebelum bencana akan memajukan peran yang strategis, sehingga persepsi dapat difasilitasi kedalam kebijakan dan implementasi;
2. Komunitas dalam arti luas harus membangun hubungan dan *network* sebelum bencana. Hubungan yang

telah ada sebelum bencana akan menjadi investasi yang berharga dalam membangun kepercayaan antar agensi, dan para pihak dalam arti luas; serta akan menjadi instrument kunci dalam proses pemulihan terutama dalam situasi under pressure dan ketidakpastian;

3. Sudah waktunya kita mengukur pemulihan. Meskipun mungkin tidak akan ada parameter yang universal, oleh karena setiap bencana akan sangat spesifik relatif terhadap bencana lainnya. Namun satu yang pasti, bahwasanya pengukuran haruslah dilandasi pada konsensus dan tujuan yang telah dibangun oleh komunitas; dan seberapa jauh hal tersebut dapat mempromosikan ketangguhan dari komunitas itu sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anderson, M. B. 1985. A Reconceptualization of the Linkages between Disasters and Development. *Disasters*,9(Supplement), pp.46-51.
2. Arendt, L. A. and D. J. Alesch. 2015. Long term community recovery from natural disasters. Boca Raton, FL: CRC Press.
3. Balgos, B. and J. D. Dizon. 2015. Social Protection ten Years After the Tsunami: The Case of Indonesia and Thailand. *Recovery from the Indian Ocean Tsunami: a ten year journey*. Tokyo: Springer.
4. Berke, P. R., J. Kartez and D. Wenger. 1993. Recovery after Disaster: Achieving Sustainable Development, Mitigation and Equity. *Disasters*,17(2), pp.93-109.
5. Collins, A. 2009. Disaster and development. London: Routledge.
6. Desta, A. 1999. Environmentally sustainable economic development. Westport, Conn: Praeger.
7. Field, J. 2003. Social capital. London: Routledge.
8. Forbes, D. 2000. Reading text and Writing geography. In: I. HAY, ed. *Qualitative research methods in human geography*. South Melbourne, Vic; Oxford: Oxford University Press.
9. Hopwood, B., M. Mellor and G. O'Brien. 2005. Sustainable development: mapping different approaches. *Sustainable Development*,13(1), pp.38-52.
10. Jahangiri, K., Y. O. Izadkha and S. Jamaledin Tabibi. 2011. A comparative study on community based disaster management in selected countries and designing a model for Iran. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*,20(1), pp.82-94.
11. Johnston, D., J. Becker and D. Paton. 2012. Multi agency community engagement during disaster recovery. *Disaster Prevention and Management*,21(2), pp.252-268.
12. Lélé, S. M. 1991. Sustainable development: a critical review. *World Development*,19(6), pp.607-621.
13. Lin, N. 2002. Social capital: a theory of social structure and action. Cambridge: Cambridge University Press.
14. Nigg, J. M. 1995. #219. Disaster recovery as a social process. (#219). Disaster Research Centre, University of Delaware.
15. O'brien, G., P. O'keefe, Z. Gadema and J. Swords. 2010. Approaching disaster management through social learning. *Disaster Prevention and Management*,19(4), pp.498-508.
16. Olshansky, R. 2005. How do communities recover from disaster? A review of current knowledge and an agenda for future research. In: 46th Annual Conference of the Association of Collegiate Schools of Planning.
17. Pelling, M. 2003. Natural disasters and development in a globalizing world. London: Routledge.
18. Perry, R. W. 2005. Disasters, Definition and Theory Construction. In: R. W. PERRY and E. L. QUARANTELLI, eds. *What is a disaster?: new answers to old questions*. Philadelphia, Pa.: Xlibris.
19. Phillips, B. D. 2009. Disaster recovery. CRC press.
20. Ride, A. and D. Bretherton. 2011. Introduction. In: A. RIDE and D. BRETHERTON, eds. *Community resilience in natural disasters*. New York, NY: Palgrave Macmillan.
21. Schwab, J. 2014. Book, Whole. *Planning for post disaster recovery: next generation*. (1611901502; 9781611901504). Chicago: APA Planners.
22. Sementelli, A. 2007. Toward a Taxonomy of Disaster and Crisis Theories. *Administrative Theory & Praxis*,29(4), pp.497-512.
23. Shaw, R. 2013. *Disaster Recovery: Used Or Misused Development Opportunity*. Springer Science & Business Media.
24. Wasserman, S. and K. Faust. 1994. *Social network analysis: methods and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
25. Woolcock, M. and D. Narayan. 2000. Social capital: implications for development theory, research, and policy. *The World Bank research observer*,15(2), pp.225-249.

STRATEGI PEREMPUAN PASCABENCANA: DARI RENTAN MENJADI TANGGUH BENCANA

Oleh:

Bevaola Kusumasari^{a,*}

^a Jurusan Manajemen dan Kebijakan Publik, FISIPOL UGM

Jl. Dr. Sardjito 1, Sekip Yogyakarta 55283

*e-mail: bevaola@ugm.ac.id

Abstrak

Isu tentang kerentanan perempuan dalam bencana telah banyak dibahas dalam berbagai literatur mengenai kebencanaan. Sebagian besar literatur menunjukkan bahwa tingkat kerentanan perempuan akan meningkat pada periode sebelum, selama, dan setelah bencana. Memahami bagaimana perempuan menjalani kehidupan pascabencana memberikan kontribusi terhadap kajian kebencanaan yang telah ada. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perempuan memiliki kemampuan yang baik dalam menghadapi bencana dan bertahan hidup, terlebih bagi perempuan yang memiliki warisan keterampilan. Diferensiasi latar belakang sosial ekonomi desa memberikan tampilan yang lebih lengkap baik dalam hal pola budaya yang terlihat maupun masalah yang lebih dalam mengenai cara perempuan untuk bertahan terhadap bencana. Perempuan dalam kajian ini menyadari bahwa bencana telah memicu motivasi perempuan untuk membantu membiayai kehidupan ekonomi keluarga. Bahkan, pendapatan mereka saat ini telah berkontribusi besar bagi keluarga. Pada akhirnya, kemampuan bertahan hidup pascabencana sekaligus juga telah membangun kepercayaan, harga diri perempuan serta memengaruhi relasi gender.

Kata Kunci: Gender, kerentanan, bencana alam, perempuan.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang rawan bencana alam. Daerah yang rentan terhadap bencana alam menyebar di hampir seluruh wilayah negeri, mulai dari ujung Sumatera bagian utara sampai utara Papua. Sementara itu, bencana alam terbesar yang terjadi di Provinsi DI Yogyakarta adalah gempa bumi yang terjadi pada 27 Mei 2006 dan letusan Gunung Merapi tahun 2010. Kedua bencana alam tersebut menimbulkan banyak sekali korban jiwa, terutama perempuan, lansia, dan anak-anak. Selain mengakibatkan jatuhnya banyak korban jiwa, bencana juga membawa dampak kerusakan, serta kehilangan lapangan pekerjaan, harta benda, dan infrastruktur lainnya.

Dalam hal ini, kelompok yang sangat rentan mendapat imbas dari bencana adalah perempuan, anak-anak, para usia lanjut, dan difabel. Mereka merupakan kelompok yang paling dominan menjadi korban saat bencana. Secara fisik, perempuan dan anak-anak memiliki kondisi yang relatif lebih lemah sehingga nyaris tidak mampu menyelamatkan diri sesigap laki-laki dewasa. Akibatnya adalah kelompok perempuan, lansia, dan anak-anak lebih banyak menjadi korban dari keganasan bencana. Di balik kerentanan sosial, ekonomi, dan budaya, perempuan terbukti paling efektif dalam penanggulangan bencana, baik saat pencegahan maupun masa tanggap darurat. Pengorganisasian yang dipelopori oleh perempuan sangat bermanfaat untuk kepentingan mengurangi risiko bencana. Mereka lebih sering berada di rumah dan keberadaannya hampir selalu ada di lingkungan sekitar wilayah bencana sehingga penyebaran informasi melalui perempuan sangat efektif. Persoalannya adalah bagaimana informasi yang disampaikan itu dapat akurat dan tepat. Pada saat yang sama bencana dapat mengubah perempuan menjadi tangguh dalam menghadapi kondisi yang sulit dan kritis tersebut. Perempuan yang kehilangan suami misalnya, dituntut menjadi kepala rumah tangga dan harus menafkahi keluarganya agar dapat bertahan hidup. Padahal penanganan bencana sering kali kurang memerhatikan kebutuhan dan keterlibatan perempuan. Setelah bencana alam selesai masa pemulihan, banyak keluarga yang dilanda kemiskinan, terlebih lagi perempuan. Biasanya mereka bekerja di sektor informal sebagai pilihan akibat dari adanya pembagian kerja secara seksual. Pada sisi lain, perempuan

dapat berperan sebagai penggerak (*agent of change*) yang dapat merespons perubahan lingkungan (Shiva, 2006). Perempuan memiliki kelebihan dalam memahami dan mengidentifikasi kebutuhan dasar keluarga. Dengan program pengurangan risiko bencana misalnya, bencana gempa bumi atau letusan gunung api di daerah-daerah rawan diharapkan mampu meningkatkan taraf hidup perempuan.

2. METODOLOGI

Setting yang dipakai sebagai kasus adalah perempuan-perempuan yang memiliki usaha atau perempuan bekerja di sektor informal di wilayah bencana gempa bumi di Bantul dan erupsi Merapi di Sleman. Di Bantul, yang dipilih sebagai lokasi penelitian adalah Dusun Giriloyo, Wukirsari, Bantul yang merupakan sentra batik. Dusun ini telah memiliki sejarah panjang dalam pengembangan industri batik. Sementara itu, lokasi penelitian di Kabupaten Sleman adalah Dusun Pager Jurang, Kepuharjo, Cangkringan yang merupakan sentra industri wedang uwuh dan jahe instan yang menjadi bentuk pertahanan secara ekonomi perempuan dalam menopang kehidupan keluarganya. Data diperoleh dari penyebaran kuesioner terhadap 80 perempuan atau 30 persen dari data perempuan yang memiliki usaha di Cangkringan, Sleman dan 133 perempuan atau 10 persen dari perempuan berusaha di Wukirsari, Bantul. Untuk mendukung data kuantitatif, observasi, wawancara mendalam dan serangkaian FGD dilakukan untuk memperoleh gambaran lebih mendalam tentang potret perempuan di kedua desa penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Peran Perempuan dalam Manajemen Bencana

Dalam literatur-literatur tentang gender dan bencana, laki-laki dan perempuan memiliki kemampuan yang berbeda dalam menghadapi bencana. Menurut Enarson dan Morrow (1998: 5), masalah ekonomi, ras/etnis, dan usia menyebabkan perempuan lebih rentan daripada laki-laki pada saat sebelum, selama, dan setelah bencana terjadi. Selain itu, perbedaan fisik antara laki-laki dan perempuan, marginalisasi politik, dan ketergantungan pada laki-laki menyebabkan kerentanan perempuan terhadap bencana semakin besar (Neumayer dan Plumper 2007; Scanlon, 1998:49). Masalah utama yang dihadapi kaum perempuan selama bencana adalah kurangnya akses bahwa mereka pada sumber daya bila dibandingkan dengan laki-laki, mereka juga tidak memiliki kekuatan jaringan sosial yang besar, dan tidak selalu memiliki wewenang untuk membuat keputusan besar.

Kemampuan perempuan dalam merespons dan beradaptasi terhadap bencana merupakan sumber daya yang dapat dimanfaatkan untuk perencanaan program-program pengurangan risiko bencana. Masyarakat yang tinggal di daerah rawan bencana secara naluri telah memiliki cara untuk merespons kejadian bencana (Marfai dan Khasanah, 2008; Adger, dkk., 2004). Hal ini karena kejadian bencana yang beruntun dan periodik mengharuskan masyarakat mampu merespons dan beradaptasi terhadap daerah yang rawan bencana. Cara ini dikemas dalam suatu sistem sosial yang disepakati dan menjadi tuntunan dalam menjalankan kehidupannya. Parsons (1951) menjelaskan bahwa sistem sosial merupakan suatu sistem tindakan (*action system*) yang terbentuk dari interaksi sosial yang tumbuh dan berkembang berdasarkan nilai yang disepakati bersama oleh para anggota masyarakat. Namun pada era pascamodern ini pola pikir dan tata nilai dalam kehidupan masyarakat telah banyak berubah menuju paradigma globalisasi yang tidak lagi menjunjung tinggi tata nilai yang disakralkan dalam sistem sosial (Marfai, 2005). Lemahnya kesiapsiagaan masyarakat, terutama perempuan, mengindikasikan telah lunturnya pengetahuan lokal yang bertumpu pada kepekaan melihat gejala dan tanda alam. Disamping itu, tampak pula adanya kegagalan estafet transformasi nilai kearifan lokal pada generasi muda.

Dalam penelitian ini yang menjadi responden utama adalah perempuan yang memiliki pekerjaan dan mempunyai penghasilan pribadi atas usaha yang dilakukannya. Dengan lain kata, perempuan dalam riset ini adalah perempuan yang berdaya secara ekonomi dan memiliki akses pada sumber daya. Salah satu cara untuk melihat peran perempuan dalam manajemen bencana adalah dengan mengetahui seberapa jauh perempuan paham terhadap kondisi daerah tempat tinggalnya yang masuk kategori rawan bencana atau tidak. Hasil riset menemukan bahwa lebih dari 80 persen perempuan di Sleman mengetahui daerahnya adalah rawan bencana dan juga mengetahui tanda-tanda akan terjadi bencana. Namun hal yang sebaliknya terjadi di Bantul, pengetahuan perempuan terhadap tanda-tanda akan terjadi bencana masih amat rendah meskipun mereka menyadari bahwa daerah tempat tinggalnya adalah wilayah rawan bencana.

Tingkat pengetahuan perempuan yang berbeda antara Sleman dan Bantul disebabkan oleh sifat

bencana yang juga berlainan. Perempuan Sleman terbiasa dengan bencana yang berbentuk erupsi Merapi karena sifat kejadiannya yang terjadi secara periodik. Dari pengalaman menghadapi erupsi Merapi inilah, perempuan Sleman memiliki pembelajaran tentang tanda-tanda bahaya yang akan muncul. Di samping itu, telah terjadi penguatan kapasitas, baik yang dilakukan oleh pemerintah, masyarakat setempat ataupun organisasi lainnya yang memiliki kepedulian terhadap bahaya Merapi.

Dalam penelitian ini ditemukan fakta bahwa keterlibatan perempuan secara khusus masih sangat minimal, baik di Bantul maupun Sleman. Beberapa kegiatan, seperti melakukan analisis kerentanan, pelatihan tanggap bencana, dan tanggap darurat hanya melibatkan kurang dari 4 persen perempuan. Hanya kegiatan penyediaan logistik bencana yang melibatkan hampir 10 persen perempuan secara khusus. Namun diakui bahwa kegiatan mitigasi bencana yang dirancang oleh pemerintah daerah melibatkan laki-laki dan perempuan secara bersamaan, terutama untuk pelatihan tanggap darurat di Sleman yang nilainya hampir 100 persen serta pembuatan peta jalur evakuasi di Bantul yang melibatkan laki-laki dan perempuan. Khusus untuk pelibatan laki-laki dalam mitigasi bencana, hampir 40 persen laki-laki aktif dalam penyediaan sarana dan prasarana penanggulangan bencana di Sleman dan pembuatan peta jalur evakuasi di Bantul.

Salah satu variabel penting yang memengaruhi bentuk dan derajat partisipasi perempuan dalam manajemen bencana adalah sejauh mana keterlibatan mereka dalam manajemen bencana. Pelajaran yang didapatkan perempuan di Bantul dan Sleman dari pengalamannya terpapar bencana alam menjadi momen penyadaran untuk meningkatkan kapasitas perempuan dalam mengelola bencana, termasuk melengkapi diri dengan informasi-informasi tentang bencana. Apakah informasi yang didapat berbeda antara laki-laki dan perempuan? Dalam berbagai studi ditemukan bahwa yang menjadi inti dari penyebaran informasi, sosialisasi tentang bencana dan aktivitas mitigasi, serta tanggap bencana adalah orang dewasa laki-laki, remaja laki-laki, remaja perempuan, dewasa perempuan, lansia, dan anak-anak (Fatimah, 2008).

Eksplorasi pengalaman dari perempuan di kedua kecamatan, baik di Wukirsari, Bantul ataupun Kepuharjo, Sleman, menunjukkan bahwa akses terhadap informasi, sosialisasi, dan pengetahuan amat terkait dengan pembagian ruang dan peran antarjenis kelamin dan umur. Laki-laki dewasa, yang karena perannya lebih banyak berada di ruang publik dan juga dipandang memiliki mobilitas fisik yang lebih besar, memiliki kesempatan yang besar untuk mengakses informasi tentang kebencanaan dan terlibat dalam kegiatan mitigasi bencana. Dari sini tampak bahwa peran penting dalam pengelolaan bencana dekat dengan peran gender laki-laki, seperti terkait masalah evakuasi korban, simulasi, dan kegiatan tanggap darurat.

Masih terbatasnya kegiatan-kegiatan mitigasi dan tanggap bencana yang dirancang khusus untuk keperluan perempuan disebabkan oleh terbatasnya kemampuan pemerintah daerah untuk menangkap isu penting ini. Seperti dijelaskan oleh Labadie (1984) yang menyoroti masalah yang dihadapi pemerintah daerah dalam manajemen kebencanaan adalah sikap (*attitude*), yaitu munculnya sikap apatis dari aparat birokrasi yang tidak mau berpikir tentang bencana sampai bencana itu benar-benar terjadi. Bencana dianggap menjadi bagian dari wacana yang tidak penting dan sebagian besar bencana dipandang sebagai bencana alam sehingga pemikiran tentang bencana dipandang sebagai pemborosan sumber daya. Dengan demikian, berbagai bentuk kegiatan mitigasi dan tanggap bencana yang diperuntukkan secara khusus pada perempuan menjadi hal yang amat sulit dilakukan karena adanya persepsi dari birokrasi yang sangat sulit diubah tersebut. Padahal beberapa manfaat positif dapat diperoleh dengan melibatkan perempuan dalam kegiatan mitigasi dan kesiapsiagaan bencana. Pertama, perempuan mengenal secara benar wilayahnya sekaligus belajar melakukan analisis sosial, terutama tentang demografi, secara benar. Kedua, perempuan akan belajar mengidentifikasi risiko yang ada di wilayah tempat tinggalnya dan diharapkan anak secara sadar akan melakukan berbagai kegiatan untuk mengurangi risiko bencana. Ketiga, ketika ada pelibatan aktif, perempuan akan langsung belajar dari kegiatan itu sehingga mudah terinternalisasi ke dalam alam bawah sadar mereka. Dengan demikian, diharapkan apabila terjadi bencana dan perempuan sedang berada di lingkungan mana pun, mereka akan cepat memutuskan penyelamatan diri yang benar. Keempat, mengurangi dampak-dampak negatif pasca terjadinya suatu bencana.

3.2. Perempuan sebagai *Social Marketer*

Dalam mitigasi bencana, perempuan dapat dijadikan *social marketer*. Artinya adalah mengajarkan dan melibatkan perempuan sedini mungkin untuk belajar soal pengetahuan kebencanaan. Perempuan dapat berfungsi sebagai agen perubahan meskipun mereka termasuk kategori rentan terhadap bencana. Namun apabila perempuan dapat diberdayakan dengan baik dan maksimal, maka pada akhirnya mereka akan memiliki kemampuan luar biasa untuk bertahan sekaligus melindungi diri dari bencana, baik untuk diri sendiri maupun orang yang berada di sekitarnya. Dengan begitu, diharapkan keterlibatan perempuan dalam berbagai kegiatan mitigasi dan tanggap bencana dapat meminimalisasi dampak negatif suatu peristiwa bencana.

Hasil survei ini juga menjelaskan bagaimana antisipasi perempuan dalam menghadapi bencana. Lebih dari 75 persen perempuan memilih untuk menyelamatkan diri sendiri dan keluarganya daripada harta benda serta ternak yang dimilikinya. Pada kenyataannya yang terjadi di Sleman adalah lamanya durasi erupsi Merapi membuat kehidupan pengungsi penuh ketidakpastian, baik di kehidupan selama di pengungsian maupun harta benda yang ditinggalkan. Salah satu harta penting bagi pengungsi adalah ternak mengingat sebagian besar dari mereka menggantungkan hidupnya dari peternakan. Masyarakat lereng Merapi rela membahayakan jiwanya untuk mengamankan ternaknya. Fenomena ini mencemaskan pemerintah akan jatuhnya lebih banyak jiwa. Guna mencegah jatuhnya korban manusia akibat fenomena ini, maka pada 5 November 2010 pemerintah pusat mengeluarkan janji akan membeli semua ternak di daerah kawasan bencana dan rawan bencana (Winarsih, 2013).

3.3. Mengapa Pelibatan Perempuan Masih Minim

Salah satu variabel yang penting yang mempengaruhi bentuk dan derajat partisipasi perempuan dalam manajemen bencana adalah sejauh mana keterlibatan mereka dalam manajemen bencana. Pelajaran yang didapatkan perempuan di Bantul dari pengalamannya terpapar bencana alam menjadi momen penyadaran untuk meningkatkan kapasitas perempuan dalam mengelola bencana termasuk melengkapi diri dengan informasi-informasi tentang bencana. Apakah informasi yang didapat berbeda antara laki-laki dan perempuan? Dalam berbagai studi ditemukan bahwa yang menjadi inti dari penyebaran informasi, sosialisasi tentang bencana dan aktivitas mitigasi serta tanggap bencana adalah orang dewasa laki-laki, remaja laki-laki, remaja perempuan, dewasa perempuan, lansia dan anak-anak (Fatimah, 2008).

Eksplorasi pengalaman dari perempuan di kedua kecamatan baik di Wukirsari, Bantul menunjukkan bahwa akses terhadap informasi, sosialisasi dan pengetahuan amat terkait dengan pembagian ruang dan peran antar jenis kelamin dan umur. Laki-laki dewasa yang karena perannya lebih banyak di ruang publik dan juga dipandang memiliki mobilitas fisik yang lebih besar maka memiliki kesempatan yang besar untuk mengakses informasi tentang kebencanaan dan terlibat dalam kegiatan mitigasi bencana. Dari sini tampak bahwa peran penting dalam pengelolaan bencana dekat dengan peran gender laki-laki seperti terkait masalah evakuasi korban, simulasi dan kegiatan tanggap darurat.

Fakta tersebut menunjukkan bahwa *stereotype* perempuan tidak bisa diandalkan kecuali bersama laki-laki masih menjadi *mainstream*. Dalam konteks manajemen bencana, peran-peran yang semestinya bisa dijalankan perempuan sendiri, ternyata masih disandingkan dengan laki-laki. Padahal dalam penelitian lainnya, Enarson mengemukakan bahwa dibandingkan dengan laki-laki, perempuan lebih memiliki motivasi dalam pencegahan bencana. Misalnya, perempuan turut membersihkan sampah yang terbawa banjir di wilayah tetangga mereka. Contoh ini menunjukkan sesuatu yang berbeda dengan *stereotype* bahwa perempuan adalah kelompok lemah dan rentan. Ternyata terdapat potensi besar dalam diri perempuan yang sering kali diabaikan (Enarson, 2001). Penelitian lainnya juga menemukan bahwa dalam situasi bencana, perempuan merupakan kelompok yang lebih peduli dengan keluarga dan tetangganya. Potensi lainnya adalah perempuan memiliki ikatan yang kuat dengan komunitasnya dibandingkan dengan laki-laki.

Dalam hal inilah pemerintah terkesan mengabaikan potensi yang dimiliki perempuan. Terdapat beberapa alasan mengapa pelibatan perempuan dalam manajemen bencana masih minim. Pertama, pemerintah menganut ideologi patriarki. Akibatnya dalam kegiatan pembangunan yang dilakukan, pemerintah (secara eksplisit maupun implisit) menguatkan asumsi pemisahan peranan laki-laki dan perempuan (White dan Lestari, 1980). Dalam kaitan tersebut, pemerintah menggunakan kebijakan manajemen bencana sebagai apparatus pelanggaran ideologi patriarki yang dianut pemerintah (negara), atau yang lebih familiar disebut *ideological state apparatus* (ISA). Dengan demikian kebijakan yang dihasilkan pemerintah bertujuan menjadi instrumen hegemonik. Kedua, perempuan tetap menyandang gelar "*the second class*" yang lekat dengan tindak pengabaian (Simone De Beauvoir, 1993). Ketiga, domestifikasi perempuan tercermin dari perilaku apatis perempuan yang dindikasikan dengan rendahnya partisipasi perempuan dalam kegiatan publik. Keempat, adanya fenomena "*glass ceiling*" yaitu dalam sebuah korporasi atau pemerintahan, meskipun banyak perempuan yang memiliki kapasitas dan kemampuan untuk menduduki posisi penting (*elite*), konstruksi peran gender yang bias menjauhkan perempuan dari peluang untuk menempati posisi pimpinan tersebut (*top level/elite*) (Chanavat, 2012).

3.4. Perempuan dan Kerentanan Ekonomi

Kurangnya keamanan ekonomi merupakan salah satu faktor utama dalam kerentanan sosial dan secara langsung meningkatkan dampak bencana terhadap perempuan sebagai individu maupun kelompok. Sumber daya utama ekonomi dalam bencana adalah pendapatan yang aman, adanya akses ketabungan

ataukredit, pekerjaan yang memberikan jaminan perlindungan sosial, keterampilan, pendidikan, dan pelatihan, serta kontrol atas sumber daya produktif. Aset-aset ini memungkinkan perempuan korban bencana dapat bertahan (*survive*) di tengah krisis kehidupan pasca bencana dengan kemungkinan untuk membangun tempat tinggalnya kembali, mengganti semua kerugian yang muncul ataupun membangun bisnisnya kembali. Namun pembagian kerja dalam rumah tangga maupun di sektor ekonomi global yang seringkali bias gender membuat sebagian besar perempuan kurang mampu mengontrol sumber daya ekonomi daripada laki-laki (Enarson, 2010).

Setelah bencana terjadi, perempuan tetap memilih bekerja dengan beberapa alasan. Pertama, sangat tingginya dorongan untuk memenuhi kebutuhan ekonomi keluarga. Kedua, adanya pengaruh budaya yang membuat perempuan merasa malu kalau hanya tinggal diam di rumah dan tidak berkarya. Ketiga, adanya pengaruh lingkungan yang mendorong perempuan untuk belajar membuat batik. Kondisi ini terjadi pada perempuan-perempuan di desa Wukirsari, Bantul yang setiap perempuannya sejak usia dini telah diajarkan membuat batik dan menjadi keterampilan turun-temurun yang wajib dimiliki oleh setiap perempuan desa Wukirsari. Keempat, dukungan faktor eksternal, seperti pelatihan yang diberikan oleh berbagai LSM untuk meningkatkan kapasitas dan keterampilan perempuan-perempuan korban bencana. Pelatihan pewarnaan batik dengan warna-warna alam, serta pembuatan bakpia telo ungu, jahe susu instan, dan aksesoris adalah beberapa contoh kegiatan pelatihan yang diberikan oleh LSM kepada perempuan di Wukirsari dan Kepuharjo. Kelima, adanya faktor internasional, yaitu dengan dikukuhkannya batik tulis sebagai warisan budaya milik Indonesia oleh *The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation* (UNESCO) tahun 2009 dan Pemerintah Republik Indonesia menetapkan setiap 2 Oktober sebagai hari batik.

Tingginya antusiasme masyarakat mengenakan batik tidak hanya pada acara-acara formal, tetapi juga informal secara langsung berimbas pada peningkatan penjualan batik. Pengrajin batik di Desa Wukirsari yang sebagian besar adalah perempuan mengalami peningkatan pendapatan dari penghasilan penjualan batik. Selain itu, dengan bantuan LSM, mereka mendirikan tempat semacam pendopo bagi warga untuk berkumpul yang telah dimanfaatkan perempuan untuk membuka program-program pelatihan membuat batik secara singkat pada para wisatawan dalam dan luar negeri. Tingkat kemiskinan perempuan prabencana, status sekunder dalam angkatan kerja, pekerjaan sektor informal yang luas, kurangnya hak atas tanah, dan tanggung jawab domestik yang luas jelas membuat mereka rentan secara ekonomi jauh sebelum terjadi bencana alam. Bencana mengganggu perdagangan dan pasar, menghancurkan sumber daya produktif dan infrastruktur, serta membuat hidup perempuan pekerja lebih sulit melalui masa krisis. Oleh sebab itu, mengembalikan sumber daya ekonomi dan kapasitas perempuan menjadi krusial untuk pemulihan jangka panjang dengan tetap memerhatikan keluarga dan peran perempuan sebagai istri, ibu, dan anggota masyarakat. Dalam penelitian ini, sebagian besar perempuan telah memiliki usaha jauh sebelum bencana terjadi, baik di Sleman maupun Bantul. Usaha yang mereka tekuni adalah menjadi pembatik atau pengrajin kulit di daerah Wukirsari, Bantul, sedangkan di Sleman, perempuan bekerja menjadi peternak sapi perah dengan menjual hasil susu sapi ke beberapa koperasi.

Daya tahan perempuan terhadap bencana ini juga dipengaruhi oleh faktor budaya yang membuat perempuan merasa memiliki rasa malu apabila tidak bekerja atau hanya tinggal diam saja di rumah tanpa melakukan usaha yang berarti. Perempuan-perempuan di Sleman juga memotivasi diri mereka sendiri (*self motivation*) untuk merasa mampu menjadi pihak yang berhasil keluar dari krisis setelah belajar dan melihat keberhasilan orang lain. Respons masyarakat yang positif inilah yang kemudian melahirkan perempuan yang tangguh dalam menghadapi bencana. Perempuan tangguh bencana di Sleman dapat dilihat dari bentuk penerimaan perempuan terhadap bencana, mampu beradaptasi dan mampu menggunakan sumber daya internal dan keahlian yang dimilikinya untuk mengelola tantangan dan perubahan yang terjadi pasca bencana.

Hal ini semakin menegaskan apa yang dikatakan oleh Holman and Silver, 1998 dan Schwarzer *et al.*, 1994 bahwa semakin tinggi frekuensi masyarakat berhadapan atau terpapar dengan peristiwa bencana maka akan semakin kuat dan tangguh masyarakat tersebut dalam beradaptasi dengan segala bentuk perubahan dan tantangan yang terjadi. Perempuan tangguh bencana yang terbentuk di Sleman berada pada tingkat kedua dari masyarakat tangguh bencana yang menurut Tobin (1999) adalah masyarakat yang masih membutuhkan perhatian dari pihak lain untuk bertahan.

3.6. Mengapa Kebijakan Pemerintah Belum Mempertimbangkan Kepentingan Perempuan?

Perempuan seringkali dihadapkan pada permasalahan akses sumber daya seperti: kepastian pendapatan, akses kepada tabungan atau kredit, pekerjaan dengan proteksi sosial, memiliki ketrampilan yang laku di pasar, pendidikan dan training serta kontrol terhadap aset produktif. Padahal menurut Enarson (2000) faktor-faktor tersebut penting dalam pemulihan ekonomi untuk bertahan hidup pasca bencana.

Melalui hal tersebut, mereka akan bisa mengurangi kerugian dari bisnis, bisa membangun kembali rumah dan bisnisnya, dan tentu saja, akan bisa segera mengganti alat-alat produksi yang dibutuhkan.

Ada banyak aspek yang bisa menunjukkan mengapa perempuan belum menjadi pertimbangan dalam merumuskan kebijakan terutama kebijakan pasca bencana. Pertama, program bantuan pemerintah seringkali belum menyangkut permasalahan yang dihadapi perempuan pasca bencana. Dalam erupsi Merapi di Sleman Yogyakarta pada tahun 2010 misalnya, program bantuan dalam pemulihan ekonomi melalui UMKM (Usaha Mandiri Kecil dan Menengah) yang ada tidak dapat berkontribusi secara maksimal terhadap perekonomian perempuan di Sleman pasca Bencana. Permasalahan ini terjadi karena program tersebut hanya berbasis pada pendekatan yang digunakan sebelumnya saja. Program pemulihan ekonomi pasca bencana yang diterapkan dalam hal ini tidak mengkaji secara mendalam aspek sosial cultural didalam kehidupan masyarakat Sleman yang pada hakekatnya berbasis pada sektor pertanian dan peternakan. Akibatnya potensi yang seharusnya bisa digunakan sebagai modal sosial dalam membangun perekonomian perempuan tersebut cenderung terabaikan dalam program pemulihan ekonomi pasca bencana.

Kedua, minimnya kontrol modal dalam program bantuan pengembangan ekonomi perempuan. Dalam banyak kasus banyak kelompok perempuan yang mengatakan bahwa keterbatasan modal sebagai salah satu kunci penghambat kemajuan usaha ekonomi perempuan. Menurut perempuan di Sleman Yogyakarta, mereka mengatakan bahwa ada banyak kegiatan pelatihan dan dukungan alat bagi perempuan dalam membangun usaha. Tetapi, usaha ini tidak bisa berkembang karena keterbatasan modal dan keterbatasan akses terhadap pasar. Mereka mengeluhkan sulitnya administrasi untuk pengajuan kredit didalam lembaga keuangan yang akhirnya membuat banyak perempuan malas atau tidak bisa memenuhi standar prosedur peminjaman. Disisi lain, lemahnya kontrol modal dalam program bantuan pengembangan ekonomi perempuan juga dapat memunculkan banyaknya kasus penyelewengan. Pembahasan ini sekaligus mengkonfirmasi, dalam situasi bencana, *recovery* ekonomi bagi perempuan dihadapkan pada tantangan berupa situasi yang penting untuk mendapat dukungan dari elemen yang ada. Terobosan yang benar-benar baru atau berbeda dengan pendekatan pengembangan ekonomi sebelum bencana diperlukan, karena pendekatan biasa ternyata melanggengkan ketimpangan dan penghisapan ekonomi.

4. KESIMPULAN

Dalam setiap peristiwa bencana, perempuan adalah kelompok masyarakat yang harus menghadapi berbagai kerentanan, yaitu kerentanan fisik, ekonomi, sosial, dan lingkungan. Kerentanan itu diartikan sebagai sebuah keadaan yang menyebabkan ketidakmampuan dalam menghadapi bahaya atau ancaman. Dari sisi kerentanan fisik misalnya, perempuan memiliki kemampuan fisik yang berbeda dengan laki-laki dan dituntut untuk memiliki daya tahan menghadapi bahaya tertentu, misalnya kerapuhan bangunan rumah. Kerentanan ekonomi adalah ketika perempuan tidak mempunyai kemampuan finansial dan tidak memiliki akses terhadap sumber daya ekonomi. Namun penelitian ini justru menunjukkan fakta sebaliknya. Perempuan-perempuan di Bantul dan Sleman menjadi aktor atau pelaku ekonomi yang signifikan dengan memiliki usaha yang menopang pemulihan ekonomi keluarga. secara umum, bahkan tampak bahwa sebagian besar ekonomi keluarga menjadi lebih tergantung pada pendapatan perempuan justru setelah terjadinya bencana.

Kerentanan sosial adalah kondisi sosial masyarakat yang memengaruhi tingkat kerentanan terhadap ancaman bahaya. Dari segi pendidikan misalnya, kekurangan pengetahuan tentang risiko bencana akan mempertinggi tingkat kerentanan seseorang. Dalam konteks ini, pengalaman perempuan di Bantul dan Sleman yang telah terpapar bencana telah menjadikan mereka lebih peka dan peduli terhadap tanda-tanda bencana. Ditambah dengan banyaknya program yang dijalankan oleh pemerintah dan LSM dalam hal mitigasi dan kesiapsiagaan membuat pengetahuan perempuan terhadap pendidikan kebencanaan semakin meningkat. Kerentanan lingkungan juga memengaruhi kerentanan suatu masyarakat. Dalam arti bahwa perempuan yang tinggal di lereng Merapi akan selalu terancam bahaya erupsi Merapi, sedangkan yang di Bantul akan rentan terhadap ancaman gempa bumi, kebakaran, banjir ataupun tanah longsor.

Kesadaran perempuan yang tinggal di daerah rawan bencana disikapi dengan, misalnya, membangun struktur rumah yang tahan gempa seperti yang terjadi di Bantul. Pada segala aspek kerentanan tersebut, perempuan Wukirsari, Bantul dan Kepuharjo, Sleman tidak berada pada kategori perempuan yang rentan, tetapi justru perempuan-perempuan di kedua daerah menunjukkan kemampuannya untuk beradaptasi dengan bencana. Hal ini sejalan dengan apa yang dinyatakan oleh Pelling (2003) bahwa kemampuan perempuan dalam menghadapi bencana alam sangat bergantung pada kapasitasnya untuk bertahan. Pada kondisi seperti ini, diperlukan aktivitas yang terintegrasi atau penyesuaian dalam beradaptasi untuk kembali kepada keadaan semula sebelum bencana terjadi (Timmermann, 1981). Perempuan-perempuan

di Bantul dan Sleman terbukti menjadi lebih berdaya dan memiliki harga diri (*self esteem*) yang lebih tinggi dengan keterampilan, keahlian, dan pekerjaan baru yang dimilikinya justru setelah bencana terjadi. Sifat ketergantungan kepada laki-laki menjadi sedikit terkikis karena kemampuannya untuk menghasilkan pendapatan yang menunjang ekonomi keluarga.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adger, N., Brooks, N., Bentham, G., Agnew, M., & Eriksen, S. (2004). *New Indicators of Vulnerability and Adaptive Capacity*. Norwich: Tyndall Centre for Climate Change Research.
2. Bourdieu, P. (1986). *Forms of Capital*. In J. G. Richardson (Ed.), *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education* (pp. 241-260). New York: Greenwood Press.
3. Chanavat, A. (2012). *Women In The Workplace : Latesy Workforce Trends In Gender Equality*. UK: Thomson Reuters Investment Management.
4. Coleman, J. (1990). *Foundations of Social Theory*. Cambridge: Belknap Press.
5. Cutter, S. L. (1995). *The Forgotten Casualties: Women, Children, and Environmental Change*. *Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions* 5(3), 181-194.
6. Cutter, S. L., & Emrich, C. T. (2006). *Moral Hazard, Social Catastrophe: The Changing Face of Vulnerability along the Hurricane Coasts* *Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 604(1), 102-112.
7. De Beauvoir, S. (1997). *The Second Sex*. Great Britain: Vintage.
8. Dynes, R. (2006). *Social Capital: Dealing with Community Emergencies*. *Homeland Security Affairs* 2(2), 1-26.
9. Enarson. (2000). *Women's Voluntary Work Expands : Gender Equality, Work and Disaster Reduction : Making The Connection*. USA: ILO In Focus Programme on Crisis Response and Reconstruction.
10. Enarson, E. (2000). *We will make meaning out of this: women's cultural responses to the Red River Valley flood*. *Int. J. Mass Emerg. Disasters*, 18, 39.
11. Enarson, E., & Fordham, M. (2001). *From women's needs to women's rights in disasters*. *Environ. Hazards*, 3, 133.
12. Enarson, E., & Meyreles, L. (2004). *International perspectives on gender and disaster: differences and possibilities*. *Int. J. Sociol. Soc. Policy*, 24, 49.
13. Enarson, E., & Morrow, B. H. (Eds.). (1998). *The Gendered Terrain of Disaster*. Westport: Praeger.
14. Fatimah, D. (2008). *Gender in Disaster Management: The Case of Merapi Mountain*. Indonesia: Office of Women Empowerment- APEC Gender Focal Point.
15. Holman, E. A., & Silver, R. C. (1998.). *Getting Stuck in the Past: Temporal Orientation and Coping with Trauma*. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74, 1146-1163.
16. Kusumasari, B. K., & Alam, Q. (2012). *Local Wisdom Based Disaster Recovery Model in Indonesia*. *Disaster Prevention and Management*, 21(3), 351 - 369.
17. Labadie, J. R. (1984). *Problems in Local Emergency Management*. *Environmental Management*, 8(6), pp. 489-494.
18. Lin, N. (2000). *Inequality in Social Capital*. *Contemporary Sociology*, 29(6), 785-795.
19. Lin, N. (2001). *Social Capital*. New York: Cambridge University Press.
20. Litt, J. (2008). *Getting Out or Staying Put: An African American Women's Network in Evacuation from Katrina*. *NWSA Journal* 20(3), 32-48.
21. Neumayer, E., & Plumper, T. (2007). *The Gendered Nature of Natural Disasters: The Impact of Catastrophic Events on the Gender Gap in Life Expectancy 1981-2002*. *Annals of the Association of American Geographers*, 97(3), 551-566.
22. Pelling, M. (2003). *The Vulnerabilities of Cities: Natural Disasters and Social Resilience*. London: Earthscan.
23. Ross Sheriff, F. (2007). *Women and Disasters: Reflections on the Anniversary of Katrina and Rita*. *Affilia*, 22(1), 5-8.
24. Scanlon, J. (1998). *The Perspective of Gender: A Missing Element in Disaster Response*. In E. Enarson & B. H. Morrow (Eds.), *The Gendered Terrain of Disaster: Through Women's Eyes*. Westport, CT: Praeger Publishers.
25. Schwarzer, R., Hahn, A., & Schoder, H. (1994). *Social Integration and Social Support in a Life Crisis: Effects of Macrosocial Change in East Germany*. *American Journal of Community Psychology*, 22, 685-706.
26. Timmerman, P. (1981). *Vulnerability, resilience and the collapse of society: a review of models and possible*

- climatic applications. Environmental Monograph 1. Institute for Environmental Studies. University of Toronto, Toronto.
27. Tobin, G. A. (1999). Sustainability and Community Resilience: The Holy Grail of Hazards Planning. *Environmental Hazards.*, 1, 13-26.
 28. Violanti, J. M., Paton, D., & Dunning, C. (2000). *Post Traumatic Stress Intervention: Challenges, Issues and Perspectives*. Springfield, IL: Charles C. Thomas.
 29. White, B., & Lestari, E. (1980). *Hidden Subordination: The Influence of Men and Women in Household*. Indonesia: IPB.
 30. Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., & Davis, I. (2004). *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*. London: Routledge.

PERAN DHRA TERKAIT DENGAN PELESTARIAN PUSAKA DAN KEBENCANAAN

Oleh:

Punto Wijayanto^{a,*}

^aIndonesian Heritage Trust, Jl. Veteran 1/27, Jakarta

*punto.wijayanto@gmail.com

Abstrak

Sejak tahun 1992, Indonesia telah memiliki UU Benda Cagar Budaya untuk melindungi objek yang bernilai sejarah, ilmu pengetahuan dan budaya. UU ini telah direvisi pada dengan UU Cagar Budaya Tahun 2010. Selain itu, organisasi pelestarian berinisiatif pula untuk mendeklarasikan Piagam Pelestarian Pusaka 2003 dan Piagam Pelestarian Kota Pusaka 2013. Salah satu perhatian sebagaimana tercantum dalam Piagam Pelestarian Kota Pusaka adalah pengurangan risiko bencana pada pusaka. Bersama pemangku kepentingan lainnya, organisasi pelestarian berusaha untuk meningkatkan kesadaran tentang risiko bencana terhadap pusaka budaya, seperti mengembangkan *Damaged Heritage Rapid Assessment* (DHRA) untuk melihat dampak bencana pada saat keadaan darurat. DHRA diperkenalkan di Kotagede, bekas pusat Kerajaan Mataram pada abad ke-16. Aset pusaka berupa rumah-rumah kayu tradisional, mengalami banyak kerusakan oleh gempa besar 2006. Kotagede bahkan dinyatakan sebagai situs pusaka yang terancam pada tahun 2008 oleh organisasi WMF. DHRA mendapat tanggapan dari organisasi pelestarian nasional dan internasional lainnya, diikuti tindakan restorasi dalam program pasca bencana di Kotagede. Sejak itu, sistem telah digunakan di Padang (2009), Yogyakarta (2010), Jakarta (2013) dan Manado (2014). Arti penting dari sistem ini adalah keterlibatan berbagai pemangku kepentingan dalam kegiatan ini. Tulisan ini adalah untuk mengekspos peran DHRA terkait penanganan kebencanaan di kawasan pusaka pasca bencana dan bagaimana peluangnya untuk dikembangkan di masa mendatang.

Kata kunci: Pelestarian, pusaka, DHRA.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kota-kota di Indonesia yang beragam merupakan hasil proses sejarah dan terus berlangsung. Wujud kota merupakan hasil peristiwa yang berbeda di tiap periode, juga situasi ekonomi, sosial budaya serta lingkungan. Pengelolaan kota hendaknya mengenal keragaman ini (Wiryomartono 1995; Martokusumo 2010).

Pelestarian kota pusaka tidak dapat lepas dari kenyataan lingkungan, salah satunya bahwa kota pusaka tidak dapat dilepaskan dari risiko bencana. Kerentanan pusaka adalah karena lokasi rawan bencana, bahan bangunan, teknologi bangunan, sarana dan prasarana serta sumber daya manusia untuk mengelola pelestarian.

Kita tahu bahwa manajemen bencana terdiri dari tiga tahap, yaitu kesiapsiagaan bencana, tanggap darurat dan pemulihan. *Damaged Heritage Rapid Assessment* atau DHRA merupakan bagian dari kegiatan tanggap darurat atau serangkaian tindakan yang dilakukan segera setelah dilanda bencana untuk menangani situasi darurat. Banyak rumah yang hancur dan rusak saat bencana melanda. Untuk itu, rehabilitasi atau rekonstruksi yang menghargai nilai pusaka harus dilakukan segera. Rehabilitasi dan rekonstruksi yang menggunakan bahan dan teknik baru dibandingkan dengan penggunaan bahan tradisional dan teknik otentik akan menyebabkan perubahan pada karakter kawasan. Tidak ada referensi mengenai inventarisasi pusaka juga tantangan untuk pelestarian pasca bencana.

Tujuan DHRA adalah mengurangi dampak bencana pada bangunan pusaka. Kegiatan DHRA terdiri dari mengumpulkan informasi yang menggambarkan kondisi pusaka segera setelah bencana. Lingkup informasi mengacu pada tingkat kerusakan dan kebutuhan tanggap darurat. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi tindakan segera yang diperlukan untuk menyelamatkan bangunan bersejarah yang rusak selama fase tanggap darurat.

Tabel 1. *Damaged Heritage Rapid Assessment (DHRA) in Kotagede Heritage District*

No.	Item
1.	<i>Complex of the Great Mosque, built by Prince Senopati. Reconstructed by HB VII</i>
1.1.	<p><i>Great Mosque building</i></p> <p>DAMAGE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Column of roof terrace cracked</i> <p>ACTIONS</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Detail damaged assessment and measurement</i> - <i>Detail engineering design</i> - <i>Rehabilitation & stabilization the structure</i>
1.2.	<p><i>Wall to the Cemetery (Kelir part): Mosque and cemetery in one complex</i></p> <p>DAMAGE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Totally collapsed</i> <p>ACTIONS</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Detail damaged assessment and measurement</i> - <i>Redrawing the original design</i> - <i>Detail engineering design</i> - <i>Reconstruction</i>
1.3.	<p><i>Cemetery Wall</i></p> <p>DAMAGE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Partially collapsed</i> <p>ACTIONS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Detail damaged assessment and measurement</i> - <i>Detail engineering design</i> - <i>Rehabilitation</i>
2.	<i>Traditional and Kalang Houses (hundreds houses): Kotagede has many beautiful traditional and Kalang houses owned by local people</i>
2.1.	<p><i>Traditional house proposed to be a boutique hotel</i></p> <p>DAMAGE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Hardly collapsed</i> <p>ACTIONS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Detail damaged assessment and measurement</i> - <i>Old/survived materials compilation, classification and measurement</i> - <i>Redrawing the original design</i> - <i>Detail engineering design</i> - <i>Reconstruction</i> - <i>Adaptive reused & infill design</i>
2.2.	<p><i>Muhazaman House</i></p> <p>DAMAGE: <i>partly collapsed</i></p> <p>ACTIONS</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Detail damaged assessment and measurement</i> - <i>Old/survived materials compilation, classification and measurement</i> - <i>Redrawing the original design</i> - <i>Detail engineering design</i> - <i>Reconstruction</i> - <i>Adaptive reused & infill design</i>

1.2. Masalah Pelestarian Pusaka di Indonesia

Indonesia adalah negara terbesar kelima di dunia dengan populasi sekitar 253 juta orang. Ada sekitar 17.000 pulau yang membentuk Indonesia dan merupakan rumah bagi keragaman budaya dan keyakinan masyarakat adat. Pada tahun 1992, Pemerintah Indonesia telah menetapkan UU Benda Cagar Budaya atau BCB, yang bertujuan untuk melindungi objek dengan nilai sejarah, ilmu pengetahuan dan kebudayaan. Menurut hukum, bangunan bersejarah atau artefak dapat dianggap sebagai warisan adalah obyek yang setidaknya berusia 50 tahun. Pada tahun 2010, UU ini direvisi dengan ditetapkannya UU No. 11/2010 tentang Cagar Budaya.

Organisasi pelestarian mengharapkan perhatian pemerintah dan pemerintah daerah tidak hanya pada pelestarian arsitektur monumental, tetapi juga bangunan pusaka yang dimiliki masyarakat. Menurut pendapat mereka, arsitektur biasa juga merupakan pusaka yang layak untuk dilestarikan. Pada tahun 2003, jaringan organisasi pelestarian pusaka menerbitkan Piagam Pusaka Indonesia. Piagam ini menyebutkan bahwa

Pusaka Indonesia adalah pusaka alam, pusaka budaya, dan pusaka saujana. Pusaka alam adalah bentukan alam yang istimewa. Pusaka budaya adalah hasil cipta, rasa, karsa, dan karya yang istimewa dari lebih 500 suku bangsa di Tanah Air Indonesia, secara sendiri-sendiri, sebagai kesatuan bangsa Indonesia, dan dalam interaksinya dengan budaya lain sepanjang sejarah keberadaannya. Pusaka saujana adalah gabungan pusaka alam dan pusaka budaya dalam kesatuan ruang dan waktu (Piagam Pusaka Indonesia 2003).

Menurut Piagam Pusaka Indonesia, pelestarian adalah upaya pengelolaan pusaka melalui kegiatan penelitian, perencanaan, perlindungan, pemeliharaan, pemanfaatan, pengawasan, dan/atau pengembangan secara selektif untuk menjaga kesinambungan, keserasian, dan daya dukungnya dalam menjawab dinamika jaman untuk membangun kehidupan bangsa yang lebih berkualitas. Gagasan pelestarian telah hanya berkaitan dengan perlindungan bangunan dan kecantikan lingkungan, tetapi berangkat dari pendekatan holistik yang didasarkan pada program partisipasi, analisis lingkungan dan pengembangan ekonomi menuju kesejahteraan masyarakat.

Berbagai macam bencana mengancam wilayah Indonesia. Perhatian serius telah diberikan pada bencana. Sangat disayangkan bahwa pusaka belum menjadi bagian dari perhatian utama dalam program penanganan bencana. Menyadari Indonesia merupakan negara yang terletak di dalam wilayah cincin api dan telah mengalami berbagai bencana yang signifikan, komunitas pelestarian membentuk unit *Heritage Emergency Response (HER)*.

Selain itu, hanya ada beberapa pengalaman tentang bagaimana menghadapi kondisi tersebut. Peran unit HER adalah untuk menekankan pentingnya menyelamatkan warisan dari bencana tidak hanya untuk pelestarian pusaka dan sejarah, tetapi juga membantu memulihkan rasa normal dan memungkinkan orang untuk bergerak maju, dengan meningkatkan kelangsungan hidup mental mereka setelah pengalaman traumatis bencana.

Pentingnya HER juga ditempatkan sebagai salah satu dari delapan instrumen dalam kampanye pelestarian kota pusaka. kampanye ini secara bersama-sama dikumandangkan komunitas pelestarian dan Kementerian Pekerjaan Umum sejak tahun 2012. Ada sekitar 30 kota di Indonesia yang berpartisipasi dalam kampanye ini. Instrumen kota pusaka adalah (1) institusi dan peran pemangku kepentingan, (2) inventarisasi dan dokumentasi, (3) informasi, pendidikan dan promosi, (4) manajemen risiko bencana terhadap pusaka, (5) pengembangan karakter dan kehidupan kota pusaka, (6) pembangunan ekonomi pusaka, (7) desain bangunan dan ruang terbuka, dan (8) perencanaan tata ruang dan lingkungan. Instrumen ini diadopsi oleh komunitas pusaka, jaringan kota pusaka, ICOMOS Indonesia, Kementerian Pekerjaan



Gambar 1. Pameran Hasil DHRA di Kotagede.

Umum dan Kementerian Koordinator Bidang Kesejahteraan Rakyat, yang menyatakan Piagam Kota Pusaka pada tahun 2013.

1.3. Pemulihan Pusaka Setelah Bencana

Sejak tsunami melanda Aceh pada tahun 2004, beberapa pengalaman disusun sebagai acuan untuk program rehabilitasi pasca bencana untuk pusaka budaya. Komunitas pelestarian di tingkat lokal, regional dan internasional bekerjasama untuk menyelamatkan pusaka budaya Indonesia. Beberapa kegiatan meliputi (1) revitalisasi desa tradisional Hiliamaetaniha setelah Tsunami 2004 di Nias island, (2) revitalisasi Kawasan Kotagede dan kompleks Kraton setelah gempa bumi 2006 di Daerah Istimewa Yogyakarta, (3) rehabilitasi Masjid Rao Rao di Tanah Datar dan Jam Gadang di Bukittinggi setelah gempa bumi di Sumatera Barat pada tahun 2007, (4) rehabilitasi Gereja St. Leo di Padang dan Masjid Lubuk Barih di Padang Pariaman setelah gempa 2009 di Sumatera Barat dan (5) rehabilitasi rumah adat Minangkabau di Sumpur Tanah Datar setelah kebakaran di 2013. Organisasi-organisasi lain memainkan peran mereka, seperti rehabilitasi Kompleks Candi Prambanan oleh Pemerintah Indonesia dan kantor UNESCO setelah gempa bumi 2006 di Daerah Istimewa Yogyakarta.

Tabel 2. Laporan DHRA di Kota Padang

CITY OF PADANG	Heavy	Moderate	Minor	Safe	Total
Places of Worship	10	3	1	1	
Residential	42	19	13	1	
Shophouse	16	11	3	5	
Station	5	0	6	1	
Hotel	3	3	1	0	
Commercial Building	2	6	4	2	
School Building	8	7	4	0	
Office Building	4	3	4	2	
Warehouse	22	11	3	1	
Millitary Building	1	7	2	0	
Cultural Sites	1	2	0	1	
Hospital	0	0	1	0	
	114	72	42	14	242
SURROUNDING OF PADANG	Heavy	Moderate	Minor	Safe	Total
Places of Worship		2			
Residential			2		
School Building			1		
Cultural Building	1				
	1	2	3	0	6
PARIAMAN	Heavy	Moderate	Minor	Safe	Total
Places of Worship	4	1	1		
Residential	5	1	1		
Shophouse	1				
Station			2		
Hotel	1		1		
Commercial Building	2		1		
School Building	1			1	
Office Building		1		2	
	14	3	6	3	26

Pertama kalinya inisiatif unit HER muncul di Yogyakarta. Unit HER telah bekerja di Yogyakarta (2007), Padang (2009), Yogyakarta (2010), Jakarta dan Sumpur (2013) dan Manado (2014). Unit ini terdiri relawan berbasis dan melibatkan masyarakat lokal dalam kegiatan mereka. Mereka mulai dengan melakukan inventarisasi, termasuk pengukuran, analisis dan perencanaan desain bangunan dan lingkungan. Ini dimulai dengan proses DHRA yang dilakukan bekerjasama dengan organisasi non profit dan universitas setempat. Pelaksanaan DHRA di Padang setelah gempa 2009 dan di Yogyakarta setelah 2010 Merapi erupsi Gunung didukung oleh program CER (*Cultural Emergency Response*) dari organisasi *Prince Claus Fund*.

Tujuan dari DHRA dirumuskan sebagai berikut:

- Untuk melakukan penilaian cepat pusaka budaya ragawi dan tidak ragawi serta pusaka saujana; dan
- Untuk menyebarkan hasil penilaian ini antara berbagai pihak lokal, nasional dan internasional: pemerintah, organisasi non pemerintah, dunia swasta dan masyarakat lokal yang bersangkutan.

DHRA diperkenalkan di Yogyakarta. Beberapa organisasi bekerja sama dalam program untuk menyelamatkan pusaka budaya Jogja. Mereka membentuk kelompok dengan nama Tim Pusaka Jogja Bangkit, yang diinisiasi oleh Pusat Pelestarian Pusaka (*Centre for Heritage Conservation atau CHC*), Jurusan Arsitektur dan Perencanaan Universitas Gadjah Mada (UGM) Yogyakarta dan *Jogja Heritage Society (JHS)*. Prioritas perhatian Tim adalah pusaka ragawi dan tidak ragawi, seperti rumah dengan konstruksi kayu tradisional dan batu bata. Tim melakukan penilaian rumah tradisional yang rusak, termasuk informasi tentang aspek sejarah, gambar teknik dan kerusakan detail dari setiap bangunan. Dalam proses ini, tim dilatih belasan mahasiswa untuk turun ke lapangan dan melakukan penilaian. Mereka juga mengukur dan mewawancarai pemilik berkaitan dengan kondisi rumah mereka. Tidak ada daftar pusaka yang lengkap, sehingga pada saat yang sama mereka harus membuat inventarisasi pusaka.



Gambar 2. *Workshop* Rehabilitasi Pusat Kota Padang, Desember 2010
(Sumber: BPPI, 2010).

Tiga kawasan yang dinilai sebagai prioritas yaitu Kawasan Kotagede, Imogiri dan Kompleks Keraton Yogyakarta (Kraton). Kemudian, *World Monumen Fund (WMF)* bahkan menyatakan Kotagede sebagai salah satu dari 100 pusaka yang dalam bahaya. Dalam laporan "*2008 World Monument Watch List of 100 Most Endangered Sites*", dinyatakan sebagai berikut:

Seluruh bagian dari Kawasan Kotagede mengalami kerusakan akibat gempa pada Mei 2006, dan warga setempat masih menunggu bantuan untuk mengembalikan rumah mereka. Perbaikan saat ini

dilakukan dengan cara serampangan, yang mengakibatkan hilangnya struktur kawasan yang bersejarah. Bantuan pemerintah yang diberikan setelah gempa telah mendorong pembangunan baru ketimbang pelestarian. Diharapkan daftar ini akan menyoroti pentingnya menggabungkan pusaka yang hidup ke dalam pembangunan kembali kota Jawa ini. (WMF, 2008)

Kotagede kemudian mendapat perhatian lebih. Rehabilitasi dan rekonstruksi di Kotagede adalah salah satu praktik dalam pengelolaan aset pusaka dalam situasi pasca bencana di Indonesia (Kubontubuh dan Wijayanto, 2012). Setelah gempa terjadi pada tahun 2006, perhatian terhadap pusaka budaya di Kawasan Kotagede meningkat. Berbagai upaya terorganisir untuk memelihara dan mempertahankan karakter yang unik dari Kotagede dari memudar. Untungnya, program pasca gempa berhasil memperbaiki dan meningkatkan kualitas beberapa rumah tradisional dan lingkungannya.

Kotagede, pusat kota bekas Kerajaan Mataram Islam di abad ke-16, terletak sekitar 6 km ke arah timur selatan Kota Yogyakarta, Indonesia. Kota ini dikenal sebagai kota perak dan juga tempat dimana bisa ditemukan ratusan arsitektur tradisional berusia 200 tahun. Gempabumi yang terjadi 26 Mei 2006 menyebabkan beberapa bangunan rubuh.

DHRA merupakan laporan dampak gempa. Informasi dalam DHRA terdiri dari daftar bangunan, kondisi dan tindakan harus diambil. Hal itu juga dilengkapi dengan gambar untuk mengekspos kondisi teknis. Ada misalnya di Kotagede sekitar 88 rumah rusak di sekitar 150 rumah tradisional dan sebagian besar dari mereka runtuh dan tidak bisa ditempati. Sebagai bahan utamanya adalah kayu, diasumsikan bahwa sebagian besar itu kondisi buruk yang tidak bisa lagi mendukung pembangunan. Restorasi diperlukan untuk mengembalikan rumah-rumah rusak, tapi itu juga penting untuk membahas masalah *maintenance* reguler.

Laporan DHRA disebar dengan mengadakan pameran, diskusi dan lokakarya, termasuk untuk masyarakat setempat. Tujuan dari kampanye ini adalah untuk menyelamatkan bangunan bersejarah, dan juga fokus pada pemanfaatannya.

Bangunan tradisional tertentu diidentifikasi untuk rehabilitasi dan dana bisa berasal dari berbagai sumber, seperti: *Java Reconstruction Fund*, Universitas Gadjah Mada, pemerintah Belanda dan organisasi *Prince Claus Fund*. Untuk membantu pemilik bangunan di Kotagede mempertahankan karakter bangunan mereka, UNESCO Jakarta mendukung penyusunan panduan "*Homeowner's Conservation Manual: Kotagede Heritage District*".

Laporan tersebut menjadi dasar bagi Tim PJB mempromosikan strategi Program Orangtua Asuh Pusaka untuk mendapatkan donor. Program ini dimulai dengan berkampanye dan mempromosikan rumah-rumah tradisional untuk diperbaiki. Untuk itu, tim membuat penilaian terhadap rumah-rumah yang lebih rinci yang menggambarkan bagaimana kondisi kerusakannya.

Rencana pelestarian dibuat untuk menunjukkan kerusakan rumah dan membutuhkan tindakan, lengkap dengan estimasi anggaran. Dalam waktu 2 tahun, program tersebut telah mampu memperoleh dukungan untuk merekonstruksi dan *retrofit* beberapa rumah tradisional. Rumah-rumah tersebut digunakan untuk kepentingan umum.

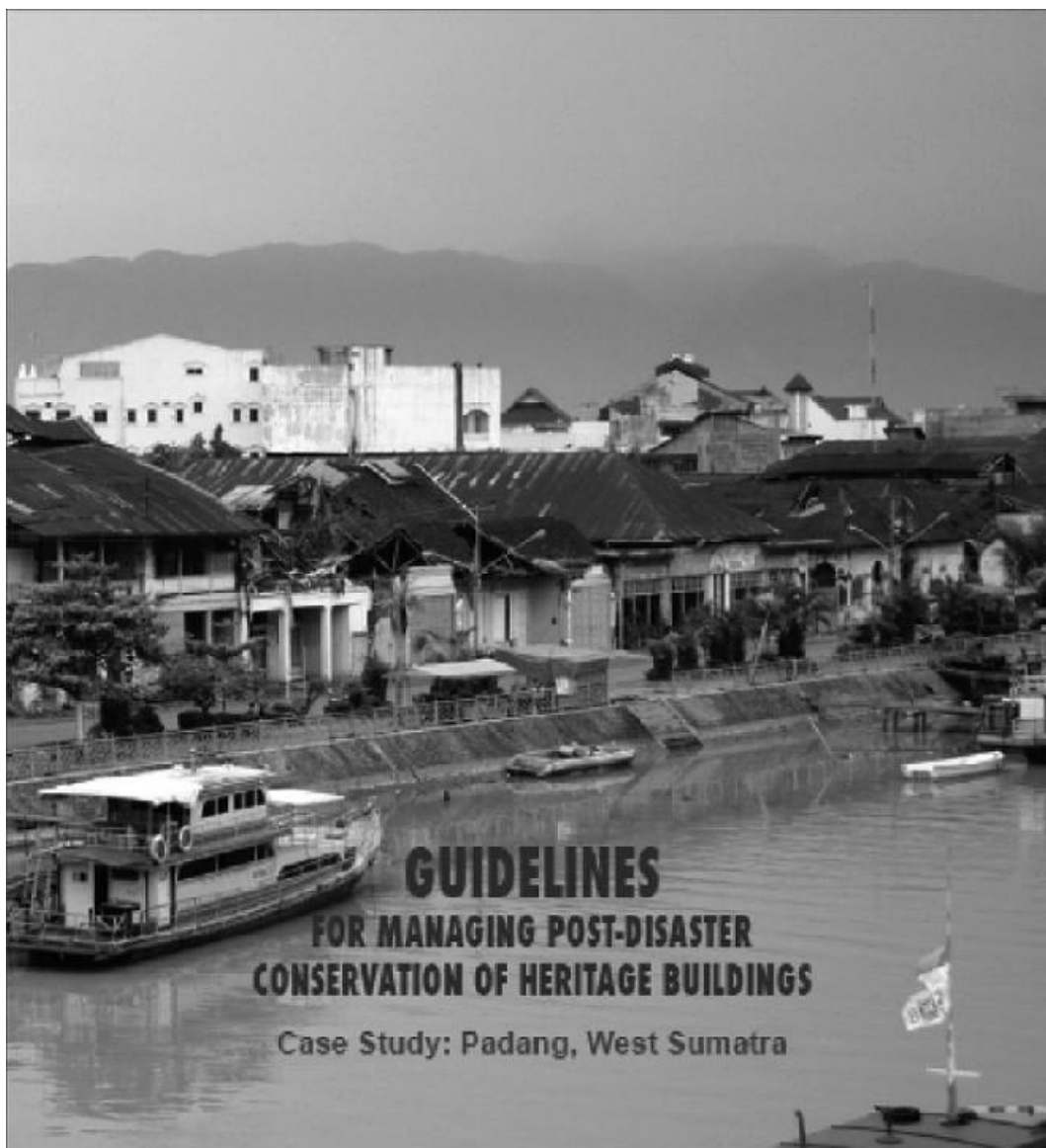
Selama 2008-2012, Kementerian Pekerjaan Umum dan Bank Dunia juga bergabung dan melaksanakan proyek rehabilitasi berbasis masyarakat. Tujuannya adalah untuk memberdayakan masyarakat dengan perencanaan pengurangan risiko bencana berbasis. *Output* dari proses ini adalah CSP (*community settlement plan* atau rencana penataan permukiman), dokumen yang dilengkapi dengan program pembangunan jangka pendek. Karena Kotagede merupakan sebuah desa pusaka, masyarakat bisa memilih proyek pelestarian sebagai prioritas untuk meningkatkan kualitas lingkungan Kotagede ini. Proyek ini memberikan dukungan pendanaan pemulihan beberapa runtuhnya atau rumah-rumah tradisional yang rusak yang akan digunakan untuk fungsi publik dan selusin rumah tradisional swasta, yang terletak di posisi visual yang menonjol, yang akan digunakan sebagai bagian dari warisan berjalan.

Pengalaman Yogyakarta menjadi acuan bagi DHRA di Padang, ibukota Provinsi Sumatera Barat setelah gempa yang terjadi pada tahun 2009. Padang adalah kota bersejarah. Selama pembangunan kota ini menjadi pusat perkotaan dan industri penting di Sumatera Barat. Salah satu kawasan, yaitu Batang Arau merupakan pelabuhan yang difungsikan untuk perdagangan produk pertanian dari wilayah pedalaman. Sebuah kereta api antara daerah pertambangan di Sawahlunto dan Batang Arau dibangun. Pada tahun 1892, pelabuhan baru yang modern, Teluk Bayur, dibangun dan diakses untuk kapal laut yang lebih baru. Sekarang Batang Arau masih dikenali sebagai bagian kota yang paling tua. Warisan perkotaan yang dibangun di Padang sebagian besar didasarkan pada tradisi Eropa dan Cina. Survei mengenai aspek sejarah sudah mengungkapkan tren fungsi ekonomi yang menurun. Sejumlah besar bangunan dalam kondisi buruk (RCE, 2011). Pada 30 September 2009, gempabumi mengakibatkan kerusakan pada beberapa bagian di wilayah Sumatera Barat. Di Batang Arau, cukup banyak komponen karakteristik yang hancur.

Dengan dukungan dari *Prince Claus Fund*, BPPI, Universitas Bung Hatta dan organisasi lainnya menyelenggarakan DHRA. Universitas Bung Hatta, sebuah universitas swasta yang berbasis di Padang,

memiliki inisiatif untuk membangun tim HER. Kantor Bank Indonesia di Padang menyediakan bangunan yang akan digunakan untuk posko. Bangunan ini dalam kondisi yang yang selamat setelah gempa. Letaknya di Batang Arau dan strategis sebagai titik awal ketika melakukan observasi dan penilaian sekitar kawasan pusaka ini. Tujuannya adalah untuk menilai bangunan pusaka yang rusak di Batang Arau. Ruang lingkup wilayah diperpanjang ke sekitar kota Padang dan daerah Pariaman yang juga terkena gempa. Mahasiswa dari Universitas Bung Hatta mengerjakan pengumpulan data untuk mengidentifikasi kondisi bangunan dan untuk mengidentifikasi tindakan segera yang diperlukan selama masa tanggap darurat.

Di Padang, DHRA meliputi informasi atas bangunan yang telah terdaftar dalam “Evaluasi Kawasan dan Bangunan Konservasi di Kota Padang” yang disusun oleh BAPPEDA Kota Padang pada tahun 2006. Daftar ini mencatat 257 bangunan. Jumlah bangunan yang dinilai di Kota Padang dan sekitar adalah 274 bangunan di mana sebagai 129 rusak berat, 77 rusak sedang, 51 rusak ringan. Hanya 17 bangunan berada dalam kondisi aman. Hasilnya ditemukan dalam laporan DHRA (2009). Mempertimbangkan nilai yang signifikan, ada tujuh bangunan prioritas yang diusulkan untuk direhabilitasi: Balai Kota Padang, Wisma Sukma Indah, Gereja St. Leo, Masjid Raya Ganting, PT Kerta Niaga Gudang (sebelumnya *Escompto Maatschappij Office*), Ruko koridor di Jl. Niaga dan Bola Dunia Taylor di Jl. Pondok.



Gambar 3. Publikasi Pedoman Pengelolaan Konservasi Pasca Bencana *Heritage* Bangunan sebagai Hasil DHRA di kota Padang.

Laporan itu disebarakan dengan mengadakan pameran, diskusi dan lokakarya di *Heritage Gallery* BPPI di Jakarta dan juga di Padang. Koordinasi dilakukan dengan pemerintah daerah dan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) untuk membahas pedoman untuk rehabilitasi gempa bagi wilayah yang terkena dampak dengan tetap sejalan prinsip-prinsip pelestarian pusaka.

Dua pengalaman menjadi referensi untuk DHRA berikut. Pengalaman Padang telah didokumentasikan dalam sebuah buku, yang bersama-sama diterbitkan oleh BPPI, *Prince Claus Fund* dan WMF pada tahun 2011.

Indonesia memiliki berbagai bencana, termasuk letusan gunung berapi dan banjir. Pada tahun 2010, gunung berapi paling aktif, yaitu Gunung Merapi, meletus. Abu vulkanik dari letusan tersebar dan menutupi daerah sekitarnya, termasuk pusaka alam dan budaya ragawi-tidak ragawi. Laporan DHRA yang disusun oleh CHC UGM dengan dukungan PCF menyarankan bahwa untuk menangani jenis bencana alam seperti letusan Gunung Merapi, pengelolaan mitigasi bencana perlu dilakukan melalui (1) pemahaman tentang karakteristik bencana alam dan (2) mengumpulkan dan pemetaan rawan bencana daerah, terkait dengan pengumpulan data dan pemetaan pusaka yang ada. Rekomendasi serupa untuk DHRA dilaksanakan di Ternate, wilayah Maluku Utara setelah letusan gunung berapi Gamalama dan wilayah Sumatera Utara setelah letusan gunung berapi Sinabung.



Gambar 4. Candi Sambisari di Yogyakarta yang Tertutup Oleh Abu Gunung Merapi.

2. KESIMPULAN

Pembentukan unit HER menekankan pentingnya menyelamatkan pusaka dari ancaman bencana. Strategi di balik inisiatif untuk menerapkan DHRA adalah untuk mempertemukan para pemangku kepentingan yang berbeda terkait dengan degradasi aset pusaka menyusul bencana alam. Partisipasi masyarakat sangat penting dan pemilik bangunan pusaka dibawa ke dalam scenario kemitraan. Universitas-universitas lokal memainkan peran mereka dengan menyumbangkan keahlian. Organisasi non profit yang bekerja di tingkat lokal atau nasional bergerak dengan inisiatif dan organisasi internasional, seperti PCF mendorong proses pembelajaran bersama dengan potensi untuk replikasi di tempat lain.

Dukungan pemerintah akan membuat kondisi yang lebih menguntungkan untuk pelestarian pusaka setelah bencana. Fokus pada penyelamatan darurat dan bantuan telah diperluas untuk mencakup perlindungan dan pemulihan aset budaya. Pengembangan sistem atau manajemen bencana yang komprehensif diperlukan, terutama untuk keterlibatan dan kerja sama dari masyarakat setempat, komunitas pelestarian, universitas dan pemerintah daerah.

3. DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Pelestarian Pusaka Indonesia (2013) Piagam Pelestarian Kota Pusaka.
2. Badan Pelestarian Pusaka Indonesia (2009) West Sumatera Earthquake: Damaged Heritage Rapid Assessment, Laporan tidak diterbitkan.
3. Badan Pelestarian Pusaka Indonesia (2003) Piagam Pelestarian Pusaka.
4. Badan Pelestarian Pusaka Indonesia (2011) Guidelines for Managing Post Disaster Conservation of Heritage Buildings - Case Study: Padang, West Sumatra. Jakarta: Badan Pelestarian Pusaka Indonesia.
5. Centre for Heritage Conservation – University of Gadjah Mada (2010) Mount Merapi Eruptions: Damaged Heritage Rapid Assessment, Laporan tidak diterbitkan.
6. Jogja Heritage Society and UNESCO (2007) Homeowner’s Conservation Manual: Kotagede Heritage District, Yogyakarta, Indonesia. Jakarta: UNESCO Bangkok and UNESCO Jakarta.
7. Kubontubuh, Catrini Pritahari and Wijayanto, Punto (2012) Responding and Recovering Heritage Asset from Earthquake in Kotagede”, a paper Presented In “International Symposium Cultural Heritage Protection in Times of Risk Yildiz Technical University. Istanbul, Turkey (November).
8. Pusaka Jogja Bangkit! (2006) Rapid Assessment of Damaged Heritage in Jogja and Jateng Post Earthquake May 27, 2006, Laporan tidak diterbitkan.
9. RCE/Cultural Heritage Agency the Netherlands (2011) Recommendations Workshop Rehabilitation of the Inner City of Padang, Laporan tidak diterbitkan.
10. WMF (2008) 2008 World Monuments Watch List of 100 Most Endangered Sites, source: http://www.wmf.org/sites/default/files/wmf_publication/Watch_2008_site_descriptions_0.pdf.

EVALUASI SEKOLAH SIAGA BENCANA (Studi Kasus Pendidik SMPN 2 Cangkringan, Sleman)

Oleh:

Sarwidi^{a,1,*}, Syamsul Arifin^{a,2}, Fitri Nugraheni^{a,3}

Program Pascasarjana Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia (UII)

E-mail: sarwidi@yahoo.com

Abstrak

Kabupaten Sleman, Yogyakarta merupakan daerah yang mempunyai beberapa jenis ancaman bencana alam, di antaranya adalah erupsi Gunung Merapi dan gempa bumi. Sekolah Menengah Negeri (SMP N) 2 Cangkringan berada di kabupaten tersebut. Sekolah tersebut berada relatif dekat dengan jalur aliran awan panas dan lahar dingin gunungapi tersebut, yaitu berjarak sekitar 10 km dari kawah. Sekolah tersebut sudah dicanangkan masuk dalam Sekolah Siaga Bencana (SSB). Penelitian yang telah diselesaikan oleh penyusun adalah mengevaluasi program SSB sekolah tersebut terhadap ancaman bencana utama yaitu erupsi Gunung Merapi dan gempa bumi. Ancaman tsunami juga dipertimbangkan dalam studi ini, mengingat banyak wilayah pantai Indonesia terancam bencana tsunami, sedangkan melancong ke pantai merupakan wisata favorit bagi sebagian besar penduduk Indonesia. SSB mempunyai 4 komponen, yaitu sekolah sebagai institusi, pendidik, murid, dan tenaga kependidikan. Metode yang digunakan dalam studi ini adalah metode survei dan wawancara, dengan parameter-parameter yang mengacu pada beberapa sumber terkait. Program microsoft excel diaplikasikan untuk pengolahan data dengan menggunakan persamaan-persamaan yang diacu. Makalah ini merangkum hasil studi tersebut, namun terbatas pada komponen pendidik. Cakupan evaluasi SSB untuk komponen-komponen lainnya, yaitu sekolah sebagai institusi, murid, dan tenaga kependidikan, serta tinjauan fisik bangunan sekolah tersebut akan menjadi serangkaian karya tulis yang dipublikasikan secara terpisah nantinya. Hasil evaluasi SSB untuk komponen pendidik ini masuk dalam kategori kesiapsiagaan tingkat sedang. Evaluasi program SSB sangat bermanfaat sebagai salah satu tolok ukur penting bagi sekolah-sekolah tentang tingkat keberhasilannya dalam upaya pengurangan risiko bencana (PRB) melalui peningkatan kesiapsiagaan seluruh komunitas sekolah tersebut terhadap bencana-bencana utama.

Kata Kunci: Sekolah Siaga Bencana, erupsi, banjir lahar, gempa bumi, tsunami, pengurangan risiko bencana.

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Sleman merupakan daerah yang rawan terhadap berbagai macam bencana alam, di antara yang terbesar yang pernah terjadi adalah gempa bumi dan erupsi gunung Merapi. Kedua bencana tersebut pernah terjadi di Sleman yang menyebabkan banyak korban jiwa dan kerugian di berbagai sektor (Arif, 2012; BNPB, 2010a, 2010b; IRBI, 2011; Neofonews, 2014; Suryanto, 2011). Pada saat ini, penanggulangan bencana (PB) dilakukan melalui pendekatan Pengurangan Risiko Bencana (PRB). PRB adalah upaya untuk meminimalisir risiko dari bencana yang ditimbulkan agar tidak mengakibatkan banyak korban jiwa dan kerugian (UNISDR, 2009; UU No.24/2007). Salah satu upaya pemerintah untuk mengurangi risiko bencana adalah melalui peningkatan kapasitas dengan mencanangkan program Sekolah Siaga Bencana (SSB) untuk sekolah-sekolah yang mempunyai risiko tinggi terhadap bencana (KPB, 2011). Konsep SSB tersebut dimaksudkan untuk membangun budaya kesiapsiagaan di lingkungan sekolah dan luar sekolah yang melibatkan seluruh pendidik, murid, dan tenaga kependidikan (Akbar, 2010; UU No.20/2004). Terdapat tiga tahap dalam membangun SSB yaitu: tahap persiapan, tahap pelaksanaan, serta tahap monitoring dan evaluasi (Triyono, 2012).

SMP N 2 Cangkringan merupakan sekolah yang telah dicanangkan sebagai sekolah siaga bencana oleh Bupati Sleman, Sri Purnomo, pada tanggal 10 Juni 2013 (SMPN 2 Cangkringan, 2014). Evaluasi SSB menggunakan 5 parameter, yaitu: 1) pengetahuan dan sikap terhadap risiko bencana, 2) kebijakan dan panduan, rencana untuk keadaan darurat bencana, 3) sistem peringatan bencana, dan 4) kemampuan untuk mobilisasi sumber daya. Unsur atau komponen kesiapsiagaan komunitas sekolah meliputi: 1) sekolah sebagai institusi, pendidik, murid, dan tenaga kependidikan (Koswara dan Triyono, 2011).

Makalah ini menguraikan tentang hasil evaluasi SSB untuk SMPN 2 Cangkringan, Kabupaten Sleman (Arifin, 2014). Evaluasi dibatasi pada kesiapsiagaan terhadap bencana erupsi gunung Merapi, banjir lahar hujan, gempabumi, dan tsunami. Walaupun sekolah ini jauh dari pantai, ancaman tsunami menjadi cakupan dalam evaluasi ini, mengingat salah satu tempat favorit wisata komunitas sekolah adalah pergi ke pantai. Makalah ini juga hanya menampilkan kesiapsiagaan dari sisi unsur pendidik saja. Cakupan evaluasi kesiapsiagaan unsur sekolah sebagai institusi, kesiapsiagaan unsur murid, kesiapsiagaan unsur tenaga kependidikan serta evaluasi bangunan fisik sekolah akan menjadi bahan pada makalah-makalah terpisah nantinya.

2. METODOLOGI

Dalam penelitian evaluasi sekolah siaga bencana ini, data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis secara kuantitatif yang dikombinasikan dengan cara kualitatif sebagai suplemen penjelasan dari kesimpulan yang didapat. Evaluasi kuantitatif menggunakan tabel frekuensi dan persentase, sedangkan evaluasi kualitatif menggunakan analisis deskriptif. Analisis data pada penelitian melalui enam tahapan langkah sebagai berikut ini (Koswara dan Triyono, 2012; Prastowo, 2011; Supriyono, 2010; Triyono dan Koswara, 2012).

Kuesioner yang telah dikoreksi (pastikan jumlahnya sudah sesuai dengan jumlah sampel) diberi nomor urut. Setelah diberi nomor urut, kuesioner siap untuk dimasukkan ke dalam sistem pengolahan data. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *software Microsoft Excel*.

Pada penelitian yang telah dilakukan, komunitas sekolah terdiri dari populasi sekolah sebagai institusi (S1), pendidik (S2), murid (S3), dan tenaga kependidikan (S4). Komponen yang dimasukkan ke dalam makalah ini terbatas hanya pada komponen pendidik (S2).

Analisis indeks dalam penelitian ini dimanfaatkan untuk mengukur tingkat kesiapsiagaan komunitas sekolah menghadapi bencana alam. Indeks merupakan angka yang dapat dibandingkan antara satu bilangan dengan bilangan lain yang memuat informasi tentang karakteristik tertentu pada waktu dan tempat yang sama atau berlainan. Untuk menyederhanakan, memudahkan dimengerti, nilai indeks dikalikan seratus, angka indeks dalam penelitian ini terdiri dari indeks tiap parameter, yaitu pengetahuan tentang bencana (*knowledge and attitude/KAP*), rencana tanggap darurat (*emergency planning/EP*), peringatan bencana (*warning system/WS*), kebijakan dan panduan (*PS*), mobilisasi sumber daya (*resource mobilization capacity/RMC*) pada setiap sumber data survei/angket.

Indeks tiap parameter pada komponen pendidik (S2), dalam penelitian ini secara matematik disajikan dalam bentuk persamaan (1). Seluruh pertanyaan dalam parameter tersebut diasumsikan mempunyai bobot yang sama. Perhitungan nilai indeks menggunakan rumus berikut ini.

$$\text{Indeks} = \frac{\text{Jumlah Skor Riil Parameter}}{\text{Skor Maksimum Parameter}} \times 100 \quad (1)$$

Skor maksimum parameter diperoleh dari jumlah pertanyaan dalam parameter yang di indeks (masing-masing pertanyaan memiliki nilai satu). Apabila dalam satu pertanyaan terdapat sub-sub pertanyaan (misalnya a,b,c, dan d) setiap sub pertanyaan tersebut diberi skor 1/jumlah sub pertanyaan, jumlah skor riil parameter diperoleh dengan menjumlahkan skor riil seluruh pertanyaan dalam parameter yang bersangkutan. Nilai indeks berada pada kisaran antara 0 - 100, seperti ditunjukkan pada Tabel 1, sehingga semakin tinggi nilai indeks semakin tinggi pula tingkat kesiapsiagaannya.

Indeks gabungan dari beberapa parameter dihitung menggunakan indeks gabungan diitimbang, dimana masing-masing parameter mempunyai bobot berbeda. Indeks gabungan dalam penelitian ini adalah indeks kesiapsiagaan pendidik. Kesiapsiagaan pendidik diklasifikasikan berdasarkan gender.

Tabel 1. Tingkat Kategori Kesiapsiagaan Berdasarkan Nilai Indeks

No	Nilai Indeks	Kategori
1	80-100	Kesiapsiagaan Tinggi
2	60-79	Kesiapsiagaan Sedang
3	< 60	Kesiapsiagaan Rendah

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam studi ini, kesiapsiagaan pendidik terdiri dari kesiapsiagaan pendidik terhadap bencana erupsi gunung Merapi dan banjir lahar hujan, serta kesiapsiagaan pendidik terhadap bencana gempa bumi dan tsunami berdasarkan gender (Carter, 1991; de Leon, 2006; Hidayati dkk, 2006; Hidayati 2009). Mengingat keterbatasan halaman yang tersedia, makalah ini hanya terbatas menjelaskan pada parameter: 1) pengetahuan tentang bencana erupsi gunung merapi dan banjir lahar hujan, 2) rencana tanggap darurat bencana erupsi gunung merapi dan banjir lahar hujan, 3) mobilisasi sumber daya terhadap bencana erupsi gunung merapi dan banjir lahar hujan, 4) pengetahuan tentang bencana gempa bumi dan tsunami, 5) rencana tanggap darurat bencana gempa bumi dan tsunami, 6) mobilisasi sumber daya terhadap bencana gempa bumi dan tsunami, dan evaluasi secara keseluruhan, serta 7) tingkat kewaspadaan pendidik secara umum.

3.1. Pengetahuan Tentang Bencana Erupsi Gunung Merapi Dan Banjir Lahar Hujan

Berdasarkan hasil nilai indeks antara pendidik laki-laki dan perempuan tentang tingkat pengetahuan terhadap bencana erupsi gunung Merapi dan banjir lahar hujan, tidak ada perbedaan yang signifikan antara tingkat pengetahuan pendidik laki-laki dan perempuan. Pengetahuan pendidik juga digambarkan dari pengetahuan tentang penyebab dan ciri-ciri erupsi maupun banjir lahar hujan. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase Pendidik Tentang Pengetahuan Erupsi Dan Banjir Lahar

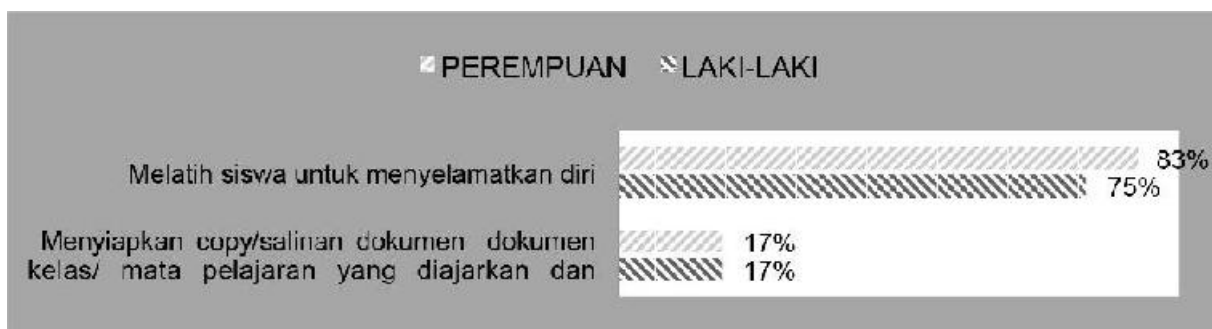
No	Pertanyaan	Jawaban	Persentase (%)	
			Laki-laki	Perempuan
1.	Penyebab Gunung Merapi Meletus	Adanya gempa tektonik lokal di bawah gunung	83	100
		Tekanan gas yang tinggi mendorong magma ke atas	50	83
2.	Penyebab Banjir lahar Hujan	Muntahan material gunung berapi dalam volume yang besar	92	100
		Hujan deras di daerah puncak gunung berapi	100	100
		Tanah longsor di bantaran sungai aliran lahar.	67	100
3.	ciri-ciri erupsi yang mengharuskan segera menyelamatkan diri	Gunung berstatus siaga	50	67
		Saat ada himbauan dari instansi yang berwenang untuk segera mengungsi	100	100
		Terjadi hujan batu pijar dan abu	83	83
4.	tanda-tanda/gejala banjir lahar hujan	Alirannya berwarna cokelat pekat dan mengalir deras tidak beraturan	100	83
		Alirannya tercampur material erupsi (batu, abu, kerikil atau batu besar)	100	100

Semua pendidik perempuan menjawab benar tentang penyebab gunung Merapi meletus adalah salah satunya adanya gempa tektonik lokal di bawah gunung. Sedangkan pendidik laki-laki tidak semua menjawab benar hanya sekitar 83%. Sekitar 83% pendidik perempuan dan 50% pendidik laki-laki menyatakan tekanan gas yang tinggi mendorong magma ke atas merupakan salah satu penyebab gunung meletus. Kedua penyebab tersebut memang benar penyebab gunung meletus. Namun masih ada setengah dari pendidik laki-laki yang tidak tahu bahwa tekanan gas yang tinggi mendorong magma ke atas menyebabkan gunung mengalami erupsi.

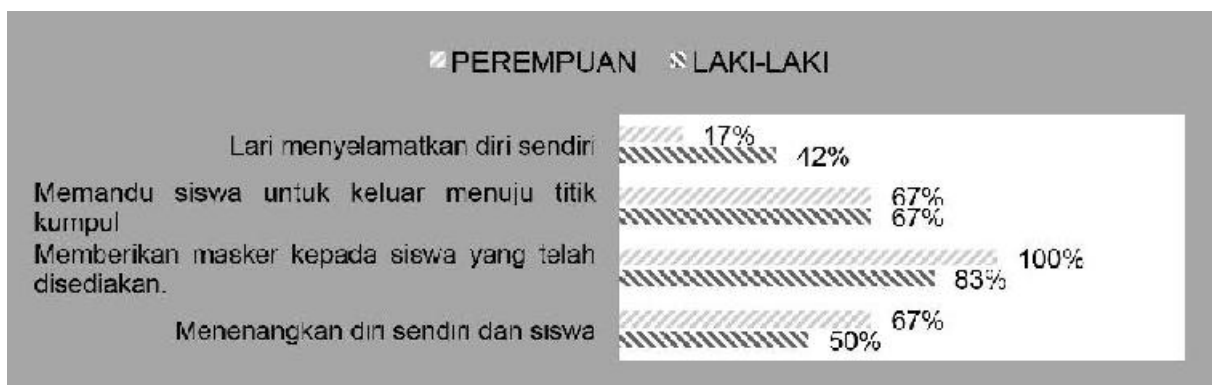
Untuk penyebab banjir lahar hujan, hampir semua pendidik laki-laki dan perempuan menjawab dengan benar tentang penyebabnya adalah hujan deras di daerah puncak gunung berapi. Namun jawaban yang lain juga merupakan penyebab banjir lahar hujan di antaranya muntahan material gunung berapi dalam volume yang besar dan tanah longsor di bantaran sungai aliran lahar.

3.2. Rencana Tanggap Darurat Bencana Erupsi Gunung Merapi dan Banjir Lahar Hujan

Kesiapsiagaan pendidik untuk merespon keadaan darurat dapat dilihat dari persiapan sebelum terjadinya bencana dan tindakan yang akan diambil saat terjadi bencana pada jam belajar sekolah. Persiapan dilakukan dengan melatih murid untuk menyelamatkan diri dan menyiapkan salinan-salinan dokumen penting. Hampir semua responden pendidik laki-laki maupun perempuan melakukan dua hal tersebut untuk mengantisipasi bencana erupsi dan banjir lahar hujan hampir dengan skor yang setara, sebagaimana nampak pada Gambar 1. Selain persiapan yang dilakukan sebelum terjadi bencana, tindakan yang akan dilakukan saat terjadi bencana juga sangat penting untuk diukur tingkat kesiapsiagaannya, sebagaimana terlihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Persentase Jawaban Pendidik Tentang Persiapan Pendidik Menghadapi Bencana Erupsi dan Banjir Lahar.



Gambar 2. Persentase Jawaban Pendidik Tentang Tindakan Saat Mendengar Peringatan Bencana Erupsi dan Banjir Lahar.

Dari Gambar 2 dapat dilihat, bahwa sebanyak 67% pendidik melakukan beberapa tindakan yaitu memandu murid untuk keluar menuju titik kumpul. Semua pendidik laki-laki melakukan tindakan memberikan masker kepada murid. Sedangkan pendidik perempuan yang melakukan tindakan tersebut sebanyak 83%. Setengah dari pendidik baik laki-laki maupun perempuan melakukan tindakan dengan menenangkan diri sendiri dan murid. Namun masih terdapat 17% pendidik perempuan dan 42% pendidik laki-laki yang lebih mengutamakan lari menyelamatkan diri sendiri. Tentu hal ini tidak dianjurkan, karena pendidik seharusnya membantu murid untuk menyelamatkan diri.

Pendidik laki-laki dan perempuan tidak memiliki perbedaan yang terlalu jauh dari nilai parameter Rencana Tanggap Darurat ini dengan tingkat kesiapsiagaan sedang. Hasil nilai berdasarkan penelitian ini pendidik laki-laki mempunyai nilai kesiapsiagaan 77,08 lebih tinggi dibanding pendidik perempuan dengan nilai 69,17. Hasil kajian menunjukkan semua responden pendidik pernah mengikuti simulasi evakuasi.

3.3. Mobilisasi Sumber Daya Terhadap Bencana Erupsi Gunung Merapi dan Banjir Lahar Hujan

Pendidik merupakan komponen sekolah yang penting karena dapat meningkatkan kesiapsiagaan murid. Upaya mobilisasi yang dilakukan baik pendidik laki-laki maupun perempuan sudah cukup baik yaitu pada tingkat kesiapsiagaan sedang. Tindakan yang dilakukan pendidik terkait upaya peningkatan kapasitas pada Mobilisasi Sumber Daya (RMC) dapat dilihat pada Tabel 3.

Pada Tabel 3 menunjukkan hampir semua pendidik melakukan upaya mobilisasi dengan baik. Namun ada beberapa upaya mobilisasi yang tidak seimbang. Hanya 42% pendidik laki-laki dan 67% pendidik perempuan yang memberikan pelajaran dan menginformasikan kepada murid tentang banjir lahar hujan. Sedangkan 83% pendidik laki-laki dan 67% pendidik perempuan sudah memberikan pelajaran tentang erupsi gunung Merapi. Berdasarkan analisis perhitungan, tingkat kesiapsiagaan pada Mobilisasi Sumber Daya (RMC) antara pendidik laki-laki dan perempuan tidak mempunyai perbedaan yang signifikan.

Tabel 3. Upaya Mobilisasi Pendidik Dalam Kesiapsiagaan Erupsi Dan Banjir Lahar Hujan

No	Pertanyaan	Jawaban	Persentase (%)	
			Laki-laki	Perempuan
1.	Mengikuti pelatihan <i>workshop</i> , seminar, ceramah, diskusi atau simulasi	Pengetahuan tentang bencana	100	100
		Perencanaan tanggap darurat (misal: pertolongan pertama, penyelamatan dan evakuasi, dokumen/logistik, sekolah dll)	100	67
		Sistem peringatan dini (misal peralatan, taanda bunyi, penyebaran informasi, dll)	100	83
2.	Menginformasikan pengetahuan tentang kesiapsiagaan menghadapi bencana kepada orang lain (tetangga, saudara, teman)		67	83
3.	Memberikan pelajaran ke murid	Erupsi gunung berapi	83	67
		Banjir lahar hujan	42	67
4.	Memberikan pengetahuan tentang kesiapsiagaan kepada siswa	Peringatan bencana	100	83
		Pertolongan pertama	100	100
		Penyelamatan dan evakuasi	92	83
		Lainnya	33	33
5.	Melakukan latihan kesiapsiagaan bersama siswa	Peringatan bencana	100	100
		Pertolongan pertama	100	100
		Penyelamatan dan evakuasi	100	100
		Lainnya	42	33

3.4. Pengetahuan Tentang Bencana Gempabumi dan Tsunami

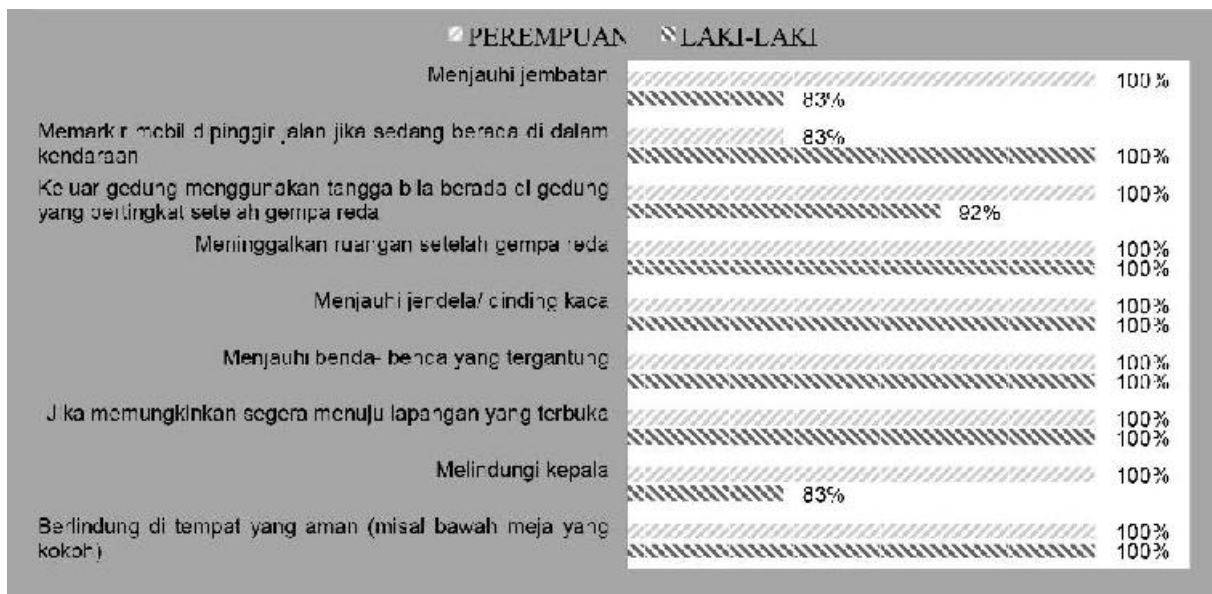
Berdasarkan hasil nilai indeks antara pendidik laki-laki dan perempuan tentang tingkat pengetahuan terhadap bencana gempabumi dan tsunami, tidak ada perbedaan yang signifikan antara tingkat pengetahuan pendidik laki-laki dan perempuan. Gambaran tentang pengetahuan pendidik dimulai dengan pengertian bencana alam yang sudah dijelaskan pada penjelasan sebelumnya. Tingkat pengetahuan pendidik tentang penyebab dan ciri-ciri gempabumi dan tsunami dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan bahwa semua pendidik laki-laki dan perempuan menjawab benar tentang penyebab gempabumi adalah salah satunya ada peregseran kerak bumi. Namun semua pendidik juga mengatakan bahwa gunung meletus juga mengakibatkan gempabumi. Gunung meletus mengakibatkan gempa vulkanik bukan gempa tektonik. Sekitar 67% pendidik laki-laki dan 83% pendidik perempuan menyatakan tanah longsor merupakan salah satu penyebab gempabumi. Padahal tanah longsor ini diakibatkan salah satunya oleh gempabumi. Semua pendidik perempuan menjawab dengan benar bahwa angin topan dan halilintar tidak menyebabkan gempabumi. Beberapa dari pendidik laki-laki maupun perempuan menjawab pengeboran minyak juga salah satu penyebab gempabumi.

Tabel 4. Persentase Pendidik Tentang Pengetahuan Gempabumi Dan Tsunami

No	Pertanyaan	Jawaban	Persentase (%)	
			Laki-laki	Perempuan
1.	Penyebab Gempabumi	Pergeseran kerak bumi	100	100
		Gunung meletus	100	100
		Tanah longsor	67	83
		Angin topan dan halilintar	17	0
		Pengeboran minyak	42	33
2.	Penyebab Tsunami	Gempabumi di bawah laut	83	100
		Gunung meletus di bawah laut	100	100
		Longsoran di bawah laut	75	83
		Badai/puting beliung	42	50
3.	Ciri-ciri gempa kuat	Gempa membuat pusing/limbung	75	
		Gempa menyebabkan goyangan yang kencang/ keras sehingga orang tidak bisa berdiri	92	83
		Getaran gempa terjadi cukup lama dan diikuti oleh gempa susulan yang lebih kecil	83	83
		Bangunan retak atau roboh	75	100
4.	Tanda-tanda/gejala tsunami	Gempa menyebabkan goyangan yang kencang/ keras sehingga orang tidak bisa berdiri	50	33
		Air laut tiba-tiba surut	100	100
		Gelombang besar di cakrawala	83	83
		Bunyi yang keras seperti ledakan	25	33

Pengetahuan pendidik tentang tindakan yang akan dilakukan apabila terjadi gempa yang kuat secara umum sudah cukup baik, sebagaimana terlihat pada Gambar 3. Berdasarkan gambar tersebut, semua responden pendidik laki-laki maupun perempuan mengetahui dengan benar bahwa apabila terjadi gempa kuat harus melakukan beberapa tindakan yaitu berlindung di tempat yang aman (misal bawah meja yang kokoh), melindungi kepala, jika memungkinkan segera menuju lapangan yang terbuka, menjauhi benda-benda yang tergantung, menjauhi jendela/ dinding kaca, meninggalkan ruangan setelah gempa reda, keluar gedung menggunakan tangga bila berada di gedung yang bertingkat setelah gempa reda, memarkir mobil dipinggir jalan jika sedang berada di dalam kendaraan, menjauhi jembatan.

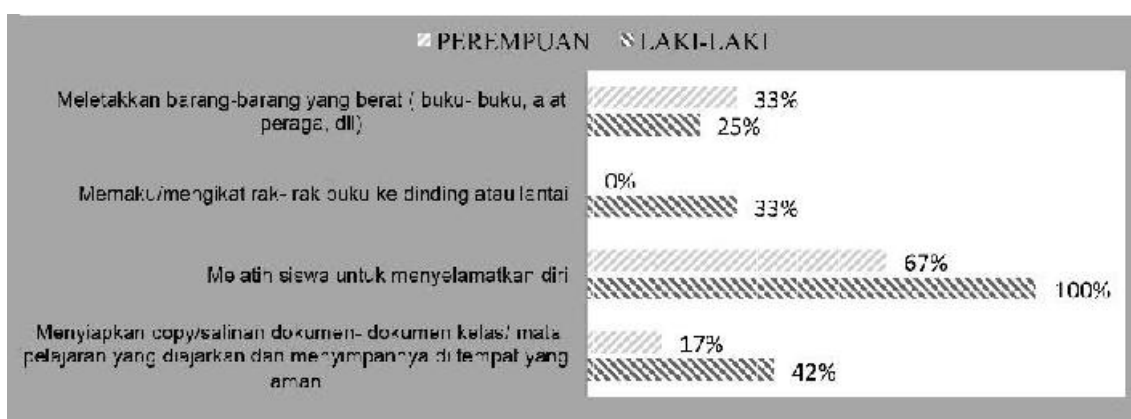


Gambar 3. Persentase Jawaban Pendidik Tentang Tindakan Apabila Terjadi Gempa.

3.5. Rencana Tanggap Darurat Bencana Gempabumi dan Tsunami

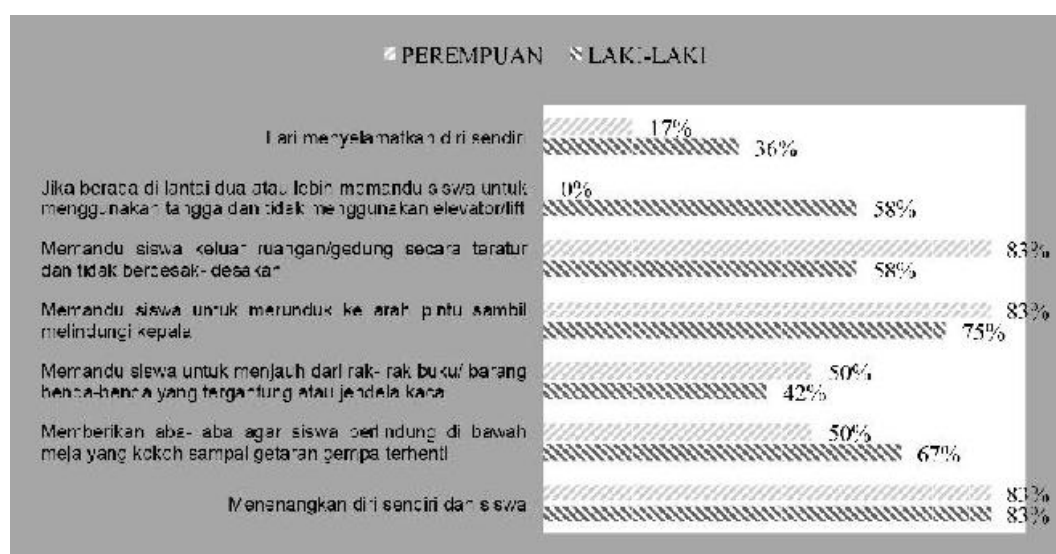
Kesiapsiagaan pendidik untuk merespon keadaan darurat dapat dilihat dari persiapan sebelum terjadinya bencana dan tindakan yang akan diambil saat terjadi bencana pada jam belajar sekolah. Persiapan dilakukan dengan melatih murid untuk menyelamatkan diri dan menyiapkan salinan-salinan dokumen penting. Hampir semua responden pendidik laki-laki maupun perempuan melakukan dua hal tersebut untuk mengantisipasi bencana gempabumi dan tsunami, sebagaimana dalam Gambar 4.

Gambar 4 menampilkan perbedaan hasil jawaban antara pendidik laki-laki dan perempuan. Persiapan pendidik dalam menghadapi bencana merupakan kegiatan yang relatif lebih berat dalam mempersiapkan terjadinya gempabumi seperti menyiapkan copy/salinan dokumen-dokumen kelas/mata pelajaran yang diajarkan dan menyimpannya di tempat yang aman, melatih siswa untuk menyelamatkan diri, memaku/mengikat rak-rak buku ke dinding atau lantai, meletakkan barang-barang yang berat (buku-buku, alat peraga, dll). Sehingga pekerjaan tersebut sebagian besar didominasi oleh kaum laki-laki.



Gambar 4. Persentase Jawaban Pendidik tentang Pesiapan Pendidik Menghadapi Bencana Gempabumi dan Tsunami.

Selain persiapan yang dilakukan sebelum terjadi bencana, tindakan yang akan dilakukan saat terjadi bencana juga sangat penting untuk diukur tingkat kesiapsiagaannya. Gambar 5 menunjukkan bahwa pendidik laki-laki dan perempuan tidak memiliki perbedaan yang terlalu jauh dari nilai parameter Rencana Tanggap Darurat ini dengan tingkat kesiapsiagaan sedang. Hasil nilai berdasarkan penelitian ini pendidik laki-laki mempunyai nilai kesiapsiagaan 64,88 lebih tinggi dibanding pendidik perempuan dengan nilai 60,89. Rencana kesiapsiagaan tanggap darurat harus dilakukan tanpa ada rasa kepanikan karena akan meningkatkan risiko bencana. Untuk mengurangi rasa kepanikan tersebut, setiap komponen sekolah harus pernah melakukan kegiatan simulasi evakuasi. Hasil kajian menunjukkan semua responden pendidik pernah mengikuti simulasi evakuasi.



Gambar 5. Persentase Jawaban Pendidik Tentang Tindakan Saat Peringatan Bencana Gempabumi dan Tsunami.

3.6. Mobilisasi Sumber Daya Terhadap Bencana Gempabumi dan Tsunami

Pendidik merupakan komponen sekolah yang sangat penting, karena mereka hidup di lingkungan sekolah jauh lebih lama dibandingkan dengan para muridnya yang hanya berkecimpung di lingkungan sekolah selama waktu studinya saja. Pendidik mempunyai sumber daya yang harus dimobilisasi untuk meningkatkan kesiapsiagaan komunitas sekolah. Sumber daya pendidik adalah meningkatkan pengetahuan tentang bencana dan upaya menyebarluaskan kepada murid serta masyarakat sekitar. Upaya mobilisasi yang dilakukan baik pendidik laki-laki maupun perempuan sudah cukup baik yaitu pada tingkat kesiapsiagaan sedang. Tindakan yang dilakukan pendidik terkait upaya peningkatan kapasitas pada Mobilisasi Sumber Daya (RMC) bisa dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Upaya Mobilisasi Pendidik Dalam Kesiapsiagaan Gempabumi dan Tsunami

No	Pertanyaan	Jawaban	Persentase (%)	
			Laki-laki	Perempuan
1.	Mengikuti pelatihan <i>workshop</i> , seminar, ceramah, diskusi atau simulasi	Pengetahuan tentang bencana	83	100
		Perencanaan tanggap darurat (misal: pertolongan pertama, penyelamatan dan evakuasi, dokumen/logistik, sekolah dll)	92	67
		Sistem peringatan dini (misal peralatan, tanda bunyi, penyebaran informasi, dll)	58	67
2.	Menginformasikan pengetahuan tentang kesiapsiagaan menghadapi bencana kepada orang lain (tetangga, saudara, teman)		50	50
3.	Memberikan pelajaran ke murid	Gempabumi	58	33
		Tsunami	33	0
4.	Memberikan pengetahuan tentang kesiapsiagaan kepada siswa	Peringatan bencana	100	100
		Pertolongan pertama	92	83
		Penyelamatan dan evakuasi	92	100
		Lainnya	8	0
5.	Melakukan latihan kesiapsiagaan bersama siswa	Peringatan bencana	100	100
		Pertolongan pertama	100	100
		Penyelamatan dan evakuasi	92	100
		Lainnya	8	0

Tabel 5 menunjukkan hampir semua pendidik melakukan upaya mobilisasi dengan baik. Namun ada beberapa upaya mobilisasi yang tidak seimbang. Hanya 33% pendidik laki-laki dan 0% pendidik perempuan yang memberikan pelajaran dan menginformasikan kepada murid tentang tsunami. Berdasarkan analisis perhitungan, tingkat kesiapsiagaan pada Mobilisasi Sumber Daya (RMC) antara pendidik laki-laki dan perempuan terjadi perbedaan namun pada kategori yang sama yaitu tingkat sedang. Pendidik laki-laki mempunyai tingkat kesiapsiagaan yang lebih tinggi dibanding pendidik perempuan.

3.7. Tingkat Kesiapsiagaan Pendidik Secara Umum Berdasarkan Gender

Dari hasil penelitian pada Tabel 6 dan Tabel 7 dapat diketahui perbedaan nilai indeks kesiapsiagaan antara pendidik berjenis kelamin laki-laki dengan perempuan. Secara keseluruhan nilai indeks tidak mempunyai selisih yang banyak, namun ada beberapa parameter tingkat kesiapsiagaan yang cukup jauh perbedaannya.

Tabel 6. Indeks Kesiapsiagaan Pendidik Terhadap Erupsi Dan Banjir Lahar (S2)

Parameter	Laki-laki		Perempuan	
	Skor	Kesiapsiagaan	Skor	Kesiapsiagaan
KAP	78,32	sedang	78,27	sedang
EP	77,08	sedang	69,17	sedang
WS	84,72	tinggi	69,44	sedang
RMC	77,08	sedang	78,24	sedang
Indeks	78,38	sedang	75,65	sedang

Tabel 7. Indeks Kesiapsiagaan Pendidik Gempabumi dan Tsunami (S2)

Parameter	Laki-laki		Perempuan	
	Skor	Kesiapsiagaan	Skor	Kesiapsiagaan
KAP	68,07	sedang	68,00	sedang
EP	64,88	sedang	60,86	sedang
WS	64,25	sedang	49,21	rendah
RMC	65,28	sedang	60,65	sedang
Indeks	66,92	sedang	64,70	sedang

4. KESIMPULAN

- Kesimpulan dari penelitian evaluasi Sekolah Siaga Bencana (SSB) untuk studi kasus SMP N 2 Cangkringan adalah sebagai berikut ini.
- Pendidik laki-laki mempunyai indeks kesiapsiagaan yang sedikit lebih tinggi dengan nilai 78,38 dibanding indeks kesiapsiagaan pendidik perempuan dengan nilai 75,65 terhadap bencana erupsi gunung Merapi.
- Demikian pula, pada kesiapsiagaan terhadap bencana gempabumi, pendidik laki-laki mempunyai indeks kesiapsiagaan yang sedikit lebih tinggi dengan nilai 66,92 dibanding indeks kesiapsiagaan pendidik perempuan dengan nilai 64,70.
- Secara keseluruhan tingkat kesiapsiagaan pendidik terhadap bencana erupsi gunung Merapi dan banjir lahar hujan berada pada kategori sedang dengan nilai indeks 77,49 yang mendekati katagori tinggi. Namun demikian, tingkat kesiapsiagaan pendidik terhadap bencana gempabumi dan tsunami berada pada kategori sedang yang mendekati katagori rendah dengan indeks hanya 66,09, yang relatif jauh lebih rendah dari 77,49.
- Walaupun sudah dicanangkan sebagai SSB, ternyata tingkat kesiap siagaan terhadap bencana pada sekolah tersebut masih dalam katagori sedang. Dapat diperkirakan, bahwa untuk sekolah-sekolah yang belum SSB tentunya akan mempunyai kesiapsiagaan yang rendah. Padahal, bencana dapat datang sewaktu-waktu tanpa menunggu hingga tingkat kesiapsiagaan tinggi. Dengan demikian, pemerintah dan komunitas sekolah masih harus bekerja keras dalam upaya meningkatkan kesiapsiagaannya untuk mengurangi risiko bencana yang mungkin segera akan terjadi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Program Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia (UII), Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), Pemerintah Kabupaten Sleman, dan CEVEDS International serta Museum Gempa Prof. Dr. Sarwidi dan Ikatan Ahli Kebencanaan Indonesia (IABI) yang telah memungkinkan makalah ini terpublikasi melalui kegiatan Pekan Ilmiah Tahunan (PIT) ke 2 IABI di Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

1. Akbar, K.S., 2010, Pengembangan Model Sekolah Siaga Bencana Melalui Integrasi Pengurangan Risiko Bencana Dalam Kurikulum Lembaga Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Negeri Yogyakarta, Konferensi Nasional Sekolah Aman tanggal 20-21 Desember 2010 di Jakarta – Plan International.
2. Arif, A., 2012, Riwayat Letusan Merapi yang Mematikan. Kompas.com (online). Tersedia:<http://sains.kompas.com/read/2012/03/13/14554840/Riwayat.Letusan.Merapi.yang.Mematikan>. [3 Mei 2014].
3. Arifin, S., 2014, Evaluasi Sekolah Siaga Bencana Studi Kasus SMPN 2 Cangkringan. Tesis (Tidak diterbitkan). Universitas Islam Indonesia.
4. BNPB, 2010a, Rencana Aksi Nasional Pengurangan Risiko Bencana (RAN PRB) 2010-2012. yang dipublikasikan BNPB.
5. BNPB, 2010b, Peta Zonasi Ancaman Banjir Lahar Dingin .Geospasial.bnpb.go.id (online).Tersedia:<http://geospasial.bnpb.go.id/2010/11/07/peta-zonasi-ancaman-banjir-lahar-dingin/>. [4 Mei 2014].
6. Carter, W. Nick., 1991, Disaster Management: A Disaster Manager's Handbook. Manila: ADB.
7. De Leon, J.C.V., 2006, Vulnerability: A conceptual and Methodology Review. United Nation University, UNU EHS.
8. Hidayati dkk., 2006, Kajian Kesiapsiagaan Masyarakat dalam Mengantisipasi Gempabumi & Tsunami, LIPI – UNESCO/ ISDR.
9. Hidayati, 2009, Kesiapsiagaan Masyarakat Menghadapi Bencana Gempabumi & Tsunami, Jakarta: Prosiding.
10. IRBI, 2011, Indek Rawan Bencana Indonesia, Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
11. Koswara, A. dan Triyono, 2011, Panduan Monitoring dan Evaluasi Sekolah Siaga Bencana, Jakarta: LIPI Press
12. KPB, 2011, Kerangka Kerja Sekolah siaga Bencana disusun bersama oleh: Konsorsium Pendidikan Bencana, Jakarta, Mei 2011.
13. Leedy, Paul D, 1997, Practical Research: Planning and Design. Sixth Edition. Prectice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. Chapter 4: "The Review of the Related Literature", hal. 71-91, Dikutip dari: Djunaedi, A. (2000). Materi kuliah metode penelitian: Penulisan Tinjauan Pustaka, Fakultas teknik UGM, Yogyakarta.
14. Nefonews.com, 2014, Lahar Dingin atau Lahar Hujan? Ini Bedanya. Nefosnews.com (online). Tersedia: <http://nefosnews.com/post/lingkungan/lahar-dingin-atau-lahar-hujan-ini-bedanya>. [2 Mei 2014].
15. Prastowo, A., 2011, Metode penelitian kualitatif dalam perspektif rancangan penelitian Cetakan pertama, Jakarta: Ar-ruzz Media.
16. SMP N 2 Cangkringan, 2014, Profil Sekolah Menengah Pertama Negeri 2 Cangkringan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
17. Suryanto, 2011, Kerusakan dan Kerugian Letusan Merapi Rp 4,23 Triliun, Antaranews.com(online). Tersedia:<http://www.antaranews.com/berita/242234/kerusakan-dan-kerugian-letusan-merapi-rp423-triliun>. [3 Mei 2014]
18. Triyono dan Koswara, A., 2012, Panduan Penerapan Sekolah Siaga Bencana, Jakarta: LIPI.
19. UU No. 24/2007. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor: 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana.
20. UU No. 20/2003. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor: 24 Tahun 2007 Tentang Sistem Pendidikan Nasional.
21. UNDP, Bappenas, Kementrian Dalam Negeri, dan BNPB. (2007). Program Safer Communities Through Disaster Risk Reduction (SCDRR) In Development.
22. UNISDR, 2009, UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction, Geneva, Switzerland: UNISDR

ANALISIS MODAL YANG BERPENGARUH PADA PEMULIHAN PARIWISATA PASCA MULTI BENCANA (Studi Kasus Desa Wisata Pentingsari)

Oleh:

Martha Kurnia Dewi^{a,*}

^a Alumni Magister Manajemen Bencana, Sekolah Pascasarjana UGM, Yogyakarta

*E-mail: Martha.kurnia.d@gmail.com /marthakurniadewi@yahoo.com

Abstrak

Desa Wisata Pentingsari menjadi wilayah yang merugi akibat Erupsi Merapi 2010 dan Angin Ribut yang terjadi pada tahun 2012. Desa Wisata ini mengalami kerugian akibat tidak beroperasinya kegiatan wisata pascabencana. Setelah kembali beroperasi pascaerupsi, Pentingsari diterjang angin ribut yang mengharuskan desa wisata kembali ditutup. Pemulihan terus dilakukan untuk membuat Pentingsari kembali beroperasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis modal yang berpengaruh pada pemulihan pariwisata. Modal-modal yang berpengaruh pada pemulihan, dianalisis menggunakan pendekatan Relationship between capital domains and community disaster resilience. Lima modal yang berpengaruh digunakan dalam pendekatan tersebut, yakni modal sosial, ekonomi, manusia, fisik dan alam. Data diperoleh dengan kuisisioner dan wawancara kepada masyarakat yang terkena dampak langsung pada sektor pariwisata seperti pada pemilik homestay. Analisis datanya menggunakan interpretasi data dari hasil reduksi data yang diperoleh menggunakan metode wawancara dan kuisisioner penelitian. Selanjutnya verifikasi data dilakukan dengan metode triangulasi data dan kemudian disajikan dalam bentuk tabel, diagram serta analisis deskriptif. Pentingsari berhasil pulih dari multi bencana, setelah kunjungan wisatawan kembali normal, bahkan meningkat dibandingkan sebelum bencana. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua jenis modal berpengaruh pada pemulihan pariwisata di Pentingsari. Modal sosial mencakup kepercayaan pelanggan yang datang kembali serta jaringan dengan berbagai pihak. Modal ekonomi mencakup sumberdaya pribadi masyarakat seperti uang tunai, tabungan, aset yang dimiliki serta melakukan peminjaman/hutang dan mengambil simpanan koperasi. Modal SDM berupa keterbukaan masyarakat, kemampuan promosi, dan keterlibatan seluruh masyarakat dalam kegiatan pariwisata. Modal natural mencakup penggunaan SDA untuk memperbaiki infrastruktur serta sanitasi lingkungan. Sementara modal fisik mencakup pembangunan dan perbaikan Jembatan Kali Kuning, Jembatan Kali Pawon dan perbaikan jalan. Ditambah dengan bantuan yang didapatkan dari pihak luar.

Kata Kunci: Analisis modal, pemulihan, pariwisata, multi bencana, Pentingsari.

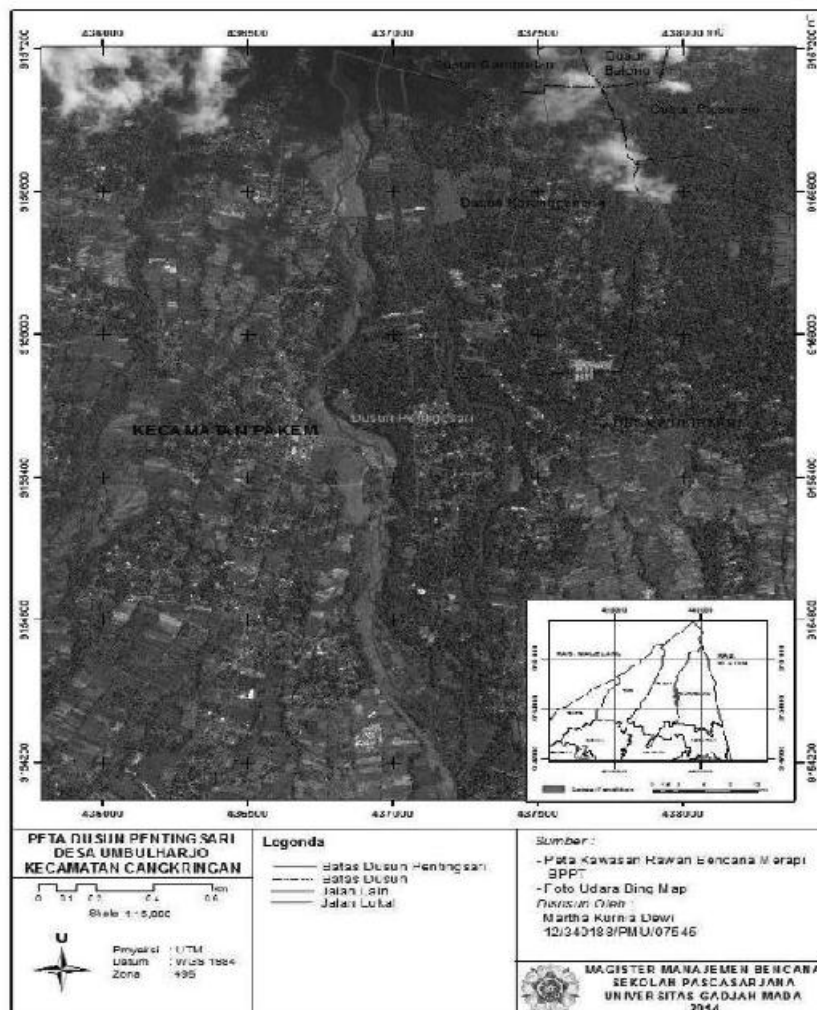
1. PENDAHULUAN

Erupsi Merapi pada tahun 2010 telah menyebabkan kerugian di berbagai sektor di wilayah yang berada di sekitar Gunung Merapi. Salah satunya adalah di sisi selatan Gunung Merapi yakni Kabupaten Sleman. Di Kabupaten ini kerugian mencakup sektor permukiman yang meliputi perumahan dan taman. Sektor infrastruktur berupa jalan, jembatan/gorong-gorong, bandara, terminal, kendaraan, gedung pemerintah, air bersih, bendung, irigasi, sungai, mata air, infrastruktur energi seperti instalasi biogas dan listrik, komunikasi dan informatika seperti perangkat repeater radio komunikasi. Sektor ekonomi mencakup tanaman pangan dan hortikultura, perikanan, peternakan, kehutanan (hutan rakyat), perkebunan, industri kecil rumah tangga dan koperasi, pasar, pariwisata, keuangan dan perbankan. Sektor sosial mencakup kesehatan, lembaga sosial, tempat ibadah, budaya, dan pendidikan. Sementara kerusakan lintas sektor mencakup lingkungan hidup, pemerintahan, keamanan dan ketertiban, serta tata ruang.

Salah satu sektor yang menyebabkan kerugian langsung pada masyarakat adalah sektor pariwisata. Pariwisata menjadi sektor penting di kawasan ini. Sektor Pariwisata di Sleman, merupakan salah satu sektor

yang memiliki kontribusi tinggi terhadap Pendapatan Asli Daerah (PAD) Kabupaten Sleman. Sektor pariwisata di kawasan Merapi sebagian adalah pariwisata berbasis masyarakat (*Community Based Tourism*) yang diantaranya berwujud Desa Wisata (*Village Tourism*). Terdapat sekitar 37 Desa wisata yang ada di Kabupaten Sleman. Beberapa diantaranya terletak di sekitar Merapi. Erupsi Merapi pada tahun 2010 menyebabkan 3 desa wisata rusak parah dan akhirnya ditutup pascaerupsi Merapi, yakni Desa Petung, Gondang dan Kinahrejo.

Pentingsari menjadi salah satu desa wisata yang selamat dari erupsi. Desa yang berjarak kurang lebih 9 km dari puncak Merapi ini masih tetap beroperasi hingga saat ini melayani kunjungan wisatawan yang ramai. Desa wisata ini mengalami kerugian dengan jumlah yang besar akibat ditutupnya kawasan ini selama enam bulan pascaerupsi. Pentingsari terletak di Kawasan Rawan Bencana II Merapi. Kawasan Rawan Bencana II adalah kawasan yang berpotensi terlanda aliran massa berupa awan panas, aliran lava dan lahar, serta lontaran berupa material jatuhnya dan lontaran batu (pijar). Desa ini juga berbatasan langsung dengan Sungai Kuning yang merupakan salah satu sungai yang berhulu di Merapi dan memiliki potensi untuk dialiri lahar hujan Merapi. Secara jelas letak Desa Wisata Pentingsari dapat digambarkan dalam peta (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Desa Wisata Pentingsari.

Erupsi Merapi telah membuat batalnya kunjungan sekitar sepuluh ribu wisatawan yang direncanakan berkunjung. Erupsi Merapi juga membuat desa wisata ini lumpuh selama 6 bulan. Pendapatan yang seharusnya diterima dapat mencapai 500 juta. Erupsi juga mengakibatkan wilayah yang tertutup abu vulkanik, pelepah beberapa pohon salak yang rusak, hilangnya 25 ha persawahan (wedi kengser) milik warga akibat lahar dingin serta kerusakan obyek yang ada dalam desa wisata yakni Pancuran Sendang Sari. Belum sepenuhnya pulih dari Erupsi Merapi 2010, di awal tahun 2012. Desa Wisata ini diterjang angin ribut (Gale). Dusun Pentingsari mengalami kerusakan paling parah dengan jumlah total rumah rusak karena

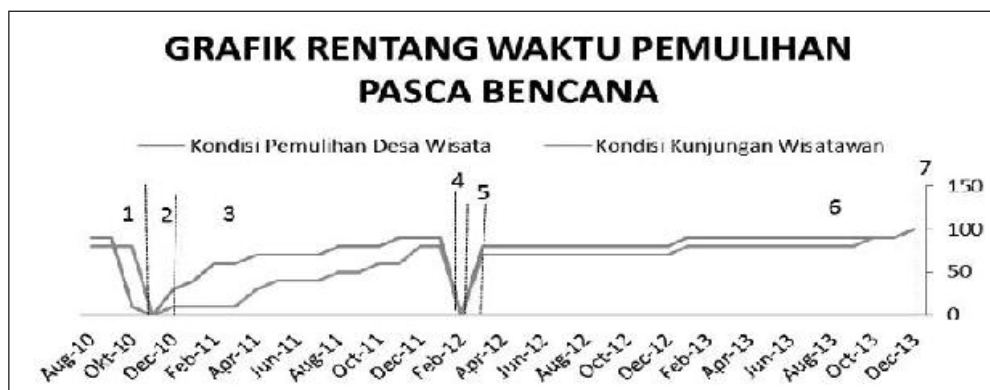
tertimpa pohon sebanyak 17. Hasil wawancara dengan salah seorang warga diketahui bahwa terdapat 2 homestay rusak berat dan 15 homestay rusak ringan. Angin ribut mengakibatkan desa wisata kembali tidak beroperasi selama dua minggu, yang tentunya juga menambah besaran kerugian yang diakibatkan oleh bencana. Dari dua tipe bencana tersebut yang terjadi dalam suatu daerah dengan kurun waktu yang berbeda tersebut termasuk dalam kajian multi bencana (*multi disaster*). Dua kali bencana yang melanda Desa Wisata, menyebabkan kerugian ratusan juta. Ditambah lagi kerusakan infrastruktur desa, obyek wisata maupun harta benda masyarakat.

Konsep desa wisata yang dikembangkan oleh masyarakat salah satunya bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat, dengan meningkatkan pendapatan masyarakat melalui usaha barang ataupun jasa yang dapat dijual kepada wisatawan yang berkunjung ke desa wisata. Dengan dibukanya Pentingsari menjadi desa wisata, telah memberikan tambahan pendapatan kepada masyarakat melalui kegiatan pariwisata. Selama bencana terjadi hingga dibukanya kembali desa wisata, masyarakat Pentingsari merugi karena usaha barang ataupun jasa yang mereka jalankan harus terhenti sementara waktu.

Pariwisata di Pentingsari harus segera dipulihkan agar masyarakat kembali memiliki pendapatan tambahan dari kegiatan pariwisata. Selain itu infrastruktur yang rusak juga harus segera dipulihkan untuk mendukung kegiatan pariwisata agar berjalan normal kembali. Pentingsari berhasil pulih dari multi bencana, setelah kunjungan wisatawan kembali normal, bahkan meningkat dibandingkan sebelum bencana. Proses pemulihan pascaerupsi dimulai ketika warga kembali dari pengungsian diakhir tahun. Pada saat pertama kali dikunjungi, pemulihan pariwisata belum selesai. Pariwisata kembali pulih akhir tahun 2011, ketika kunjungan dan aktivitasnya kembali normal. Namun untuk infrastruktur yang rusak baru selesai dikerjakan diakhir tahun 2013. Dan di akhir tahun 2013 kunjungan wisatawan tercatat lebih tinggi dibanding sebelum bencana terjadi. Pemulihan pascaanginribut berlangsung lebih cepat daripada erupsi. Sore itu juga, setelah anginribut melanda, warga dibantu relawan melakukan pembersihan pada pohon-pohon yang ambruk.

Kondisi dimana kunjungan wisatawan kembali normal, bahkan jumlahnya melebihi kunjungan sebelum bencana terjadi menjadi indikator bahwa pemulihan telah selesai dilakukan disamping indikator bahwa infrastruktur telah selesai dilakukan. Grafik di bawah ini menunjukkan periodisasi pemulihan pasca multi bencana di Pentingsari.

Pada gambar 2 dapat dijelaskan bahwa pada Desember 2013, Desa Wisata Pentingsari telah kembali pulih. Dari hasil wawancara mendalam dengan pengelola desa wisata, terdapat berbagai faktor yang menunjang kepulihan desa wisata. Baik faktor internal maupun eksternal dalam wujud bantuan. Penelitian ini akan mencoba menganalisis modal-modal apa saja yang berpengaruh dalam pemulihan di Pentingsari. Sehingga kita mampu mengevaluasi kerja-kerja yang telah dilakukan pemerintah maupun kapasitas yang dimiliki masyarakat untuk bangkit kembali mengembangkan pariwisatanya setelah bencana melanda. Penelitian ini dapat pula menjadi pedoman analisis pemulihan sektor pariwisata pascabencana.



Gambar 2. Rentang Waktu Pemulihan Pascabencana.

Keterangan Gambar 2:

1. Periode prabencana.
2. Periode bencana erupsi Merapi 2010 dan masa tanggap darurat pasca bencana.
3. Periode rehabilitasi dan rekonstruksi.
4. Periode bencana angin ribut.
5. Periode pemulihan pasca angin ribut.
6. Periode perbaikan infrastruktur fisik pascaerupsi.
7. Periode meningkatnya kunjungan wisatawan daripada sebelum bencana terjadi.

2. METODOLOGI

Modal-modal yang berpengaruh pada pemulihan, dianalisis menggunakan pendekatan *Relationship between capital domains and community disaster resilience*. Lima modal yang berpengaruh digunakan dalam pendekatan tersebut, yakni modal sosial, ekonomi, manusia, fisik dan alam. Data diperoleh dengan kuisioner dan wawancara kepada masyarakat yang terkena dampak langsung pada sektor pariwisata seperti pada pemilik *homestay*.

2.1. Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara langsung menggunakan kuesioner dan pedoman wawancara. Mereka adalah pemilik 46 *homestay* yang ada di desa wisata dan tokoh masyarakat. Ditambah dengan pedoman wawancara kepada pengurus desa wisata beserta masyarakat, tokoh masyarakat dan perwakilan kelompok masyarakat yang terlibat pariwisata. Dengan wawancara, maka peneliti akan mengetahui hal-hal yang lebih mendalam tentang partisipasi dalam menginterpretasikan situasi dan fenomena yang terjadi, dimana hal ini tidak dapat ditemukan melalui observasi (Esterberg, 1998 dalam Sugiyono 2013). Sementara data sekunder diperoleh dari berbagai sumber seperti dokumen, laporan dan buku.

2.2. Metode Pengambilan Sampel

Obyek wawancara menggunakan kuesioner adalah seluruh pemilik *homestay* sebanyak 46. Sementara pedoman wawancara diberikan kepada pengurus desa wisata, tokoh masyarakat dan perwakilan kelompok masyarakat yang terlibat pariwisata. Responden tersebut dipilih menggunakan metode *non probability sampling* melalui *sampling purposive*. *Non probability sampling* adalah teknik pengambilan sampel yang tidak memberi peluang/kesempatan sama bagi setiap unsur atau anggota populasi untuk dipilih menjadi sampel (Sugiyono, 2013: 125). Sementara *sampling purposive* adalah teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2013:126). Dalam hal ini, pertimbangan yang dimaksud adalah tentang pengetahuannya dalam kegiatan di desa wisata serta kapasitasnya atau posisinya dalam suatu bagian atau kelompok tertentu.

2.3. Variabel yang Digunakan

Dalam menganalisis modal yang digunakan dalam pemulihan, digunakan indikator sumber daya atau modal, selengkapnya dalam Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Modal untuk Menganalisis Pemulihan

No	Modal atau Sumberdaya	Indikator
1.	Sosial	Kepercayaan Jaringan
2.	Ekonomi	Pendapatan
3.	Manusia	Pendidikan Pekerjaan
4.	Fisik	Homestay Infrastruktur
5.	Alam	Ketersediaan Sumber Daya Alam Kesehatan Lingkungan

Sumber: Mayunga, 2007 Dalam Weerasinghe, 2010 Dengan Modifikasi.

Masing-masing indikator tersebut akan digali kepada obyek penelitian dan akan dianalisis apakah indikator-indikator tersebut berpengaruh pada pemulihan di Pentingsari. Selain itu faktor eksternal berupa bantuan juga akan dianalisis apakah ikut menunjang pemulihan di Pentingsari.

2.4. Metode Analisis Data

Penelitian ini dianalisis dengan interpretasi data. Interpretasi data dilakukan pada hasil dari wawancara kepada obyek penelitian. Interpretasi data dilakukan dengan mendeskripsikan dan menganalisis semua jawaban melalui reduksi data, mengelompokkannya, kemudian menarik kesimpulan yang disajikan dengan analisis deskriptif. Interpretasi data pada hasil wawancara dengan banyak narasumber ataupun dengan isi wawancara yang cenderung panjang akan disajikan dalam bentuk tabel untuk kemudian dibuat reduksi datanya. Dibawah tabel akan disajikan analisis deskriptif dari berbagai isi reduksi data hasil wawancara. Untuk hasil wawancara yang cenderung pendek dan mudah dimengerti, hasil wawancara ditampilkan dalam bentuk narasi atau kutipan langsung hasil wawancara yang kemudian diperjelas dengan analisis deskriptif.

Untuk melakukan verifikasi data, digunakan teknik triangulasi data. Teknik ini digunakan ketika terdapat perbedaan jawaban antar narasumber atau sumber data yang lain. Triangulasi data dapat dilakukan dengan teknik pengumpulan data baik dari hasil wawancara, kuesioner atau dokumen maupun obesrvasi langsung. Seperti yang tertera pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Triangulasi Teknik Pengumpulan Data (Sugiyono, 2013: 370).

Ketiga teknik pengumpulan data tersebut yakni wawancara, observasi, dan kuesioner akan saling mendukung. Apabila temuan data berbeda atau cenderung jauh dari hasil metode lain yang didapat, maka digunakan teknik triangulasi data untuk menguj keabsahan data. Hasil disajikan dalam bentuk tabel, diagram serta analisis deskriptif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Modal Sosial

Dalam identifikasi modal yang berpengaruh pada sektor pariwisata di Pentingsari, digunakan indikator kepercayaan (*trust*) dan jaringan. Indikator dari *Trust* (kepercayaan) dinilai berdasarkan adanya pelanggan yang datang kembali pascabencana. Pelanggan yang datang kembali menjadi contoh kongkrit bahwa ada kepercayaan antara wisatawan dengan desa wisata. Mereka memiliki motif untuk kembali lagi ke desa wisata. Dari hasil wawancara mengenai pelanggan yang datang kembali didapatkan data seperti pada tabel 2.

Dari kedua pernyataan dalam Tabel 2 tersebut dapat disimpulkan bahwa, pelanggan banyak yang datang kembali ke pentingsari, hal tersebut dikarenakan mereka merasa aman, nyaman dan puas selama berwisata di Pentingsari.

Tabel 2. Hasil Wawancara Berkaitan dengan Pelanggan yang Datang Kembali

No	Narasumber	Isi Wawancara	Reduksi data
1.	Bpk. Doto	“Pelanggan ada yg datang kembali, dari biro perjalanan (Jakarta), dari sekolah. Rata-rata mereka kembali lagi karena puas dari segala hal. Merasa aman, nyaman.”	Rasa aman, nyaman dan puas menjadi alasan pelanggan datang kembali.
2.	Bpk. Sumardi	“Jika kita menanggapi tamu dengan baik otomatis tamu sering datang kesini. Pelanggan yang datang banyak.”	Pelanggan banyak yang datang kembali, karena pihak desa wisata melayani tamu dengan baik.

3.2. Jaringan

Memiliki jaringan yang banyak dan kuat merupakan salah satu modal utama berkembangnya desa wisata. Desa wisata ini hampir tidak pernah sepi dari pengunjung. Banyaknya pengunjung yang datang karena adanya jaringan yang kuat dengan berbagai pihak.

Tabel 3 dapat ditarik kesimpulan bahwa desa wisata memiliki jaringan yang kuat dengan berbagai pihak, baik pihak pemerintah maupun swasta. Jaringan dengan pihak pemerintah yakni dengan pemerintah di level kabupaten, provinsi dan nasional, sementara sektor swasta meliputi perusahaan, maupun biro perjalanan.

Tabel 3. Hasil Wawancara Terkait dengan Jejaring yang Dimiliki Desa Wisata

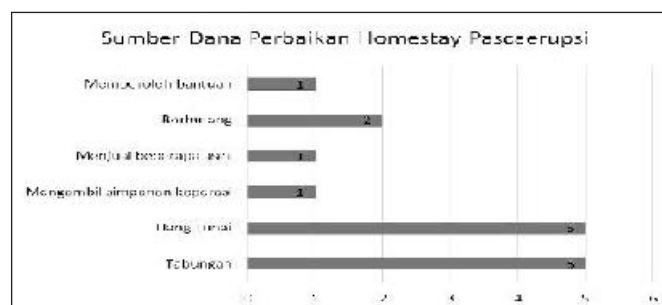
No	Narasumber	Isi Wawancara	Reduksi data
1.	Bpk.Doto	"Jaringan dengan pemerintah daerah dinas pariwisata dan kebudayaan kabupaten maupun provinsi, dinas pertanian, dinas perindustrian. Perusahaan: seperti BRI, dan biro perjalanan."	Jaringan yang dimiliki adalah dengan pemerintah daerah, perusahaan dan biro perjalanan.
2.	Bpk.Doto	"Jaringan dengan pemerintah daerah, pembinaannya dengan Dinas pariwisata, tetapi misalnya kleompok, ya dengan dinas terkait (dinas pertanian)."	Pembinaan pariwisata dengan dinas pariwisata, pembinaan sektor lain seperti pertanian dengan dinas terkait.
3.	Bpk.Doto	"Cara membangun jaringan dengan mengemas tour menjadi menarik. Memberikan <i>reward</i> ke biro perjalanan. Jaringan dengan biro perjalanan hampir sekitar 50. Kebanyakan di luar jogja."	Membangun jaringan dengan cara mengemas tour menjadi menarik dan memberikan <i>reward</i> kepada biro perjalanan yang telah membantu desa wisata. Desa wisata memiliki jaringan dengan sekitar 50 biro perjalanan yang ada di berbagai kota.
4.	Bpk.Doto	"Sebenarnya itu bagian dari pelayanan, bagian dari memberikan informasi, jika bapak mau membantu nanti ada manfaatnya juga bagi perusahaan bapak, jadi sudah seperti keluarga".	Kedekatan personal penting dalam membangun jaringan, sehingga tercipta simbiosis mutualisme yang akan saling menguntungkan.

3.3. Modal Ekonomi

Modal ekonomi akan melihat sumber dana yang digunakan masyarakat untuk membenahi aset mereka yang rusak. Sampel diambil dari masyarakat yang homestaynya rusak, dapat digunakan untuk melihat sumber ekonomi mana yang digunakan untuk pemulihan. Gambar berikut menunjukkan sumber dana yang digunakan pemilik *homestay* untuk memperbaiki homestaynya yang rusak karena erupsi.

Rata-rata warga menggunakan tabungan dan uang tunai untuk memperbaiki *homestay*. Selebihnya menggunakan simpanan koperasi, menjual beberapa aset, berhutang dan memperoleh bantuan. Untuk perbaikan *homestay* pasca angin ribut, sumber dana yang digunakan dalam memperbaiki *homestay* dapat dilihat dalam Gambar 5.

Gambar 5 tersebut menunjukkan, mayoritas dari warga menggunakan tabungan untuk pemulihan *homestay*, dilanjutkan dengan menggunakan uang tunai, berhutang dan memperoleh bantuan.



Gambar 4. Sumber Dana Perbaikan Homestay Pascaerupsi.



Gambar 5. Sumberdana Perbaikan Homestay Pasca Angin Ribut.

3.4. Modal Sumber Daya Manusia

Dalam modal sumber daya manusia akan digunakan indikator kemampuan promosi, keterbukaan masyarakat dan keterlibatan seluruh warga.

3.4.1. Kemampuan promosi

Berbagai cara promosi ditempuh warga Pentingsari. Selengkapnya, hasil wawancara berkaitan dengan kemampuan promosi yang dimiliki warga, dapat dilihat dalam tabel 4 berikut,

Tabel 4. Hasil Wawancara Terkait Kemampuan Promosi yang Dimiliki Warga.

No	Narasumber	Isi Wawancara	Reduksi data
1.	Bpk. Doto	“Promosi diinternet, pameran yg dilakukan pemerintah di Jakarta, Surabaya,Bali, ada juga travel dialog atau forum bersama-sama semua pelaku di Yogya, jalan ke bali untuk berdialog dengan yang ada di luar kota).”	Promosi dilakukan melalui berbagai hal seperti internet, pameran di berbagai daerah, dan travel dialog.
2.	Mbak. Lia	“Pernah lakukan promosi, melalui <i>mouth to mouth</i> . Karena by <i>reference</i> biasanya orang lebih percaya.”	Promosi dilakukan melalui <i>mouth to mouth</i> , atau mulut ke mulut melalui perbincangan.
3.	Bpk. Doto	“Memberikan keyakinan dengan apa yang dia minta, misal dengan surat rekomendasi tadi, menunjukkan dulu, membuktikan bahwa kita itu tidak terkena dampak langsung misal awan panas itu di atas kita lokasinya masih jauh dari itu membuktikannya dengan melihat sikon secara langsung.”	Memberikan surat rekomendasi untuk memberi keyakinan pada wisatawan bahwa Pentingsari tidak terkena dampak langsung dari erupsi seperti awan panas.

Dari Tabel 4 tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa promosi pariwisata dilakukan melalui internet, mengikuti pameran dan travel dialog, promosi *mouth to mouth*, atau mulut ke mulut melalui perbincangan, dan memberikan surat rekomendasi yang diperoleh dari kepolisian pascabencana erupsi, yang menyatakan bahwa Pentingsari aman untuk dikunjungi.

3.4.2. Sikap Keterbukaan Masyarakat

Dari berbagai kegiatan wawancara yang dilakukan, diketahui bahwa masyarakat terbuka untuk menerima berbagai kegiatan dari pihak luar, selengkapnya dalam Tabel 5.

Dari Tabel 5 tersebut dapat disimpulkan bahwa warga memiliki sifat terbuka dan menerima berbagai kegiatan yang bermanfaat bagi keberlangsungan desa wisata. Datangnya 115 wartawan serta pernah menjadi lokasi syuting, dapat menjadikan promosi tersendiri di media secara luas baik cetak maupun elektronik. Selain itu, keterbukaan warga dalam menerima masuknya mahasiswa atau peneliti untuk melakukan penelitian menjadi modal yang kuat dalam membangun jaringan dan mempromosikan wisata.

Tabel 5 Hasil wawancara terkait sikap keterbukaan masyarakat

No	Narasumber	Isi Wawancara	Reduksi data
1.	Bpk. Sumardi	"Tahun pertama semua wartawan datang kesini 115 orang se-Indonesia, pada November 2008, 95 orang pemuda juga datang kesini. Jadi bisa langsung memberitakan. Dulu sini juga pernah dibuat syuting 1 bulan dari Trans TV. Memasarkan tapi dibuat seperti sinetron."	Pentingsari pernah menerima kunjungan dari wartawan se-Indonesia dan menjadi lokasi syuting. Hal tersebut menjadi salah satu bentuk pemasaran desa wisata
2.	Bpk. Sumardi	"Ada 17 kelompok yang bikin penelitian di sini, 4 kelompok sudah selesai. Dari UII, UGM, UPN, dari Bali, Bandung, Jakarta".	Terdapat beragam peneliti yang melakukan penelitian di Pentingsari.

3.4.3. Keterlibatan Seluruh Masyarakat

Selain keterbukaan masyarakat, keterlibatan seluruh masyarakat dalam membangun desa wisata adalah modal penting dalam keberlangsungan pariwisata di Pentingsari. Dalam wawancara yang dilakukan kepada dua orang pengelola desa wisata, menunjukkan bahwa seluruh masyarakat terlibat dalam kegiatan pariwisata, seperti yang tercantum dalam Tabel 6 berikut.

Tabel 6 tersebut menunjukkan bahwa semua warga terlibat dan dilibatkan dalam kegiatan wisata. Hal tersebut menjadikan keberadaan Pentingsari sebagai desa wisata terus terjaga. Dalam hal pemulihan pascabencana, warga juga dilibatkan dalam kegiatan gotong royong maupun swadaya masyarakat untuk memperbaiki infrastruktur maupun rumah-rumah warga yang rusak pasca bencana. Keterlibatan masyarakat dan kemampuan untuk mengemas produk wisata menjadi menarik, merupakan modal eksistensi desa wisata yang selalu ramai dikunjungi.

Tabel 6 Hasil wawancara terkait dengan keterlibatan masyarakat dalam kegiatan wisata

No	Narasumber	Isi Wawancara	Reduksi data
1.	Bpk. Doto	"Sekian banyak yang harus kita libatkan, 1. Kelembagaan, ketokohan, tokoh formal (RT, RW) agar bisa legal maupun informal (sesepuh, tokoh masyarakat yang sebenarnya posisinya lebih kuat. Dua tokoh tersebut yang harus dimaksimalkan.	Kegiatan pariwisata melibatkan kelembagaan, serta tokoh formal dan informal.
2.	Bpk. Sumardi	Di bali ada 7 kelompok desa wisata, dulu ada 1 tapi yang ngurusin semuanya orang Australia, kalau di Pentingsari yang mengurus semua warga."	Semua warga ikut terlibat dalam kegiatan wisata.

3.4.4. Modal Natural

Dalam modal natural, digunakan sumber daya alam yang terdapat di Pentingsari sebagai salah satu modal pemulihan, dari beberapa wawancara dengan narasumber dikatakan bahwa, beberapa sumber daya seperti kayu, bambu, dan batu digunakan untuk pemulihan. Warga yang memiliki sumber daya tersebut juga menggunakannya untuk memperbaiki rumah mereka yang rusak. Salah satu contohnya adalah *homestay* milik Bapak Sabarjo yang terkena dampak dari erupsi dan angin ribut, Bapak Sabarjo menggunakan bambu yang dimiliki sebagai bahan untuk memperbaiki bagian atap *homestay* yang rusak.

Selain sumber daya alam yang tersedia yang kemudian dimanfaatkan untuk pemulihan. Kesehatan lingkungan menjadi salah satu indikator pemulihan pariwisata di desa ini. Kesehatan lingkungan yang dimaksud adalah infrastruktur sanitasi berupa toilet umum yang didapatkan oleh Pentingsari atas dasar kerja kerasnya dalam mengembangkan pariwisatanya. Pentingsari dapat membuktikan bahwa dengan bantuan PNPM Pariwisata, mereka mampu membuktikan eksistensinya, hingga sudah menjadi desa wisata mandiripun mereka masih bisa berprestasi. Bahkan setelah dilanda bencana dan tutup selama 6 bulan, mereka masih bisa bangkit, dan terus membuktikan bahwa mereka mampu berprestasi.

Pentingsari mendapat nominasi 10 besar dalam CIPTA Award (Citra Pesona Wisata) penghargaan atas destinasi wisata yang dikelola oleh kelompok masyarakat. Terlebih daripada itu Pentingsari mendapat bantuan berupa Toilet umum sebagai infrastruktur, yang sangat penting keberadaannya di sektor pariwisata. Pentingsari menjadi proyek percontohan, bahwa suatu kawasan wisata berhak mendapat penghargaan karena prestasinya. Maka dibangunlah toilet tersebut pada tahun 2013 dan dinyatakan layak oleh Asosiasi Toilet Sedunia.

Tabel 7. Bantuan Pascabencana

No	Jenis Bantuan Dana		Sumber Bantuan	Tahun	Peruntukan
1.	-	Penguatan Modal	PNPM Pariwisata	2009-2011	Pembenahan <i>homestay</i> (pembelian kasur), pembelian seragam kelompok kesenian dan pemandu, pelatihan dan pembelian alat masak untuk ibu-ibu kel.masak
2.	Logistik		Pemerintah dan relasi	2010	Kebutuhan di pengungsian
	-	Kebutuhan Pengungsi		2012	Gotong royong pasca angin ribut
3.	Fisik				
	-	Jembatan Kali Pawon dan pengerasan Jalan	PNPM Pedesaan dilakukan bersama masyarakat	2012-2013	Perbaikan Jembatan yang rusak pascaerupsi
	-	Selokan			
	-	Jembatan Kali Kuning	BNPB	2013	Pembangunan jembatan pascaerupsi
	-	Toilet	Asosiasi toilet sedunia		Peningkatan Prasarana Pariwisata
	-	Paud	PNPM Pedesaan	2013	Pembenahan fasilitas
	-	Drainase, air bersih, masjid	Relasi. Untuk masjid relasi dan Swadaya	2010	Pembenahan Fasilitas
4.	Pelatihan dan Pendampingan		-UGM,IPB,Atmajaya	-	Penguatan kelompok
	Pendampingan untuk <i>home industry</i> (ibu-ibu)		-Pemerintah daerah		
5.	Tenaga fisik		LSM Langkah Bocah	-	Penguatan kelompok
	-	Pembersihan pohon ambruk dan gotong royong rumah warga		2012	Pembenahan Pascaagribut
	-	Penanaman kembali	Wisatawan	-	

3.4.5. Modal Fisik

Dalam analisis pengaruh modal fisik digunakan infrastruktur fisik yang tersedia di Pentingsari. Ada tiga infrastruktur fisik yang dianalisis, yakni Jembatan Kali Kuning,

Jembatan Kali Pawon dan perbaikan jalan. Jembatan Kali Kuning yang merupakan pinjaman dari BNPB secara tidak langsung juga membantu pemulihan pascaerupsi. Jembatan Kali Kuning yang terletak di sisi barat, bukanlah akses utama kegiatan pariwisata, namun justru adalah akses terdekat yang bisa digunakan warga untuk beraktivitas. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa dampak pembangunan Jembatan Kali Kuning lebih kepada warga yang dapat menghemat waktu tempuh. Dengan dibangunnya jembatan tersebut, Pentingsari memiliki banyak alternatif jalur yang bisa dilalui oleh wisatawan selain jalan yang melewati Jembatan Kali Pawon yang juga sudah diperbaiki beserta dengan perbaikan jalan. Akses tersebut bermanfaat sebagai akses keluar masuk warga untuk berpergian, jalur evakuasi dan memberikan alternatif jalur yang dapat dilalui oleh wisatawan.

3.4.6. Analisis Bantuan

Dapat dilihat pada tabel 7.

4. KESIMPULAN

Dalam pemulihan pariwisata di Pentingsari dapat disimpulkan bahwa modal-modal yang berpengaruh adalah seperti yang tertera pada gambar 5 berikut.



Gambar 5. Analisis Modal yang Berpengaruh pada Pemulihan Desa Wisata

Modal sosial yang berpengaruh adalah adanya kepercayaan atau *trust* dari pelanggan serta jaringan yang banyak dimiliki oleh desa wisata. Modal ekonomi mencakup penggunaan uang tunai, tabungan, menjual aset, dan mengambil simpanan koperasi yang mereka miliki serta berhutang untuk memperbaiki *homestay*. Untuk modal sumber daya manusia, keterbukaan masyarakat, kemampuan promosi, keterlibatan seluruh masyarakat dalam kegiatan pariwisata menjadi hal penting dalam pemulihan pariwisata di Pentingsari.

Modal lain yakni natural dan fisik masing-masing ikut mendorong pemulihan. Modal Natural berupa pemanfaatan Sumber Daya Alam yang dimiliki untuk perbaikan serta sanitasi lingkungan berupa toilet di area *camping ground* yang merupakan pemberian dan telah bersertifikasi. Sementara Modal fisik berupa pembangunan dan perbaikan Jembatan Kali Kuning, Jembatan Kali Pawon dan perbaikan jalan. Modal-modal tersebut merupakan faktor internal yang berasal dari masyarakat, faktor eksternal untuk mendorong pemulihan juga ada, yakni berupa bantuan materiil dan nonmateriil dari pemerintah, perusahaan, perguruan tinggi dan LSM.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih setinggi-tingginya kepada Masyarakat Desa Wisata Pentingsari yang telah bekerjasama untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan sehingga, terutama untuk Bapak Doto selaku ketua II Desa Wisata Pentingsari yang telah memberikan banyak sekali data sekaligus pengalaman serta ilmu bagi penulis. Ucapan kedua diucapkan kepada Dosen yang telah membantu mengkritik dan memberikan saran untuk kemajuan penelitian ini yakni Dr. Danang Sri Hadmoko M.Sc, Prof. Dr. Sunarto MS, Dr.Luthfi Muta'ali MT dan Dr. Estuning Tyas Wulan Mei M.Si

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Sleman. 2011. Damage And Loss Assessment - DALA Penilaian Kerusakan dan Kerugian akibat Bencana Erupsi Gunungapi Merapi di Kabupaten Sleman. Sleman: Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Sleman.
2. Buddhi Weerasinghe. 2010. Emergence of Resilience dalam Strengthening Resilience in Post Disaster Situations, Stories, Experience and Lesson from South Asia. Sri Lanka: Disaster Management Centre.
3. Danang Sri Hadmoko dan Junun Sartohadi. 2012. Ancaman Multibencana. Yogyakarta: Diktat Kuliah Ancaman Multibencana. Jurusan Magister Manajemen Bencana, Sekolah Pascasarjana, universitas Gadjah Mada.

4. Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Kabupaten Sleman.2011. Laporan Pelaksanaan Kegiatan Rehab-Rekon Tahun Anggaran 2011, PJOK Revitalisasi Kawasan Wisata. Sleman: Dinas Kebudayaan dan Pariwisata.Sleman.
5. Geospasial BNPB. 2010. Peta Rekapilitasi korban, pengungsi, dan kerusakan akibat Gunungapi Merapi. Diunduh dari <http://geospasial.bnpb.go.id/2010/11/30/peta-rekapitulasi-per-Kabupaten-jumlah-korban-pengungsi-dan-kerusakan-akibat-letusan-Gunungapi-Merapi-30-nov-2010/>. Diakses pada 20 Maret 2013 pukul 13.15
6. Mona Kriesdinar. 2012. Sempat Terjadi Pusaran Angin di Pentingsari. Diakses dari <http://jateng.tribunnews.com/2012/02/26/sempat-terjadi-pusaran-angin-di-pentingsari>. Diakses pada 19 Februari 2014 pukul 14. 42
7. Parwito. 2012. Hujan disertai angin kencang, 60 rumah di Sleman rusak. Diakses dari <http://m.merdeka.com/peristiwa/hujan-disertai-angin-kencang-60-rumah-di-sleman-rusak.html#>. Diakses pada 19 Februari 2014 pukul 14.45
8. Priyambodo RH. 35 Desa Wisata Selamat dari Erupsi Merapi. Diunduh dari <http://www.antaranews.com/print/234353/35-desa-wisata-selamat-dari-erupsi-Merapi> diakses pada 27 desember 2013 pukul 11.50
9. Sofian Effendi dan Chris Manning. 1989. Prinsip-prinsip analisa data, dalam: Metode Penelitian Survai. Jakarta: LP3ES.
10. Sugiyono. 2013. Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Methods). Bandung: Penerbit ALFABETA.

PENDEKATAN NANO UNTUK MENGEMBANGKAN KETANGGUHAN DALAM MENGHADAPI BENCANA

Oleh:

Rudy Pramono^{a,*}

^aUniversitas Pelita Harapan

*E-mail: rudy.pramono@uph.edu

Abstrak

Pada saat ini kita menghadapi peningkatan ancaman baik dari alam maupun manusia, yang berakibat pada peningkatan risiko terjadinya bencana pada manusia yang dikenal dengan masyarakat berisiko (risk society). Berbagai risiko yang dihadapi dikelompokkan dalam pra modern risk, modern risk, dan reflexive modern risk. Untuk dapat melangsungkan kehidupannya dengan baik manusia dan masyarakat dituntut mengembangkan ketangguhannya dalam menghadapi berbagai risiko bencana yang terjadi di sekitarnya. Untuk hal tersebut manusia dan masyarakat perlu mempunyai metode untuk meningkatkan ketangguhannya atau mengurangi kerentanannya. Berbagai metode yang dikembangkan untuk meningkatkan ketangguhan masyarakat menggunakan pendekatan makro, meso atau mikro. Tulisan ini mengembangkan ketangguhan dengan menggunakan pendekatan nano. Pendekatan nano merupakan suatu metode yang berkembang saat ini di bidang eksakta, yang akan diterapkan dalam bidang manusia dan sosial untuk mendapatkan ketangguhan diri dan masyarakat dalam menghadapi bencana. Studi ini menggunakan riset tindakan dengan paradigma kritis transformatif dalam tingkat analisis nano untuk mengembangkan ketangguhan diri dalam menghadapi bencana. Metode yang digunakan adalah wacana kritis baik melalui alat ucap manusia. Dengan mengucapkan wacana kritis baik secara konsisten, dapat memperkuat ingatan bingkai baik dalam DNA- diri yang menjadi sumber ketangguhan diri dalam menghadapi bencana karena dapat menghadapi wacana kritis dan bingkai ingatan tolak dalam diri sendiri dan lingkungan sekitarnya pada saat terjadi bencana. Wacana kritis buruk dan ingatan bingkai tolak menjadikan manusia menjadi rentan dan sulit beradaptasi dalam situasi krisis sumber daya hidup. Sebaliknya wacana kritis baik akan memperkuat ingatan bingkai terima akan menjadikan manusia memiliki ketangguhan lebih tinggi dan mampu beradaptasi pada saat terjadi bencana untuk menjaga kelangsungan hidupnya.

Kata kunci: Pendekatan nano, kritis transformatif, wacana kritis, bingkai ingatan, karakteristik ketangguhan.

1. PENDAHULUAN

Pada saat ini kita menghadapi peningkatan ancaman baik dari alam maupun non alam, yang berakibat pada peningkatan risiko terjadinya bencana pada manusia yang dikenal dengan era masyarakat berisiko (*risk society*). Berbagai risiko yang dihadapi dapat dikelompokkan dalam pra *modern risk*, *modern risk* dan *reflexive modern risk* (Beck, 1998). Kajian tentang bencana dalam dekade terakhir menunjukkan adanya perubahan orientasi, yang pada awalnya lebih banyak membahas aspek-aspek teknis tentang kejadian (*hazard*) yang memicu terjadinya bencana atau penanganan korban bencana (tanggap bencana), menjadi pendekatan yang menekankan pada pendekatan kemanusiaan dan kemasyarakatan agar dapat hidup secara berkelanjutan. Hal ini membawa pengaruh dalam pengelolaan bencana melalui pengembangan masyarakat secara utuh, baik pada saat tidak ada bencana, saat bencana dan pasca bencana (Twig dan Bhat, 1998; Shaw dan Okazaki, 2003). Maskrey (1989) menyatakan bahwa pengelolaan bencana seharusnya tidak diatasi dengan pendekatan fisik yang bersifat sesaat saja, namun perlu dilakukan sesuai dengan kehidupan sosio ekonomi masyarakat lokal yang rawan dan terkena risiko bencana secara berkelanjutan agar masyarakat tangguh menghadapi bencana.

Menurut Sjoberg (1962:338) studi sosiologi tentang bencana dititikberatkan pada perilaku individu atau kelompok dalam kondisi tekanan (stress). Oliver-Smith (1999: 163) menjelaskan bahwa bencana merupakan suatu periode dimana orang mengalami gejolak emosi yang campur aduk, antara kecemasan, ketakutan, teror, kehilangan, sedih, bersyukur, marah, frustrasi, bebas, pasrah dalam semua bayang-bayang dan intensinya, setelah mengalami kejadian yang mengancam kelangsungan hidupnya. Sedangkan Birkland (1996) menegaskan adanya suatu “kengerian” manusia terhadap bencana. Bahaya atau peristiwa (hazards) pada hakekatnya merupakan sumber yang memicu terjadinya perubahan yang berpotensi menimbulkan bencana merupakan fenomena yang sama pentingnya – dengan bencana – untuk dipelajari dalam sosiologi bencana (Britton; Dynes; De Marchi; Pelanda, eds.,1987), karena pada dasarnya setiap ‘bahaya’ selalu mengandung risiko ‘bencana’ (Kreps, 1995). Kreps mendefinisikan bencana sebagai peristiwa non periodik di tengah masyarakat atau subsistem yang lebih besar (regional, global, dan lain-lain) yang menimbulkan gangguan sosial dan kerusakan fisik. Bencana mempunyai karakteristik antara lain, adalah (1) Adanya atau tidak adanya peringatan; (2) Intensitas efek kerusakan yang ditimbulkan; (3) Cakupan efek kerusakan tersebut; dan (4) Durasi dirasakannya efek kerusakan tersebut” (Kreps, 1995).

Berdasarkan perspektif sosiologi bencana suatu peristiwa yang mempunyai potensi menimbulkan perubahan bukan merupakan ancaman bencana bila tidak berpotensi merusak atau menghilangkan nilai inti dari suatu sistem sosial. Nilai inti dari suatu sistem sosial berkaitan dengan sesuatu yang dianggap bernilai (value) oleh suatu masyarakat atau sering disebut harta (capital) yang diyakini menjadi sumber keberlangsungan hidup penting bagi sistem tersebut. Secara umum dikenal beberapa bentuk harta (capital) yang dianggap berharga dalam suatu sistem sosial, yaitu:

1. Kapital alam, seperti: tanah, ternak, air, udara dsb
2. Kapital fisik, seperti: rumah, mobil, alat elektronik dsb.
3. Kapital finansial, seperti: uang, surat berharga, polis asuransi dsb.
4. Kapital sosial, seperti: keluarga, tetangga, teman, perusahaan, organisasi dsb
5. Kapital manusia, seperti: tubuh fisik, kesehatan, pendidikan, ketrampilan, dsb
6. Kapital spiritual, seperti: kekuatan hidup, bingkai ingatan terima/baik, metode untuk menghasilkan kekuatan hidup, dsb.

Di antara berbagai kapital yang disebutkan di atas secara sadar maupun tidak terpilih sebagai kapital utama yang menjadi sumber kelangsungan hidup mereka. Bila suatu sistem sosial memiliki strategi untuk mempertahankan dan mengamankan kapital utama mereka, maka sistem sosial tersebut akan memiliki ketangguhan dalam menghadapi berbagai peristiwa yang mengancam keberlangsungan hidupnya.

Tulisan ini akan membahas upaya pengembangan ketangguhan diri dalam menghadapi bencana melalui tingkat analisis nano dengan metode kritis transformatif.

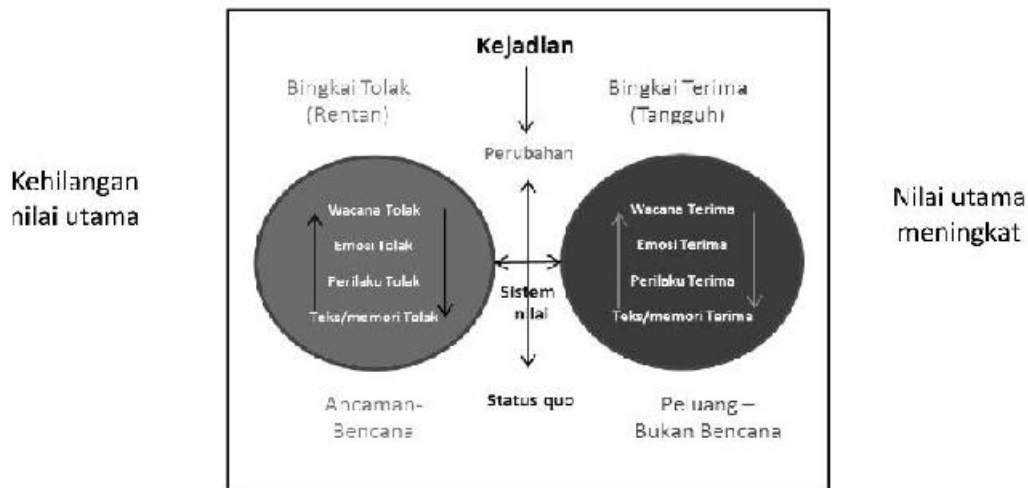
2. METODOLOGI

Metodologi dalam studi ini menggunakan pendekatan riset tindakan kritis transformatif, dengan metode wacana (*discourse*) kritis. Menurut Foucault (1977, 1980) kekuasaan dan pengetahuan saling berhubungan, maka dalam diri dan hubungan antar manusia merupakan medan perjuangan (kontestasi) dan negosiasi kekuasaan. Sejarah manusia menurut Foucault merupakan pengulangan dari wacana-wacana yang didalamnya menyimpan kekuasaan. Foucault mengartikan wacana (*discourse*) sebagai ‘*practices that systematically form the objects of which they speak*’ (Foucault, 1972: 49) ... *is something which produces else (an utterance, a concept, an effect)*. Menurut Jones (2009:202-203) *discourse* yang diperkenalkan Foucault merupakan satu-satunya cara mengetahui realitas; satu-satunya alasan yang dapat kita pikirkan atau katakan dengan menggunakan suatu *discourse* tertentu. Oleh karena terpaksa untuk mengetahui dengan menggunakan wacana, maka wacana itu mempengaruhi kekuasaannya kepada diri kita. Jadi siapa kita – apa yang kita pikirkan, apa yang kita ketahui, dan apa yang kita katakan – diproduksi oleh berbagai wacana yang kita hadapi dan gunakan.

Clayton Whisnant pada tulisannya Foucault & Discourse memperlihatkan empat cara *discourse* bekerja. Pertama, *discourse creates a world*, dengan membentuk persepsi dunia, menarik bersama rantai asosiasi yang menghasilkan pemahaman yang bermakna, dan mengorganisasikan cara seorang berperilaku ke arah objek dalam dunia dan ke arah individu-individu lain, sehingga peran wacana di sini memperlihatkan real world menurut konteks wacana yang diucapkan tersebut. Kedua, *Discourse generates knowledge and ‘truth’*, wacana menghasilkan ‘kebenaran’ dan pengetahuan, wacana tersebut dibentuk dalam pengetahuan dan ‘kebenaran’. Ketiga, *Discourse says something about the people who speak it*, Foucault sendiri secara khusus tertarik dalam melihat ragam wacana yang setiap orang tidak mempunyai kebenaran untuk menggunakan, atau mewajibkan lokasi khusus untuk menguntungkan otoritas kekuasaan. Keempat, *discourse and power*,

inilah yang menjadi karakteristik dari pemikiran Foucault dalam melihat elemen terpenting dari wacana adalah aspek kuasa (*power*) dalam wacana.

Metode ini menjadikan bingkai terima/baik atas apapun yang terjadi (ketangguhan) sebagai nilai utama yang diperkuat melalui wacana terima dan menjadikan bingkai sumber ketangguhan dan wacana tolak/buruk atas apapun yang terjadi sebagai anti nilai utama yang menjadi sumber kerentanan, dapat dilihat dalam gambar 1. Bingkai ingatan ini merupakan bentuk koloni yang mempengaruhi pikiran untuk menampilkan wacana, emosi dan perilaku sesuai bingkainya (Ritzer, 2003:132-133).



Gambar 1. Kontestasi Bingkai Tolak dan Terima.

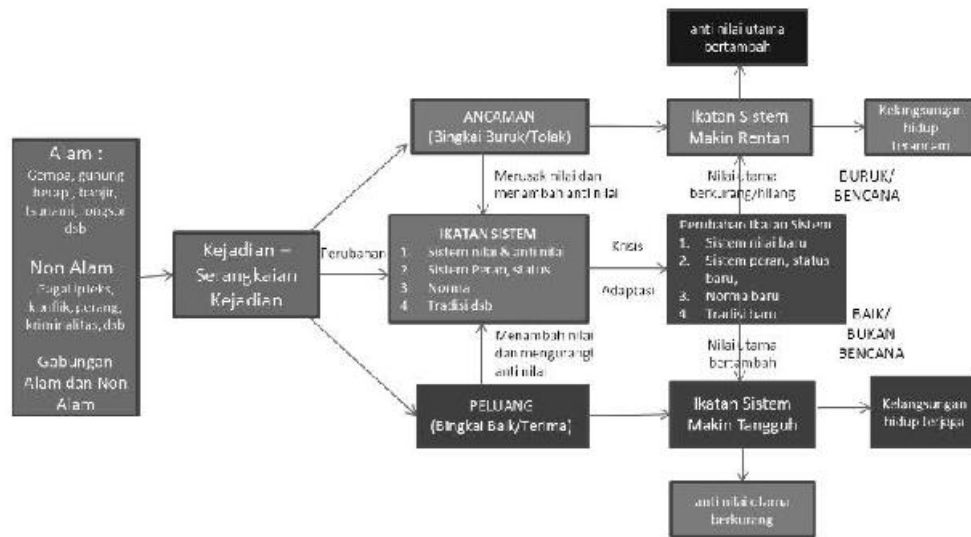
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketangguhan atau ketangguhan (*resilience*) telah menjadi istilah yang penting dalam berbagai disiplin ilmu mulai dari psikologi maupun ekologi. Ketangguhan mulai digunakan dalam permasalahan bencana, terutama untuk rekayasa komunitas (terutama mengacu pada infrastruktur fisik), di tahun 1980, dan terkait dengan konsep kemampuan menyerap dan pulih dari peristiwa berbahaya. Sejak saat itu, definisi hybrid muncul yang menggabungkan teknik dengan ekologi, atau ekologi dengan perilaku manusia atau masyarakat. Egeland *et.al* (1993) mendefinisikan dari aspek Individu yaitu kapasitas adaptasi yang sukses, fungsi positif, atau kompetensi meskipun menghadapi status berisiko tinggi, stres kronis, atau setelah menghadapi trauma berkepanjangan atau berat. Timmerman, (1981) mendefinisikan sebagai kapasitas sebuah sistem untuk menyerap dan pulih dari terjadinya peristiwa berbahaya; mencerminkan kemampuan masyarakat untuk mengatasi beragam kejadian dan terus menjaga kelangsungan hidupnya di masa depan. Longstaff (2005) mendefinisikan dari aspek ekologis yaitu kemampuan seorang individu, kelompok, atau organisasi untuk melanjutkan keberadaannya (atau tetap lebih atau kurang stabil) dalam menghadapi krisis, kejutan atau guncangan. Ketangguhan ditemukan dalam sistem yang mudah beradaptasi (tidak terkunci ke dalam strategi khusus) dan memiliki sumber daya yang beragam.

Menurut Nadia *et. al* (2006:11-14) variabel dalam ketangguhan antara lain:

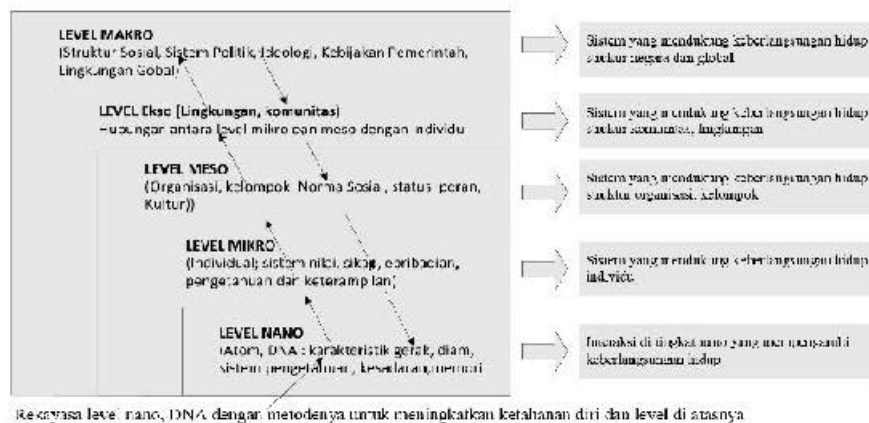
1. Pembelajaran hidup menghadapi perubahan dan ketidakpastian, yang meliputi visi dan kepemimpinan, jejaring sosial multi level (kapital sosial), perubahan demografis.
2. Pemeliharaan keanekaragaman untuk reorganisasi dan pembaharuan (keanekaragaman) yang meliputi: Keanekaragaman pilihan kehidupan dan mata pencaharian, penggunaan sumberdaya dan saling ketergantungan.
3. Kombinasi jenis pengetahuan dan pembelajaran: Sistem pengetahuan tradisional dan lokal, pembelajaran transformational, perencanaan kollaboratif dan partisipatif.
4. Penciptaan peluang pengorganisasian diri yang meliputi Multi level *polycentric governance* dan akuntabilitas, mekanisme resolusi konflik, pengembangan kapasitas, siklus pemantauan dan umpan balik (kesadaran reflektif).

Dapat ketangguhan adalah kapasitas suatu sistem diri untuk mempertahankan sumber daya utama hidup dalam krisis dan kemampuan untuk melepaskan sumber daya yang kurang penting untuk menjaga kelangsungan hidupnya dengan baik. Dalam suatu krisis ketangguhan diri suatu sistem menghadapi ujian karena terjadinya terjadinya penurunan dan kehilangan sumber daya hidup, sehingga perlu membuat prioritas untuk mempertahankan sumberdaya paling yang paling penting (diyakini paling berharga). Sumberdaya paling penting ini berbentuk harta (*capital*) untuk kelangsungan hidupnya. Ketepatan dalam memilih untuk mempertahankan kapital paling penting inilah yang akan menjadi sumber ketangguhan pada saat menghadapi ancaman bencana, seperti digambarkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Kerangka Pengembangan Ketangguhan.

Menurut Bronfenbrenner (Orford, 1992) suatu sistem relasi antar pribadi dengan lingkungan terdiri dari empat dimensi, yaitu level mikro, meso, ekso, dan makro. Namun demikian tingkat mikro terjadi interaksi di tingkat nano yang berpengaruh dalam interaksi tingkat mikro dan di tingkat lebih besar. Dengan mengidentifikasi karakter-karakter yang ada di tingkat nano dengan kecenderungan dan permasalahan yang ditimbulkannya, maka akan dapat dilakukan rekayasa di tingkat nano untuk mendapatkan karakteristik sistem yang mempunyai ketangguhan diri lebih tinggi menghadapi perubahan dan krisis yang dialaminya.



Gambar 3. Interaksi antar Level dalam Mendukung Keberlangsungan Hidup Sistem.

Pendekatan nano pada ilmu manusia dan sosial menggunakan paradigma hakekat keberadaan bersifat dualistik yang dikemukakan oleh Descartes (1986), yang saling berkontestasi antara kekuatan perubahan (*mind*) dan kekuatan status quo (*body*). Pikiran merupakan sumber kekuatan perubahan yang mempunyai karakteristik anti/menolak status quo. Sedangkan tubuh merupakan sumber kekuatan status quo yang mempunyai karakteristik anti/menolak perubahan. Karakter nano pikiran dan tubuh dikembangkan dari pemikiran Schwartz [Schwartz, 1992, 2005a]. Kontestasi antar karakter tersebut menghasilkan periode puncak penerimaan dan lembah penolakan seperti gambar 4.

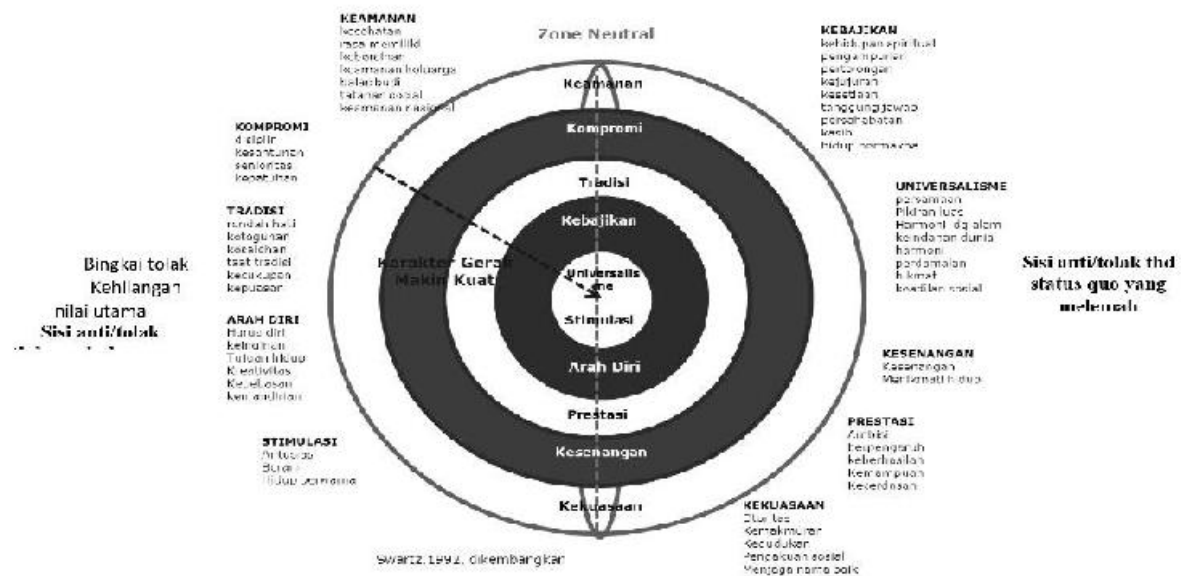


Gambar 4. Interaksi Karakter Pikiran dan Tubuh.

Peningkatan ketangguhan dengan menggunakan pendekatan nano, terkait upaya rekayasa di tingkat DNA dalam suatu sistem ingatan (memori) pikiran manusia, yang menurut Kasali (2007) merupakan upaya mengubah (*recode*) DNA. Interaksi antara karakteristik pikiran dan tubuh menghasilkan kumpulan ingatan (memori) yang disimpan di DNA manusia dalam bentuk simbol atau kode. Berdasarkan karakteristiknya ingatan dapat dikelompokkan kedalam dua bingkai (*frame*) yang berbeda, yaitu: bingkai ingatan baik dan bingkai ingatan buruk. Bingkai ingatan baik merupakan kumpulan ingatan pengalaman masa lalu pada saat mendapatkan keberhasilan, penerimaan dan penghargaan, yang bila diaktifkan akan dapat membuat senang, percaya diri, kuat, dan sebagainya. Sedangkan bingkai ingatan buruk merupakan ikatan kumpulan ingatan kegagalan, kehilangan dan penolakan, yang bila aktif akan membuat emosi sedih, minder, lemah, dan sebagainya. Ingatan manusia pada dasarnya tidak pernah bersifat murni individual, tetapi selalu merupakan proses sosial, atau proses kolektif. Halbwachs dalam Thate (2013:190) menyebut memori kolektif merupakan sebuah penampakan sosial yang isi dan kegunaannya dijelaskan melalui interaksi dengan orang lain dalam bentuk bahasa, tindakan, komunikasi, dan dengan ungkapan emosi-emosi pada konfigurasi keberadaan sosial kita. Ingatan seseorang juga terbentuk melalui interaksi dalam orang atau kelompok sosial dimana mereka berada, ingatan yang terbesar atau bagian kenangan yang terkuat akan menjadi ingatan yang resmi diterima dalam kelompok tersebut. Memori kolektif terbentuk secara bersama melalui berbagai kejadian baik yang menghasilkan harmoni maupun konflik dalam sebuah kelompok masyarakat, tersalur melalui interaksi kelompok, dan dibatasi dalam suatu ruang untuk disosialisasikan kepada anggota-anggotanya.

Mengubah DNA merupakan proses yang bertujuan untuk mengubah komposisi ingatan dengan mengaktifkan dan memperkuat salah satu bingkai ingatan dan konsekuensinya melemahkan dan mematikan bingkai ingatan yang lain. Untuk meningkatkan sistem ketangguhan diri agar menjadi lebih kuat, maka bingkai ingatan yang diaktifkan adalah bingkai ingatan baik. Demikian sebaliknya, kerentanan yang terjadi dalam individu atau kelompok untuk beradaptasi dan mempertahankan kelangsungan hidup saat menghadapi krisis disebabkan bingkai yang berpengaruh adalah bingkai ingatan buruk.

Penilaian dan keputusan atas suatu kejadian dan penyebabnya merupakan salah satu bagian yang terpenting dalam menghadapi kejadian apakah kejadian tersebut diterima atau ditolak. Penerimaan atas suatu kejadian oleh seseorang atau sekelompok merupakan definisi subyektif tergantung pada, apakah kejadian tersebut merusak atau menghilangkan nilai berharganya atau sebaliknya menambah nilai berharganya. Bila merusak atau menghilangkan nilai berharga, hal tersebut menganggapnya sebagai masalah atau musibah, yang ditunjukkan melalui emosi dan wacana buruk yang diucapkan. Kehilangan ini menjadikan diri kita menjadi rentan, bila terjadi berulang-ulang dan tidak terselesaikan akan disimpan dalam ingatan dan berakumulasi menjadi akut dan krisis yang akan menggerus ketangguhan seseorang untuk melangsungkan hidupnya. Karakteristik seseorang mengalami bencana seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5, dan wacana buruk yang sering diucapkannya.



Gambar 5. Karakter Nano Ketangguhan Bencana.

Bila mendapatkan penambahan nilai yang berharga, maka orang akan merasakan kebahagiaan yang menjadikannya bertambah kuat yang ditunjukkan melalui emosi dan wacana baik yang diucapkan. Penambahan nilai berharga ini menjadikan diri kita menjadi kuat, bila terjadi berulang-ulang dan tidak terselesaikan akan disimpan dalam ingatan dan berakumulasi menjadi sumber ketangguhan diri seseorang untuk melangsungkan hidupnya.

Bingkai ingatan baik merupakan wilayah peningkatan ketangguhan diri yang ditandai dengan peningkatan karakteristik nano seperti gambar 6, sebaliknya bingkai ingatan buruk merupakan wilayah di mana permasalahan meningkat yang ditandai dengan peningkatan karakteristik kerentanan seperti Gambar 5. Metode pembingkai ulang (*reframing*) merupakan suatu metode untuk mengurangi kerentanan. Keputusan membingkai ulang dengan bingkai baik merupakan suatu langkah awal untuk menyelesaikan mengurangi pengaruh buruk sebagai sumber kerentanan. Keputusan pembingkai ini diperkuat dengan melakukan wacana baik berulang-ulang dan konsisten, sehingga akan memperkuat ingatan baik. Namun perlu disadari, bahwa bingkai ingatan buruk akan melakukan perlawanan atas tindakan ini dengan melakukan wacana buruk, sehingga terjadi kontestasi antara wacana buruk dan wacana baik. Keputusan dan tindakan yang terus menerus akan menentukan keberhasilan dari wacana kontestasi ini. Seringkali wacana dari luar diri, baik itu wacana baik maupun wacana buruk, berpengaruh pada keputusan dan tindakan yang dilakukan. Apabila wacana dari luar baik akan memperkuat wacana baik yang telah dilakukan, namun bila wacana yang dikeluarkan wacana buruk akan terjadi kontestasi.

Dalam perspektif nano, kekuatan gerak berasal dari stimulan (optimis, keberanian, hidup berwarna) dan pilihan arah diri (menghargai diri, memiliki tujuan, kreativitas, kemandirian dan kebebasan). Namun di sisi lain kekuatan gerak ini akan menggerus kemandirian (Kebersihan, kesehatan, rasa memiliki perilaku timbal balik, tatanan sosial yang ada dan keamanan lingkungan), norma yang ada (ketaatan, senioritas, kesopansantunan dan kedisiplinan) dan tradisi (menerima kenyataan, kelembutan, ketulusan, kerelaan berkorban). Keberhasilan kekuatan gerak untuk dapat menggerus keamanan, norma, dan tradisi akan menghasilkan prestasi (kecerdasan, kemampuan, keberhasilan, ambisi, pengaruh), kesenangan (kesenangan, menikmati hidup, mementingkan diri sendiri status (Pengakuan pihak lain otoritas, berkuasa atas pihak lain, kesejahteraan, citra publik/sosial). Interaksi antara kekuatan gerak dan kekuatan diam ini mengakibatkan kekuatan hidup akan mengalami dinamika seperti yang dikemukakan oleh Fisher (2012) seperti yang ditunjukkan dalam gambar 6.

ingatan bingkai terima/baik, yang menjadikan seseorang mempunyai karakteristik ketangguhan yang akan memampukannya melewati berbagai kejadian yang dapat merusak atau menghilangkan harta mereka dan memulihkan diri dengan cepat. Wacana terima/baik berhubungan dengan ingatan bingkai terima/baik yang merupakan bentuk kapital spiritual yang bila secara sadar dipertahankan secara konsisten akan menjadi sumber kekuatan untuk kelangsungan hidup yang tinggi, tidak bergantung pada ada atau tidaknya harta/kapital yang lain sebagai sumber hidupnya. Seseorang yang mempunyai ingatan bingkai terima/baik yang kuat mempunyai kekuatan hidup yang tinggi dan mampu mempengaruhi orang di sekitarnya yang kerentanan hidupnya sedang meningkat.

Wacana kritis baik merupakan sumber daya penting dari ketangguhan diri kita yang memampukan diri kita saat menghadapi perubahan dan bencana dan memampukan diri untuk memulihkan diri dengan cepat. Kemampuan untuk melakukan wacana kritis bingkai baik merupakan kapital paling penting dalam strategi adaptasi kelangsungan hidup, sehingga mampu mengurangi pengaruh ikatan kapital lainnya yang dapat berkurang atau hilang pada saat bencana. Sehingga pengurangan atau peningkatan kapital lainnya yang ada dalam diri dan sekitar kita pada saat perubahan atau krisis tidak terlalu mempengaruhi kelangsungan hidup. Rekayasa bingkai ingatan melalui wacana kritis baik, dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah keluarga dan sosial saat situasi bencana melalui pembingkai ulang memori kolektif mereka melalui agen atau katalisator yang telah teruji sebelumnya karena mempunyai wacana dan ingatan bingkai baik yang kuat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Beck, U., 1998. *World Risk Society*. Polity Press, Cambridge.
2. Birkland, T., 1996. *Natural Disasters as Focus Events: Policy Communities and Policy Response*.
3. Britton, N., 1987. "Towards a reconceptualization of disaster for the enhancement of social preparedness," in R. Dynes, B. De Marchi and C. Pelanda (eds), *Sociology of Disaster*, Milan, Italy : Franco Angeli
4. Bronfenbrenner, U., 1979. *The Ecology of Human Development*. Harvard University Press, Cambridge, MA
5. Brown, R. 1995, *Prejudice, Its Social Psychology*. Blackwell Publisher, New York.
6. Creswell, J.W., 2003. *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. (2nd ed.). Sage, Thousand Oaks.
7. Descartes, R., 1986, *Meditations on First Philosophy*. Trans. John Cottingham. Cambridge University Press, Sydney.
8. Egeland, B. Carlson, E., Sroufe, L. A., 1993. Resilience as process. *Development and Psychopathology* 5(4), 517-528.
9. Foucault, M., 1972, *The Discourse on Language*. Translation appears as an appendix to the *Archaeology of Knowledge* trans. A. M. Sheridan Smith, Pantheon, New York.
10. Jones, P., 2009. *Introducing Social Theory*. (terj Saifuddin, Yayasan Obor Indonesia).
11. Kasali, R., 2007. *Re-Code Your Change DNA*, Gramedia, Jakarta.
12. Kreps, G. A., 1995. Disaster as Systemic and Social Change A Clarification of Subject Matter, *International Journal of Mass Emergencies and Disaster* Vol 13 (3), 255- 284.
13. Longstaff, P. H., 2005. *Security, resilience, and communication in unpredictable environments such as terrorism, natural disasters, and complex technology*. Harvard.
14. Maskrey, A., 1989. *Disaster Mitigation : A Community based Approach*, Oxfam, London.
15. Michael J. T., 2013. *Remembrance of Things Past: Albert Schweitzer, the anxiety of influence, and the unity of Jesus of Markan Memory*. Mohr Siebeck, Tübingen.
16. Nadia P. A., et al., 2006. *Social Resilience, Global Conservation Program*, USAID, September 2006
17. Oliver-Smith, 1999. *Angry Earth Disaster in Anthropological Perspective*. New York.
18. Orford, J., 1992. *Community psychology: Theory and practice*. John Wiley & Sons, Chichester:.
19. Schwartz, S. H., 1992. Universals in the content and structure of values: Theory and empirical tests in 20 countries. In M. Zanna (Ed.), *Advances in experimental social psychology* Vol. 25 (pp. 1-65), Academic Press, New York.
20. Schwartz, S. H., 2005. Basic human values: Their content and structure across countries. In A. Tamayo & J. B. Porto (Eds.), *Valores e comportamento nas organizações [Values and behavior in organizations]* pp. 21-55. Petrópolis, Vozes, Brazil.
21. Shaw, R. and Okazaki, K. (eds). 2003. "Sustainability in grass-roots initiatives: focus on community based disaster management." UNCRD, Kobe.
22. Sjöberg, G., 1962, "Chapter 12: Disasters and Social Change." Pp. 356-384 in George W. Baker and Dwight W. Chapman (eds.) *Man and Society in Disaster*, Basic Books, NY.

23. Suryo, 1997, Genetika, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
24. Timmerman, P., 1981. Vulnerability, Resilience and the Collapse of Society: A Review of Models and Possible Climatic Applications (Environmental Monograph vol 1) (Toronto: Institute for Environmental Studies, University of Toronto).
25. Twig, J., Batt, M, Eds., 1998. Understanding Vulnerability: South Asian Perspective. ITDG, London.
26. Walgito, B., 2004. Pengantar Psikologi Umum. ANDI, Yogyakarta
27. Whisnant, C., tanpa tahun, Foucault & Discourse a Handout fr HIS389
28. Website: <http://center.nano.or.id/sudah-tahukah-anda-nanosains-nanoteknologi-dan-aplikasinya-di-indonesia/> diakses 18 September 2014

SEKOLAH SIAGA BENCANA UNTUK ANAK PENYANDANG DISABILITAS DI MTs YAKETUNIS

Oleh:

Johan Dwi Bowo Santosa^{a,1,*}, Pudji Santoso^{a,2}

Perkumpulan Lingkar, Jl. Banteng Perkasa No. 40, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta, 55581

*E-mail: johandwibowosantosa@gmail.com

Abstrak

Anak penyandang disabilitas merupakan kelompok paling rentan dalam kejadian bencana. Perhatian yang telah difasilitasi berbagai pihak untuk kelompok ini di SLB Yayasan Kesejahteraan Tuna Netra Islam perlu dimutakhirkan secara regular untuk memastikan optimalnya upaya sekolah dan pihak-pihak yang relevan dalam memberikan perlindungan terhadap peserta didik baik sebelum, saat dan sesudah kejadian bencana. Proyek Sekolah Siaga Bencana ini ditujukan meningkatkan kapasitas sekolah dalam upaya pengurangan risiko bencana dengan tolok ukur pengetahuan, sikap dan tindakan, kebijakan sekolah, perencanaan kesiapsiagaan dan mobilisasi sumber daya.

Kata Kunci: Sekolah siaga bencana, disabilitas, kebencanaan, Yaketunis.

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai supermarket bencana, dan di Yogyakarta dan sekitarnya pada tanggal 27 Mei 2006 sekitar pukul 05.56 WIB terjadi gempabumi tektonik dengan skala 5,9 SR yang menyebabkan ribuan korban jiwa, kerugian harta benda, serta terbekukannya lini-lini kehidupan.

Di Kelurahan Mantrijeron, Kota Yogyakarta, gempabumi menghancurkan permukiman, sekolah-sekolah, pertokoan dan lain sebagainya, gedung sekolah MTs Yaketunis rubuh. Gempabumi terjadi pada pagi hari sehingga peserta didik belum sampai di sekolah atau masih berada di asrama, asrama MTs masih berdiri kokoh menyelamatkan peserta didik penyandang disabilitas gangguan penglihatan ini.

Di sisi lain, anak merupakan kelompok rentan, tercatat 50 - 60% korban bencana adalah anak, dan menyebabkan mulai dari hilangnya nyawa, luka, sakit hingga terpisah dari keluarga. Bencana juga berpotensi menambah kerentanan anak, terutama anak penyandang disabilitas.

Menimbang potensi bencana dan kerentanan di MTs Yaketunis, MTs Yaketunis berinisiatif melakukan kerjasama dengan Perkumpulan Lingkar untuk mengupayakan kesiapsiagaan di komunitasnya. Perkumpulan Lingkar menyambut baik inisiatif ini dan mendedikasikan sumberdayanya untuk mendukung program.

2. PEMBAHASAN DAN HASIL

2.1. Sekolah Siaga Bencana

Di dalam upaya penanggulangan bencana, sekolah sebagai ruang publik memiliki peran dalam membangun ketahanan masyarakat, sebagai satuan pendidikan tanggungjawabnya adalah menyelenggarakan pendidikan, yaitu secara sadar dan terencana melakukan upaya mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya membangun budaya bangsa termasuk budaya kesiapsiagaan bencana. Saduran ini kiranya yang mendasari implementasi sekolah siaga bencana di MTs Yaketunis.

2.1.1. Pengertian Sekolah Siaga Bencana

Sekolah Siaga Bencana merupakan sekolah yang secara standar minimum memenuhi kriteria dalam pemberian respon pendidikan, mempunyai penanda yang menunjukkan standar telah tercapai baik

secara dampak, hasil, proses dan metode yang diterapkan, serta mampu menunjukkan bukti-bukti untuk menunjukkan ketercapaian indikator. Konsorsium Pendidikan Bencana Indonesia menetapkan parameter kesiapsiagaan sekolah berdasarkan empat faktor yaitu: sikap dan tindakan, kebijakan sekolah, perencanaan kesiapsiagaan dan mobilisasi sumber daya.

2.2. Parameter, Indikator dan Verifikasi Sekolah Siaga Bencana (Konsorsium Pendidikan Bencana Indonesia)

Terdapat empat parameter sekolah siaga bencana, masing-masing parameter saling terkait mendukung kesiapsiagaan sekolah;

- **Pengetahuan, sikap dan tindakan**, meliputi persepsi, pengetahuan dan ketrampilan baik individu maupun kolektif warga sekolah untuk menghadapi bencana secara cepat dan tepat guna.

Indikator	Verifikasi
Tersedianya pengetahuan mengenai Bahaya (jenis bahaya, sumber bahaya dan besaran bahaya); Kerentanan; Kapasitas; Risiko dan Sejarah Bencana yang terjadi di lingkungan sekolah atau daerahnya.	Struktur dan Muatan Kurikulum (pada Dokumen I KTSP) serta Silabus dan RPP dari SKKD (pada dokumen II KTSP) memuat pengetahuan mengenai Bahaya (jenis, sumber dan besaran); Kerentanan; Kapasitas; Risiko dan Sejarah yang terjadi di lingkungan sekolah atau daerahnya. Kegiatan sekolah bagi peserta didik untuk mengobservasi Bahaya jenis, sumber dan besaran); Kerentanan; Kapasitas dan Risiko yang ada di lingkungan sekolah, termasuk yang bersumber pada lokasi dan infrastruktur sekolah.
Keterampilan seluruh komponen sekolah dalam menjalankan rencana tanggap darurat	Komponen sekolah untuk menjalankan rencana tanggap darurat pada saat simulasi.
Terlaksananya sosialisasi mengenai pengetahuan PRB, SSB dan kesiapsiagaan kepada warga sekolah dan pemangku kepentingan sekolah	Jumlah sosialisasi rutin dan berkelanjutan di sekolah.
Terlaksananya pelatihan pengintegrasian PRB ke dalam KTSP.	Jumlah pelatihan yang dilaksanakan oleh sekolah.
Terlaksananya kegiatan simulasi drill secara berkala di sekolah dengan melibatkan masyarakat sekitar.	Frekwensi pelaksanaan simulasi drill dalam 1 tahun.

- **Kebijakan sekolah**, keputusan formal oleh sekolah mengenai hal-hal yang perlu didukung dalam pelaksanaan pengurangan risiko bencana di sekolah, baik secara khusus maupun terpadu yang bersifat mengikat. Kebijakan ini merupakan landasan, panduan, arahan pelaksanaan kegiatan pengurangan risiko bencana di sekolah.

Indikator	Verifikasi
Adanya kebijakan, kesepakatan dan/ atau peraturan sekolah yang mendukung upaya pengurangan risiko bencana di sekolah.	Dokumen I KTSP (termasuk di dalamnya Visi, Misi dan Tujuan Sekolah) yang memuat dan/atau mendukung upaya pengurangan risiko bencana di sekolah. Dokumen kebijakan sekolah yang memuat dan/atau mengadopsi persyaratan konstruksi bangunan dan panduan retrofit yang ada atau yang berlaku

Tersedianya akses bagi seluruh komponen sekolah terhadap informasi, pengetahuan dan pelatihan untuk meningkatkan kapasitas dalam hal PRB (materi acuan, ikut serta dalam pelatihan, musyawarah guru, pertemuan desa, jambore murid, dsb.)	Media informasi sekolah (contoh: majalah dinding, perpustakaan, buku, modul) yang memuat pengetahuan dan informasi PRB dan dapat diakses oleh warga sekolah. Jumlah kesempatan dan keikutsertaan warga sekolah dalam pelatihan, musyawarah guru, pertemuan desa, jambore murid, dll.
---	--

- **Perencanaan kesiapsiagaan**, ditujukan menjamin adanya tindakan cepat dan tepat guna pada saat kejadian bencana dengan memadukan dan mempertimbangkan sistem penanggulangan bencana di daerah dan disesuaikan kondisi wilayah setempat. Bentuk perencanaan kesiapsiagaan adalah dokumen-dokumen seperti prosedur tetap kesiapsiagaan, rencana kedaruratan/rencana kontinjensi, dokumen pendukung termasuk sistem peringatan dini dengan mempertimbangkan akurasi dan kontekstualitas lokal.

Indikator	Verifikasi
Tersedianya dokumen penilaian risiko bencana yang disusun bersama secara partisipatif dengan warga sekolah dan pemangku kepentingan sekolah.	Dokumen penilaian risiko bencana yang disusun secara berkala sesuai dengan kerentanan sekolah. Dokumen penilaian kerentanan gedung sekolah yang dinilai/diperiksa secara berkala oleh Pemerintah dan/atau Pemda. Catatan: Kerentanan sekolah yang dinilai berdasarkan aspek struktur dan non-struktur.
Tersedianya rencana aksi sekolah dalam penanggulangan bencana (sebelum, saat, dan sesudah terjadi bencana).	Dokumen rencana aksi sekolah yang dibuat secara berkala, direview dan diperbaharui secara partisipatif dan diketahui oleh Dinas Pendidikan setempat.
Tersedianya Sistem Peringatan Dini yang dipahami oleh seluruh komponen sekolah, meliputi: <ul style="list-style-type: none"> • Akses terhadap informasi bahaya, baik dari tanda alam, informasi dari lingkungan, dan dari pihak berwenang (pemerintah daerah dan BMKG) • Alat peringatan serta biaya pemeliharaannya dan tanda bahaya yang disepakati dan dipahami seluruh komponen sekolah. • PROTAP penyebaran informasi peringatan bahaya di lingkungan sekolah. • Petugas yang bertanggungjawab dan berwenang mengoperasikan alat peringatan dini. 	PROTAP mengenai pelaksanaan sistem peringatan dini yang telah diuji dan diperharui melalui kegiatan simulasi/drill yang dilaksanakan secara berkala oleh sekolah.
Adanya peta evakuasi sekolah, dengan tanda dan rambu yang terpasang, yang mudah dipahami oleh seluruh komponen sekolah	Sekolah memiliki peta evakuasi dengan tanda dan rambu yang terpasang yang mudah dipahami oleh seluruh komponen sekolah dan dapat ditemukan dengan mudah di lingkungan sekolah.
Kesepakatan dan ketersediaan lokasi evakuasi/ <i>shelter</i> terdekat dengan sekolah, disosialisasikan kepada seluruh komponen sekolah dan orangtua murid, masyarakat sekitar dan pemerintah daerah.	Sekolah memiliki lokasi evakuasi/ <i>shelter</i> terdekat yang tersosialisasikan serta disepakati oleh seluruh komponen sekolah, orangtua murid, masyarakat sekitar dan pemerintah daerah.

<p>Adanya prosedur tetap kesiapsiagaan sekolah yang disepakati dan dilaksanakan oleh seluruh komponen sekolah, diantaranya meliputi/contohnya:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penggandaan dan penyimpanan dokumen penting sekolah pada tempat yang aman. • Pencatatan nomer telepon penting yang mudah diakses seluruh komponen sekolah (a.l. Puskesmas/ rumah sakit terdekat, pemadam kebakaran, dan aparat terkait). 	<p>PROTAP kesiapsiagaan sekolah yang direview dan dimutakhirkan secara rutin dan partisipatif.</p>
--	--

- **Mobilisasi sumberdaya**, yaitu penyiapan sumber daya manusia, sarana dan prasarana serta finansial untuk menjamin kesiapsiagaan yang didasarkan pada kemampuan sekolah dan pemangku sekolah serta terbuka terhadap partisipasi pemangku kepentingan lainnya.

Indikator	Verifikasi
<p>Adanya bangunan sekolah yang tahan terhadap bencana.</p>	<p>Bangunan Sekolah yang berkarakteristik sebagai berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Struktur bangunan sesuai dengan standar bangunan yang tahan terhadap bencana • UKS memiliki ruang tersendiri yang terpisah dari ruang kelas dan pusat sumber bela. • Tata letak dan desain kelas yang aman. • Desain dan tata letak yang aman untuk penempatan sarana dan prasarana kelas dan sekolah.
<p>Jumlah dan jenis perlengkapan, suplai dan kebutuhan dasar pasca bencana yang dimiliki sekolah.</p>	<p>Adanya perlengkapan dasar dan suplai kebutuhan dasar pasca bencana yang dapat segera dipenuhi dan diakses oleh warga sekolah, seperti: alat PP dan evakuasi, terpal, tenda dan sumber air bersih.</p>
<p>Adanya gugus siaga bencana sekolah yang melibatkan perwakilan peserta didik. Adanya kerjasama antara dewan guru sekolah dengan asosiasi profesi guru lainnya di wilayahnya seperti forum MGMP terkait upaya PRB di sekolah.</p>	<p>Jumlah peserta didik yang terlibat dalam gugus siaga bencana sekolah. Frekwensi dan jenis kegiatan kerjasama diantara dewan guru sekolah dan asosiasi profesi guru lainnya terkait upaya PRB di sekolah.</p>
<p>Adanya kerjasama dalam penyelenggaraan penanggulangan bencana di kota/kabupaten dengan pihak-pihak terkait setempat (seperti perangkat desa/kelurahan, kecamatan, BPBD, dan lembaga pemerintah lainnya).</p>	<p>Jumlah kegiatan dan mitra kerjasama.</p>
<p>Pemantauan dan evaluasi partisipatif mengenai kesiapsiagaan dan keamanan sekolah secara rutin(menguji atau melatih kesiapsiagaan sekolah secara berkala).</p>	<p>Sekolah memiliki mekanisme pemantauan dan evaluasi kesiapsiagaan dan keamanan sekolah partisipatif secara rutin.</p>

2.3 Sekolah Siaga Bencana untuk Anak Penyandang Disabilitas di MTs Yaketunis

Menurut informasi yang dihimpun dari sekolah, MTs Yaketunis pernah dijangkau oleh Rumah Zakat berupa sosialisasi penanggulangan bencana. Hal ini mendekatkan sekolah terhadap pemahaman-pemahaman yang melandasi sekolah tentang perlunya kesiapsiagaan sekolah secara lebih lanjut. Perkumpulan Lingkar menindaklanjuti dengan melakukan penilaian kebutuhan sekolah dalam kerangka sekolah siaga bencana. Program Sekolah Siaga Bencana ini selanjutnya merupakan kerjasama antara Perkumpulan Lingkar dengan MTs Yaketunis, Yogyakarta dan diinisiasi pada Januari 2015 dan direncanakan selesai pada akhir tahun yang sama.

Program ditujukan mewujudkan sekolah siaga bencana dengan cara (a). meningkatkan kapasitas dan partisipasi warga sekolah dalam praktik-praktik sekolah siaga bencana, (b). mendorong kebijakan sekolah dengan tersusunya rencana kontinjensi sekolah, (c). mengintegrasikan prakarsa pengurangan risiko bencana ke dalam rencana strategis sekolah, dan (d). memadukan pengurangan risiko bencana sekolah ke dalam kurikulum pembelajaran. Tujuan dan hasil ini diterjemahkan ke dalam kesepakatan dengan sekolah antara lain berupa estimasi waktu pelaksanaan sebagai berikut:

No	Kegiatan	Bulan												
		XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1.	Desain Program													
2.	Pelatihan Personil													
3.	Baseline													
4.	Sosialisasi Program													
5.	Workshop Kajian Risiko													
6.	Pelatihan PPGD													
7.	Workshop Penyusunan & Finalisasi Renkon Sekolah													
8.	Pengadaan Perlengkapan Penunjang													
9.	Simulasi Penyelamatan													
10.	Pelatihan Integrasi PRB dalam kurikulum													
11.	Kunjungan Rutin pendampingan													
12.	Evaluasi Akhir													
13.	Penyusunan Laporan													

Hingga Mei 2015 sebanyak 8 (delapan) kegiatan telah dilaksanakan yaitu:

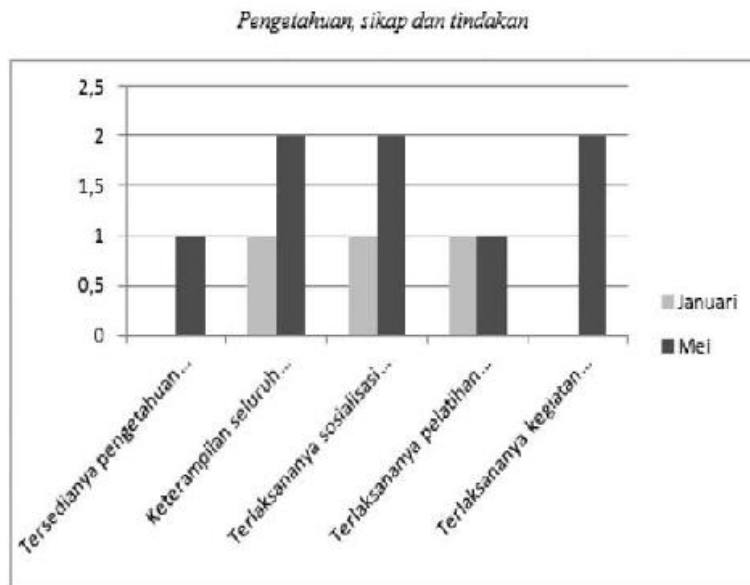
- Desain program: berupa kerangka implementasi program, persiapan sumber daya manusia, keuangan dan rencana alokasi waktu.
- Pelatihan personil: pembekalan staf dan non staf mengenai kesiapsiagaan sekolah khusus untuk penyandang disabilitas di MTs Yaketunis.
- *Baseline*: pendataan awal mengukur tingkat kesiagaan sekolah.
- Sosialisasi Program: sosialisasi mengenai pentingnya kesiapsiagaan sekolah yang sekaligus sebagai informed consent kepada komponen sekolah.
- *Workshop* kajian risiko: menghimpun informasi mengenai karakter ancaman bencana, kerentanan, kapasitas dan pemrioritasan ancaman.
- Pelatihan Pertolongan Pertama pada Gawat Darurat/PPGD
- *Workshop* Penyusunan & Finalisasi Renkon Sekolah I:
 - Pengembangan skenario dan analisis dampak
 - Prosedur tetap peringatan dini dan prosedur tetap evakuasi(di dalam ruang kelas, di ruang asrama, di luar ruang, di luar jam sekolah), prosedur tetap pelepasan siswa dan prosedur penyelenggaraan sekolah darurat.
 - Pembentukan tim siaga bencana sekolah, perencanaan dan analisis kebutuhan sektor dalam tim siaga bencana sekolah
- Pengadaan Perlengkapan Penunjang: berdasarkan pemetaan daerah aman dan rawan, secara partisipatif telah disepakati dan disusun peta dan jalur evakuasi sekolah dengan memperhatikan kemudahan akses bagi penyandang disabilitas.

2.4. Hasil

Hingga tengah program berjalan, sejumlah hasil telah dapat dipetakan berdasarkan parameter Sekolah Siaga Bencana. Meskipun belum maksimal oleh karena program masih berjalan sehingga sejumlah capaian belum terupayakan serta pekerjaan rumah terkait dengan keberlanjutan (sustainability) yang juga terkait dengan enabling environment, berikut adalah tampilannya;

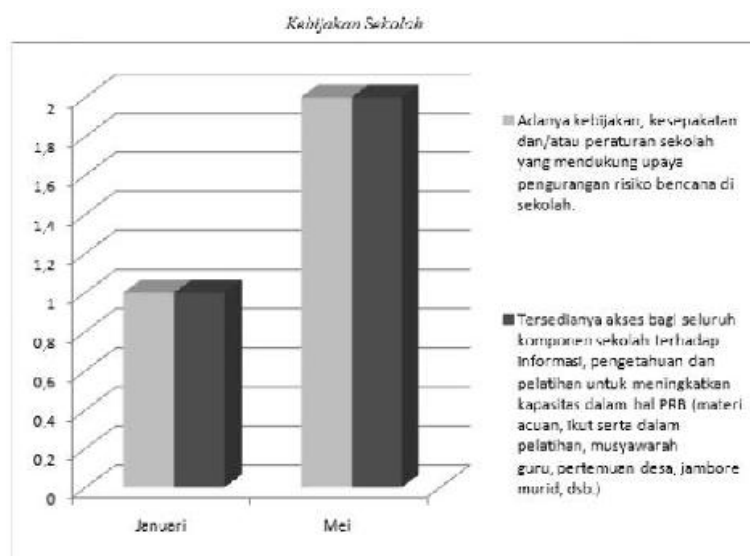
1. Pengetahuan, Sikap dan Tindakan

Pada saat data baseline dihimpun pada bulan Januari, dalam skala 1 (satu) hingga 5 (lima), sebagai contoh, belum ditemukan adanya struktur dan muatan kurikulum serta Silabus dan RPP yang memuat pengetahuan mengenai bahaya, kerentanan, kapasitas, risiko serta sejarah bencana. Pada bulan April dan Mei ditemukan adanya upaya untuk mengenalkan hal tersebut oleh sejumlah guru di kelas. Siswa juga belum secara aktif diajak untuk mengobservasi bahaya, kerentanan, kapasitas dan risiko selain dalam gladi kotor simulasi penyelamatan diri.



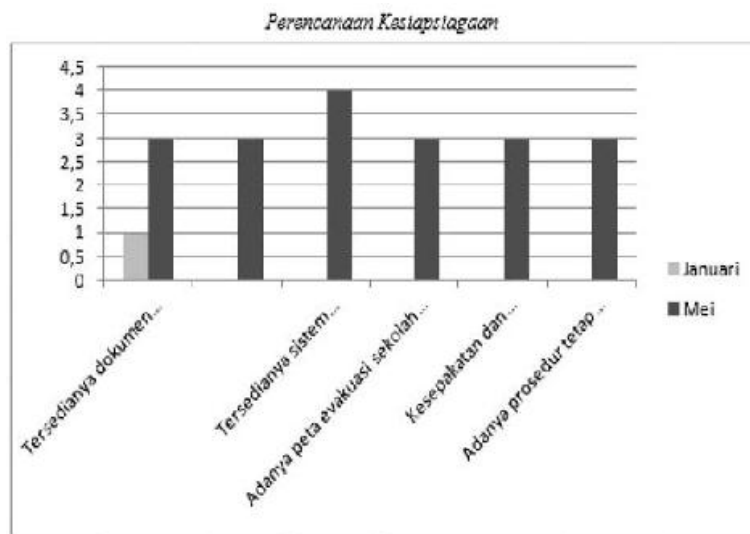
2. Kebijakan Sekolah

Meski telah terjadi beberapa perubahan, namun belum cukup signifikan kebijakan atau kesepakatan atau peraturan sekolah yang mendukung upaya pengurangan risiko bencana juga belum terjadi hingga saat ini.



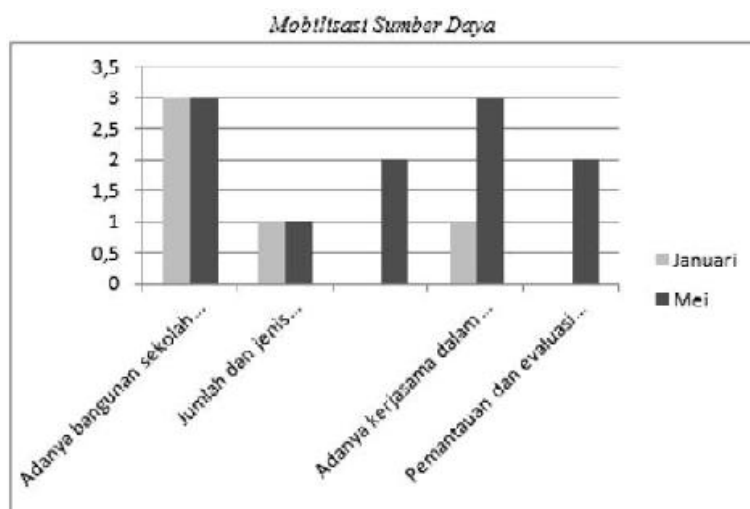
3. Perencanaan Kesiapsiagaan

Perencanaan Kesiapsiagaan menempati perubahan yang paling kentara mengingat kegiatan dalam program ini masih berkuat pada penyusunan rencana kedaruratan.



4. Mobilisasi Sumberdaya

Semenjak runtuh oleh gempa, sekolah telah mendirikan bangunan yang secara struktur jauh lebih kokoh, berupaya mengikuti standar bangunan tahan gempa, meskipun secara tata letak, desain masih memiliki beberapa catatan. Namun untuk jumlah, jenis perlengkapan belum banyak mengalami perubahan baik oleh swadaya sekolah maupun oleh intervensi luar.



3. KESIMPULAN

Upaya pengurangan risiko bencana di MTs Yaketunis telah dilakukan, dari 13 (tiga belas) kegiatan yang direncanakan telah terlaksana 8 (delapan) kegiatan. Dari parameter, indikator dan verifikasi dapat dilihat adanya perubahan peningkatan kapasitas sekolah. Implementasi program selanjutnya diharapkan meningkatkan dapat meningkatkan kapasitas sekolah sesuai parameter sekolah siaga bencana.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang secara langsung terlibat dalam berjalannya program Sekolah Siaga Bencana ini:

1. Keluarga Madrasah Tsanawiyah Yaketunis.
2. Forum Pengurangan Risiko Bencana Kelurahan Mantrijeron.
3. BPBD Kota Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

1. _., 2011, Kerangka Kerja Sekolah Siaga Bencana, Konsorsium Pendidikan Bencana Indonesia.
2. Bild. Emily & Ibrahim Maggie, 2013, Towards the resilient future children want: a review of progress in achieving the Children's Charter for Disaster Risk Reduction, World vision UK.

ISBN 978-602-74604-0-9



9 786027 460409



didukung oleh:



BNPB

DIREKTORAT PENGURANGAN RISIKO BENCANA

:: Grha BNPB Lt 14, Jl. Pramuka Kav. 38, Jakarta Timur

*:: Gedung INA DRTG Lt. 2, Indonesia Peace and Security Center [IPCS]
Jl. Anyer, Desa Tangkil, Kecamatan Citereup - Sentul, Jawa Barat*