

ISSN 2087-636X



JURNAL DIALOG PENANGGULANGAN BENCANA

BNPB

VOLUME 8, NOMOR 1, TAHUN 2017



TERBITAN BERKALA BADAN NASIONAL PENANGGULANGAN BENCANA

Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana	Vol. 8	No. 1	Hal. 1-100	Jakarta Juni 2017	ISSN 2087-636X
---	--------	-------	------------	----------------------	-------------------

ISSN 2087-636X



B N P B

JURNAL DIALOG PENANGGULANGAN BENCANA

Volume 8, Nomor 1, Tahun 2017

TERBITAN BERKALA BADAN NASIONAL PENANGGULANGAN BENCANA

Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana	Vol. 8	No. 1	Hal. 1- 100	Jakarta Juni 2017	ISSN 2087-636X
---	---------------	--------------	--------------------	----------------------	-------------------

JURNAL DIALOG PENANGGULANGAN BENCANA

Terbit 2 Kali setahun, mulai Oktober 2010

ISSN: 2087 636X

Volume 8, Nomor 1, Juni 2017

Pembina:

Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana

Penasihat:

Sekretaris Utama BNPB

Pemimpin/Penanggung Jawab Redaksi:

Kepala Pusat Data, Informasi dan Humas BNPB

Ketua Dewan Penyunting:

DR. Sutopo Purwo Nugroho, M.Si, APU
Hidrologi dan Pengurangan Risiko Bencana

Anggota Dewan Penyunting:

DR. Sugimin Pranoto, M. Eng / Teknik Sipil dan Lingkungan
Ir. Sugeng Tri Utomo, DESS / Pengurangan Risiko Bencana
DR. Rudy Pramono / Sosiologi Bencana
Ir. B. Wisnu Widjaja, M.Sc / Geologi dan Kesiapsiagaan Bencana
DR. Ir. Agus Wibowo / Database & GIS

Mitra Bestari:

Prof. DR. rer. nat. Junun Sartohadi, MSc
Prof. DR. Edvin Aldrian, MSc
DR. Tri Handoko Seto, M.Si

Pelaksana Redaksi:

Teguh Harjito, Dian Oktiari,
Suprpto, Ainun Rosyida, Nurul Maulidhini,
Ratih Nurmasari, Theopilus Yanuarto,
Andri Cipto Utomo, Ignatius Toto Satrio

Alamat Redaksi:

Pusat Data Informasi dan Humas
Badan Nasional Penanggulangan Bencana
GRAHA BNPB Jl. Pramuka Kav. 38 Jakarta Timur 13120 Indonesia
Telp. 021-29827793 & Fax. 021-21281200,
Email : Redaksijurnal@bnpb.go.id

Foto Cover :
Tanah Longsor, Desa Banaran, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur - BNPB

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas karunia-Nya, sehingga penerbitan Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana Volume 8 Nomor 1 pada bulan Juni 2017 ini dapat diselesaikan.

Upaya penanggulangan bencana terus berkembang seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan peradaban manusia. Ilmu pengetahuan senantiasa memberikan pemahaman dan wawasan kepada masyarakat akan pentingnya kesadaran dan kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana. Melalui jurnal ilmiah ini diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan dan kesadaran masyarakat Indonesia menuju bangsa yang tanggap, tangkas dan tangguh menghadapi bencana.

Materi jurnal dalam edisi ini, menyampaikan hal-hal yang berkaitan dengan seluruh fase kebencanaan. Mengukur Ketangguhan Sosial Ekonomi Provinsi Sumatera Selatan dalam Menghadapi Bencana dengan Menggunakan *Prevalent Vulnerability Index* (PVI). Materi berikutnya menyampaikan hal mengenai *Preventive Toward Earthquake's Disaster In West Sumatera Based On Geophysic Analysis* diikuti materi Analisis Sebaran Banjir Berdasarkan Skenario Periode Ulang Debit (Studi Kasus: SUB Das Citarum Hilir). Analisis Kerentanan dan Kapasitas Masyarakat dalam Menghadapi Bencana Letusan Gunungapi Wilis sebagai Upaya Pengurangan Risiko Bencana di Kabupaten Ponorogo. Studi Analisa Distribusi Sebaran Korban Jiwa Berdasarkan Usia dan Gender pada Peta KRB Erupsi Gunungapi Merapi 2010. Aplikasi Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh untuk Zonasi Kerawanan Bencana Gempabumi Sesar Lembang.

Pada jurnal edisi kali ini juga menyajikan Kajian Spasial Tingkat Kerentanan Rumah Tangga di Kawasan Rawan Bencana Jatuhan Piroklastik Gunungapi Kelud. Dan terakhir membahas tentang Evaluasi Efektivitas Satuan Reaksi Cepat Penanggulangan Bencana Wilayah Barat.

Bagi para tim redaksi jurnal penanggulangan bencana serta pihak yang turut membantu dalam edisi kali ini, kami mengucapkan terima kasih.

Tim Penyusun

JURNAL DIALOG PENANGGULANGAN BENCANA

Volume 8, No. 1, Juni 2017

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Mengukur Ketangguhan Sosial Ekonomi Provinsi Sumatera Selatan dalam Menghadapi Bencana dengan Menggunakan <i>Prevalent Vulnerability Index (PVI)</i> Ratih Nurmasari, Suprpto, dan Ainun Rosyida	1-12
Preventive Toward Earthquake's Disaster In West Sumatera Based On Geophysic Analysis Reza Prima Yanti, Suharsono, Indriati Retno Palupi, Wahyu Hidayat	13-20
Analisis Sebaran Banjir Berdasarkan Skenario Periode Ulang Debit (Studi Kasus: SUB Das Citarum Hilir) Rinanda Putri Cahyanti, I Putu Santikayasa	21-31
Analisis Kerentanan dan Kapasitas Masyarakat dalam Menghadapi Bencana Letusan Gunungapi Wilis sebagai Upaya Pengurangan Risiko Bencana di Kabupaten Ponorogo Ilfatul Amanah, Sarwono, Peduk Rintayati	32-42
Studi Analisa Distribusi Sebaran Korban Jiwa Berdasarkan Usia dan Gender pada Peta KRB Erupsi Gunungapi Merapi 2010 Meassa Monikha Sari	43-53
Aplikasi Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh untuk Zonasi Kerawanan Bencana Gempa Bumi Sesar Lembang Tri Widodo, Yoga Hepta, Hana Fairuz	54-68
Kajian Spasial Tingkat Kerentanan Rumah Tangga di Kawasan Rawan Bencana Jatuhan Piroklastik Gunungapi Kelud Achmad Fandir Tiyansyah	69-79
Evaluasi Efektivitas Satuan Reaksi Cepat Penanggulangan Bencana Wilayah Barat Jajat Suarjat	80-100

MENGUKUR KETANGGUHAN SOSIAL EKONOMI PROVINSI SUMATERA SELATAN DALAM MENGHADAPI BENCANA DENGAN MENGGUNAKAN *PREVALENT VULNERABILITY INDEX (PVI)*

Ratih Nurmasari¹, Suprpto², dan Ainun Rosyida³
Statistisi pada Badan Nasional Penanggulangan Bencana^{1,2,3}

E-mail: ratih.nurmasari@gmail.com

Abstract

Disaster is the intersection of vulnerability on the one hand and hazard on the other side. One of the key that should be doing to reduce disaster risk and increase resilience is by measuring the vulnerability. Vulnerability and resilience are the two things that are interrelated. This study aims to measure social economic resilience in order to reduce vulnerability. The measured region is South Sumatra Province because this province is a potential province, but tend to be prone to disasters. Social economic resilience measured using Prevalent Vulnerability Index (PVI), which is calculated from several social economic indicators. The results showed that the social economic resilience of South Sumatra Province has been good enough. PVI value of all districts/ municipalities are relatively similar and this is show that the social economic resilience in South Sumatra Province has been fairly equal. Some of indicators still need to be improved. Those are the indicators included in the component PVI_{LR} (Lack of Resilience) which are indicators related to the capacity of the region.

Keywords : Social resilience, economic resilience, Prevalent Vulnerability Index (PVI).

1. PENDAHULUAN

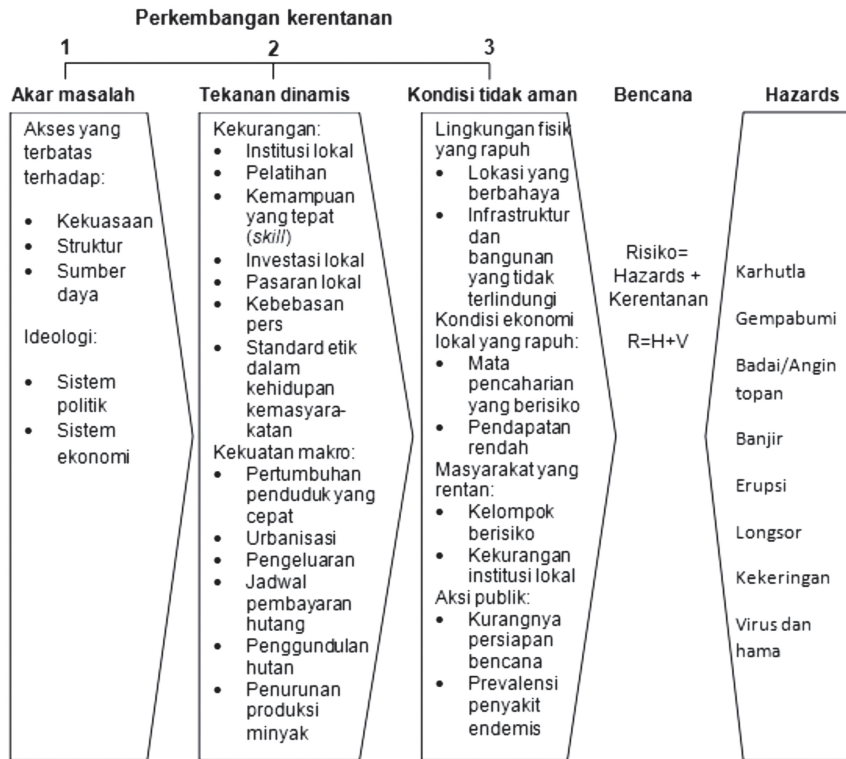
Model *Pressure and Release* (PAR) menjelaskan bahwa untuk memahami bencana, kita harus mampu mengetahui koneksi yang menghubungkan dampak bahaya dengan serangkaian faktor sosial dan proses yang menghasilkan kerentanan (Wisner et.al, 2003). Model PAR menggambarkan bahwa bencana merupakan perpotongan dari kerentanan di satu sisi dan bahaya di sisi lain (Gambar 1). Meningkatnya tekanan (*pressure*) pada faktor-faktor penyebab kerentanan akan menyebabkan peningkatan pada kedua sisi. Konsep release dimasukkan untuk membuat konsep pengurangan risiko bencana. Konsep tersebut menerangkan bahwa untuk meringankan tekanan, kerentanan harus dikurangi.

Kerentanan yang diuraikan pada model PAR terdiri atas tiga tautan yang merupakan suatu proses pembentuk kerentanan itu sendiri.

Ketiga tautan tersebut adalah akar masalah, tekanan dinamis, dan kondisi tidak aman.

Akar masalah meliputi permasalahan mendasar yang menjadi penyebab kerentanan yaitu ekonomi, demografi dan politik. Ketiga aspek ini akan mempengaruhi alokasi dan distribusi sumber daya pada kelompok masyarakat. Akar masalah ini juga merefleksikan distribusi kekuasaan dalam masyarakat (Wisner et.al., 2003).

Tekanan dinamis adalah proses dan aktivitas yang mengimplementasikan dampak dari akar masalah berdasarkan waktu (*temporal*) dan tempat (*spasial*) ke dalam kondisi yang tidak aman. Kondisi yang tidak aman adalah bentuk spesifik dari kondisi populasi yang rentan yang diekspresikan dalam waktu dan tempat terjadinya *hazard*. Hal ini meliputi orang yang tinggal di lokasi yang berbahaya, orang yang membangun bangunan yang tidak aman, kurang mendapat perlindungan dari pemerintah, memiliki mata pencaharian yang



Gambar 1. Model Pressure and Release (PAR)
Sumber: Wisner dkk (2003)

berbahaya dan orang yang tidak memiliki cukup makanan (Wisner et.al., 2003).

Model PAR ini berkaitan erat dengan risiko bencana. Risiko bencana merujuk pada potensi kerugian akibat bencana terhadap nyawa, status kesehatan, mata pencaharian, aset dan layanan, yang dapat terjadi pada suatu komunitas atau masyarakat tertentu selama jangka waktu tertentu di masa mendatang (UN ISDR, 2010).

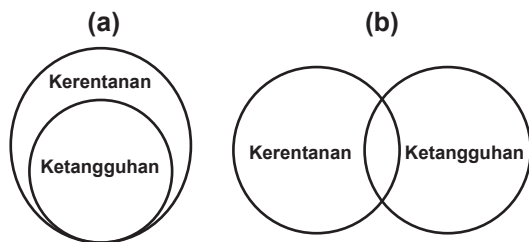
Menurut Wisner et.al (2003), ada tiga unsur yang menentukan risiko bencana, yaitu risiko, kerentanan, dan bahaya. Ketiga unsur tersebut seringkali dinyatakan dalam persamaan:

$$R = H \times V \quad (1)$$

dimana R adalah risiko, H adalah bahaya (*hazards*) dan V adalah kerentanan (*vulnerability*). Salah satu kunci penting dalam usaha untuk mengurangi risiko dan meningkatkan

ketangguhan adalah dengan melakukan pengukuran terhadap kerentanan (Birkmann, 2006).

Kerentanan dan ketangguhan adalah dua hal yang saling berkaitan, namun para peneliti masih memperdebatkan tentang bentuk hubungan keduanya. Manyena dalam Endarti (2016) menyatakan bahwa ketangguhan merupakan hasil (bukan proses) dari kerentanan dan merupakan bagian dari kerentanan (Gambar 2 (a)). Pendapat lain menyebutkan bahwa kerentanan dan ketangguhan saling mempengaruhi satu sama lain seperti terlihat pada Gambar 2 (b) (Ainuddin dan Routray, dalam Endarti, 2016). Selain itu, Cutter et.al (2008) memperkenalkan model *Disaster Resilience of Place* (DROP) yang didalamnya menggambarkan bahwa kerentanan dan ketangguhan merupakan dua konsep yang terpisah namun terkadang saling berkaitan (Gambar 2 (b)).



Gambar 2. Hubungan Antara Kerentanan dan Ketangguhan
Sumber: Cutter, et. al (2008)

Inter-America Development Bank (IADB) mulai mengembangkan serangkaian indikator risiko bencana sejak tahun 2004. Sistem indikator risiko bencana tersebut terdiri dari serangkaian ukuran yang menggambarkan unsur risiko dan kerentanan secara komprehensif. Indikator risiko bencana ini juga dapat digunakan untuk mengukur ketangguhan karena konsep kerentanan dan ketangguhan yang saling terkait.

Salah satu indikator risiko bencana IADB adalah *Prevalent Vulnerability Index* (PVI). PVI mengukur kondisi kerentanan yang tercermin dari kerentanan sosial ekonomi dan kurangnya ketangguhan sosial masyarakat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur ketangguhan sosial ekonomi Provinsi Sumatera Selatan dalam menghadapi bencana dengan menggunakan PVI. Provinsi Sumatera Selatan dipilih karena provinsi ini merupakan salah satu provinsi terkaya di Indonesia (Bappeda Provinsi Sumatera Selatan, 2015). Walaupun provinsi ini termasuk salah satu provinsi terkaya Indonesia, namun provinsi ini juga memiliki kerentanan bencana yang cukup tinggi. Sebanyak 15 dari 17 kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Selatan masuk ke dalam prioritas pembangunan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) yang rawan bencana (BNPB, 2016).

Beberapa bencana yang sering melanda Provinsi Sumatera Selatan antara lain banjir dan kebakaran hutan dan lahan (karhutla). Hampir di setiap tahunnya, terutama pada saat musim kemarau di wilayah ini karhutla terjadi dan menyebabkan udara berada pada level tidak sehat serta membuat jarak pandang terbatas. Terkadang juga asap akibat karhutla ini sampai

ke negara tetangga seperti Singapura dan Malaysia.

2. METODOLOGI

2.1. Landasan Teori

2.1.1. Ketangguhan Sosial

Menurut Adger dalam Endarti (2016), ketangguhan sosial memiliki tiga ciri, yaitu resistensi, pemulihan, dan kreativitas. Resistensi berarti kemampuan kelompok untuk bertahan dalam menghadapi dampak yang timbul akibat bencana. Pemulihan adalah seberapa lama waktu yang dibutuhkan oleh komunitas untuk pulih dari dampak bencana. Kreativitas merupakan pencapaian dari proses pemulihan, yaitu berupa adaptasi terhadap kondisi yang baru dan proses pembelajaran dari bencana yang telah terjadi (Adger dalam Endarti 2016).

Ketangguhan sosial juga berkaitan erat dengan kondisi masyarakat. Masyarakat bersifat kompleks dan seringkali tidak menyatu. Akan terdapat keragaman dalam hal kesejahteraan, status sosial, dan aktivitas pekerjaan antar orang yang tinggal dalam wilayah yang sama serta mungkin terjadi pengelompokan yang lebih tajam di tengah masyarakat (Twigg, 2012). Twigg juga berpendapat bahwa sistem atau ketangguhan masyarakat dapat dipahami sebagai kapasitas untuk:

1. Mengantisipasi, meminimalisir dan menyerap tekanan potensial atau kekuatan destruktif melalui adaptasi atau resistensi;
2. Mengelola atau mempertahankan fungsi dasar tertentu dan struktur selama peristiwa bencana;
3. Memulihkan atau 'bangkit kembali' setelah suatu peristiwa bencana.

Menurut USAID ASIA dalam Endarti (2016), faktor sosial yang mempengaruhi ketangguhan sosial adalah adanya organisasi sosial yang peduli terhadap lingkungan sehingga sering mengadakan kerja bakti dan lain-lain, akses terhadap pendidikan

dan kesehatan untuk membantu tingkat pendidikan dan kesehatan masyarakat yang tidak mampu secara ekonomi dan adanya kebijakan pemerintah untuk membantu masyarakat mengurangi dampak dari bencana yang terjadi. Keputusan Menteri Sosial Nomor 12 Tahun 2006 menjelaskan bahwa ketahanan sosial masyarakat adalah suatu kemampuan komunitas (masyarakat) dalam mengatasi risiko akibat perubahan baik ekonomi, sosial, budaya, maupun politik. Suatu komunitas dikatakan memiliki ketangguhan sosial apabila komunitas tersebut mampu melindungi secara efektif anggotanya termasuk individu dan keluarga yang rentan; mampu melakukan investasi sosial dalam jaringan sosial; mampu mengembangkan mekanisme yang efektif dalam mengelola konflik atau tindak kekerasan; dan mampu mengembangkan kearifan lokal dalam memelihara sumber daya alam maupun sosial.

2.1.2. Ketangguhan Ekonomi

Menurut Rose (2004), ketangguhan ekonomi mengacu pada respon yang melekat dan adaptif terhadap bencana yang memungkinkan individu dan masyarakat untuk menghindari beberapa potensi kerugian. Selain itu, ketangguhan ekonomi diartikan sebagai kondisi dinamis kehidupan perekonomian bangsa yang berisi keuletan dan ketangguhan kekuatan nasional dalam menghadapi serta mengatasi segala tantangan, ancaman, hambatan dan gangguan yang datang dari luar maupun dari dalam secara langsung maupun tidak langsung untuk menjamin kelangsungan perekonomian bangsa dan negara berlandaskan Pancasila dan UUD 1945 (Kementerian Pertahanan, 2014).

Buckle (2001) dalam Mayunga (2007) menerangkan bahwa stabilitas ekonomi terkait erat dengan ketangguhan, yaitu ekonomi yang lebih stabil akan meningkatkan ketangguhan, sedangkan ekonomi yang tidak sehat atau menurun adalah indikator meningkatnya kerentanan atau dengan kata lain menurunkan ketangguhan. Hal ini menurut Mayunga (2007) disebabkan karena modal ekonomi merupakan

faktor penentu penting pada ketangguhan masyarakat.

Ketangguhan ekonomi (*economic resilience*) yang dikaitkan dengan ketangguhan dalam menghadapi bencana merupakan salah satu area yang perlu mendapatkan perhatian serius dari pemerintah. Upaya pengurangan risiko bencana menjadi perhatian penting pemerintah, sehingga mulai dilakukan upaya pengalokasian dana untuk kebencanaan di tiap provinsi maupun kabupaten/kota (Astuti, 2015).

2.1.3. Prevalent Vulnerability Index (PVI)

PVI menggambarkan kondisi kerentanan yang dominan, kerapuhan sosial ekonomi dan kurangnya ketangguhan sosial suatu wilayah (Cardona, 2006). Kerentanan yang diukur akan menggambarkan hubungan antara risiko dan pembangunan (Astuti, 2015). PVI dimaksudkan untuk memahami dampak langsung bencana secara fisik terhadap paparan dan kerentanan (*Exposure and Susceptibility/ES*), dampak bencana yang tidak langsung dan tidak berwujud terhadap kerapuhan sosial dan ekonomi (*Social economy Fragility/SF*), serta kurangnya ketangguhan dalam menghadapi bencana atau *Lack of Resilience/LR*. PVI diperoleh dengan merata-ratakan ketiga komponen tersebut dengan metode persamaan berikut (Cardona, 2006):

$$PVI = (PVI_{ES} + PVI_{SF} + PVI_{LR})/3 \quad (2)$$

PVI_{ES} terdiri dari indikator yang menggambarkan kerentanan fisik yang meliputi populasi rentan, aset, investasi, produksi, mata pencaharian, dan aktivitas manusia. Indikator kerapuhan sosial ekonomi (PVI_{SF}), diwakili oleh indikator seperti kemiskinan, ketergantungan, buta huruf, ketimpangan pendapatan, pengangguran, inflasi, utang dan kerusakan lingkungan yang meningkatkan efek langsung dari fenomena bencana. PVI_{LR} yang menggambarkan kurangnya ketangguhan (*lack of resilience*), dapat diwakili sejumlah indikator yang mengukur pembangunan manusia, redistribusi

ekonomi, pemerintahan, perlindungan finansial, kesadaran masyarakat, tingkat kesiapan untuk menghadapi krisis situasi, dan perlindungan lingkungan. Indikator-indikator ini akan menangkap kapasitas manusia untuk memulihkan dari atau menyerap dampak berbahaya dari fenomena bencana, bagaimanapun sifat dan keparahan bencana tersebut.

2.2. Bahan dan Metode

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder dari pengumpulan data yang telah dilakukan oleh lembaga atau instansi terkait. Data sekunder yang dimaksud merupakan hasil pengumpulan data selama tahun 2015. Data yang digunakan untuk menghitung PVI dapat dilihat pada Tabel 1. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif.

Hasil perhitungan PVI berada pada skala 0-100 dengan interpretasi sebagai berikut (Cardona dan Carreno, 2010):

- a. $80 < PVI \leq 100$: wilayah yang diukur memiliki kerentanan yang sangat tinggi;
- b. $40 < PVI \leq 80$: wilayah yang diukur memiliki kerentanan tinggi;
- c. $20 < PVI \leq 40$: wilayah yang diukur memiliki kerentanan sedang;
- d. $0 < PVI \leq 20$: wilayah yang diukur memiliki kerentanan rendah.

Tabel 1. Indikator dari PVI_{ES} , PVI_{SF} , dan PVI_{LR} Beserta Ketersediaan Data.

No.	Komponen dan Indikator PVI	Ketersediaan Data
<i>PVI Exposure and Susceptibility (PVI_{ES})</i>		
1.	Pertumbuhan penduduk	Pertumbuhan penduduk
2.	Pertumbuhan penduduk perkotaan	Pertumbuhan penduduk kecamatan ibukota kabupaten/ kota
3.	Kepadatan penduduk	Kepadatan penduduk
4.	Persentase jumlah penduduk miskin	Persentase jumlah penduduk miskin

5.	Modal saham	Penyertaan modal pemerintah daerah
6.	Ekspor dan impor barang dan jasa	Tidak tersedia
7.	Investasi domestik bruto	Pembentukan modal tetap (domestik) bruto
8.	Lahan pertanian	Persentase lahan pertanian dari luas wilayah
<i>PVI Social economy Fragility (PVI_{SF})</i>		
1.	Indeks kemiskinan	Indeks kemiskinan
2.	Ketergantungan terhadap penduduk usia kerja	Ketergantungan terhadap penduduk usia kerja
3.	Disparitas sosial	Indeks Gini
4.	Pengangguran	Tingkat pengangguran terbuka
5.	Inflasi harga bahan pangan	Tidak tersedia
6.	Kontribusi sektor pertanian	Persentase kontribusi sektor pertanian pada PDRB
7.	Pembayaran utang	Pembayaran utang
8.	Kerusakan tanah	Lahan kritis
<i>PVI Lack of Resilience (PVI_{LR})</i>		
1.	Indeks Pembangunan Manusia	Indeks Pembangunan Manusia
2.	Indeks Pembangunan Gender	Indeks Pembangunan Gender
3.	Pembiayaan sosial	Persentase pembiayaan sosial dari PDRB
4.	<i>Governance Index</i> (Kaufmann)	Tidak tersedia
5.	Asuransi infrastruktur dan perumahan	Tidak tersedia
6.	Televisi per 1000 orang	Tidak tersedia
7.	Tempat tidur rumah sakit	Tempat tidur rumah sakit per 1000 orang penduduk
8.	Indeks Kelanjutan Lingkungan / <i>Environment Suistanibility Index</i> (ESI)	Tidak tersedia

Sumber: Berbagai Sumber.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perhitungan PVI

Perhitungan indeks kerentanan prevalensi meliputi 3 komponen. Pertama, PVI_{ES} yang menggambarkan kerentanan fisik, dimana indikator-indikator yang digunakan meliputi data populasi, aset, investasi, produksi, mata pencaharian, dan aktivitas manusia. Komponen kedua adalah PVI_{SF} yang menggambarkan kondisi kerentanan sosial ekonomi, dimana indikator-indikator yang digunakan meliputi kemiskinan, ketergantungan, ketimpangan pendapatan, pengangguran, inflasi, utang dan kerusakan lingkungan yang meningkatkan efek langsung dari fenomena bencana. Komponen ketiga adalah PVI_{LR} yang menggambarkan kurangnya ketangguhan terutama dari segi kapasitasnya, dimana indikator-indikator yang digunakan meliputi data pembangunan manusia, perlindungan finansial, kesadaran masyarakat, serta tingkat kesiapan untuk menghadapi krisis situasi.

Tabel 2. Bobot untuk Menghitung PVI.

Indikator	Bobot
<i>PVI Exposure and Susceptibility</i>	
Pertumbuhan penduduk (%)	17%
Pertumbuhan penduduk perkotaan (%)	10%
Kepadatan penduduk (jiwa/km ²)	17%
Penduduk Miskin (%)	35%
Penyertaan modal pemerintah daerah (jutaan rupiah/1000 km ²)	3%
Pembentukan Modal Tetap (Domestik) Bruto (%)	5%
Lahan pertanian (%)	13%
<i>PVI Social Economy Fragility</i>	
Indeks kemiskinan	38%
Ketergantungan pada usia kerja	9%
Disparitas sosial	17%

Pengangguran	16%
Kontribusi pertanian dalam PDRB (%)	7%
Pembayaran utang (%)	5%
Lahan kritis	8%
<i>PVI Lack of Resilience</i>	
Indeks pembangunan manusia	53%
Indeks pembangunan gender	32%
Bantuan sosial	10%
Tempat tidur rumah sakit	5%

Sumber: Berbagai Sumber.

Nilai PVI_{ES} , PVI_{SF} , dan PVI_{LR} diperoleh dari sejumlah data yang kemudian diboboti dengan menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Bobot AHP yang digunakan ini merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Astuti (2015). Pembobotan masing-masing indikator penyusun PVI_{ES} , PVI_{SF} , dan PVI_{LR} dapat dilihat pada Tabel 2.

Berikut ini adalah penjelasan mengenai masing-masing indikator yang digunakan untuk menghitung PVI:

1. Pertumbuhan penduduk:

Pertumbuhan penduduk yang dimaksud pada penelitian ini adalah laju pertumbuhan penduduk, yaitu angka yang menunjukkan persentase penambahan penduduk dalam jangka waktu tertentu (BPS, 2016). Dalam konteks perhitungan PVI, pertumbuhan penduduk dapat menunjukkan jumlah yang lebih besar dari penduduk yang rentan terancam bahaya (IADB, 2004 dalam Astuti, 2015).

Sumber data: BPS.

2. Pertumbuhan penduduk perkotaan:

Menurut IADB dalam Astuti (2015), pertumbuhan penduduk perkotaan menunjukkan adanya perpindahan penduduk karena migrasi desa-kota atau migrasi pengungsi akibat kesulitan dalam mengakses pelayanan serta rasa tidak aman atas wilayah tempat tinggal. Pada penelitian ini indikator pertumbuhan penduduk perkotaan diperoleh dari selisih

jumlah penduduk ibukota kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Selatan tahun 2015 dengan jumlah penduduk ibukota kabupaten/kota tahun 2014 dibagi dengan luas wilayah.

Sumber data: BPS.

3. **Kepadatan penduduk:**

Kepadatan penduduk adalah rasio banyaknya penduduk per kilometer persegi (BPS, 2016). Astuti (2015) menyebutkan bahwa kepadatan penduduk dapat menunjukkan konsentrasi penduduk yang terpapar efek negatif bencana secara spasial terutama di daerah yang berisiko terkena bencana.

Sumber data: BPS.

4. **Persentase penduduk miskin:**

Pengukuran persentase penduduk miskin dilakukan dengan menggunakan konsep kemampuan memenuhi kebutuhan dasar (*basic need approach*). Dengan pendekatan ini, kemiskinan dipandang sebagai ketidakmampuan dari sisi ekonomi untuk memenuhi kebutuhan dasar makanan dan bukan makanan yang diukur dari sisi pengeluaran. Metode yang digunakan adalah menghitung Garis Kemiskinan (GK), yang terdiri dari dua komponen yaitu Garis Kemiskinan Makanan (GKM) dan Garis Kemiskinan Non-Makanan (GKNM). Penghitungan Garis Kemiskinan dilakukan secara terpisah untuk daerah perkotaan dan perdesaan (BPS, 2016). Astuti (2015) menyebutkan bahwa keluarga yang berpenghasilan rendah adalah yang paling terpengaruh risiko kerugian akibat bencana.

Sumber data: BPS.

5. **Penyertaan modal pemerintah daerah:**

Penyertaan modal pemerintah daerah adalah investasi jangka panjang daerah yang bersifat permanen pada pihak ketiga untuk menghasilkan pendapatan atau meningkatkan pelayanan kepada masyarakat (Kementerian Keuangan, 2016).

Sumber data: Kementerian Keuangan.

6. **Pembentukan Modal Tetap (Domestik) Bruto:**

Pembentukan Modal Tetap (Domestik) Bruto (PMTB) adalah pengeluaran unit produksi untuk menambah aset tetap dikurangi dengan pengurangan aset tetap bekas. Penambahan barang modal meliputi pengadaan, pembuatan, dan pembelian barang modal baru. Pengurangan barang modal meliputi penjualan barang modal (termasuk barang modal yang ditransfer atau barter kepada pihak lain). Disebut sebagai pembentukan modal tetap bruto karena menggambarkan penambahan serta pengurangan barang modal pada periode tertentu. Istilah "bruto" mengindikasikan bahwa didalamnya masih mengandung unsur penyusutan.

Sumber data: Kementerian Keuangan.

7. **Lahan pertanian:**

Lahan pertanian yang dimaksud dalam penelitian ini adalah persentase luas lahan pertanian dari total luas lahan. Lahan pertanian tersebut meliputi lahan sawah maupun lahan bukan sawah.

Sumber data: BPS.

8. **Indeks kemiskinan:**

Indeks kemiskinan yang dimaksud pada penelitian ini adalah indeks kedalaman kemiskinan, yaitu ukuran rata-rata kesenjangan pengeluaran masing-masing penduduk miskin terhadap garis kemiskinan. Semakin tinggi nilai indeks kedalaman kemiskinan berarti semakin jauh rata-rata pengeluaran penduduk dari garis kemiskinan (BPS, 2016).

Sumber data: Kementerian Negara Perencanaan Pembangunan Nasional.

9. **Ketergantungan pada usia kerja:**

Rasio ketergantungan (*dependency ratio*) atau angka beban ketergantungan adalah suatu angka yang menunjukkan besar beban tanggungan kelompok usia produktif atas penduduk usia nonproduktif. Makin besar rasio ketergantungan berarti makin besar beban tanggungan bagi kelompok usia produktif. Tinggi rendahnya angka

ketergantungan dapat dibedakan menjadi tiga golongan, yaitu angka ketergantungan rendah bila kurang dari 30, angka ketergantungan sedang bila berada diantara 30-40, dan angka ketergantungan tinggi bila lebih dari 41 (BPS, 2016).

Sumber data: BPS.

10. Disparitas sosial:

Disparitas sosial pada penelitian ini diambil dari rasio gini yang dihitung oleh BPS. Rasio gini adalah ukuran pemerataan pendapatan yang dihitung berdasarkan kelas pendapatan. Angka rasio gini berkisar antara nol (pemerataan sempurna) hingga satu (ketimpangan yang sempurna).

Sumber data: BPS.

11. Pengangguran:

Data pengangguran yang digunakan pada penelitian ini adalah tingkat pengangguran terbuka yang dihitung oleh BPS. Tingkat pengangguran terbuka merupakan persentase jumlah pengangguran terhadap jumlah angkatan kerja (BPS, 2016). Pengangguran adalah orang yang masuk dalam angkatan kerja (15 sampai 64 tahun) yang sedang mencari pekerjaan dan belum mendapatkannya serta orang yang tidak sedang mencari kerja karena sesuatu hal /belum membutuhkan pekerjaan (seperti ibu rumah tangga, pelajar, dan lain sebagainya). Tingkat pengangguran menunjukkan kurangnya pendapatan yang mencerminkan berkurangnya kapasitas untuk mendapatkan akses ke sumber daya dan sarana perlindungan (IADB, 2004 dalam Astuti, 2015).

Sumber data: BPS.

12. Kontribusi pertanian dalam PDRB:

Produksi pertanian berkaitan dengan variabilitas iklim dan perubahan lingkungan global (IADB, 2004 dalam Astuti, 2015). Kontribusi sektor pertanian yang dimaksud dalam penelitian ini adalah persentase peranan sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan

dari total Produk Domestik Regional Bruto (PDRB).

Sumber data: BPS.

13. Pembayaran utang:

Pembayaran utang yang dimaksud pada penelitian ini adalah persentase pembayaran utang pokok yang telah jatuh tempo yang termasuk dalam komponen pembiayaan pada Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) dari total PDRB.

Sumber data: Kementerian Keuangan.

14. Lahan kritis:

Kerusakan tanah menunjukkan kondisi lingkungan yang semakin buruk yang mengakibatkan peningkatan bahaya dan penurunan perlindungan terhadap fenomena yang ekstrim (IADB, 2004 dalam Astuti, 2015). Kerusakan tanah yang dimaksud pada penelitian ini adalah persentase luas lahan kritis dibagi dengan total luas wilayah, dimana datanya diperoleh dari Kementerian Kehutanan. Luas lahan kritis yang dihitung adalah luas lahan dengan kategori agak kritis, kritis, dan sangat kritis. Yang dimaksud dengan lahan kritis menurut Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.9/Menhut-II/2013 adalah lahan yang berada di dalam dan di luar kawasan hutan yang telah menurun fungsinya sebagai unsur produksi dan media pengatur tata air DAS.

Sumber data: Kementerian Kehutanan.

15. Indeks pembangunan manusia:

Indeks pembangunan manusia adalah pengukuran perbandingan dari harapan hidup, melek huruf, pendidikan dan standar hidup untuk suatu wilayah. IPM menjelaskan bagaimana penduduk dapat mengakses hasil pembangunan dalam memperoleh pendapatan, kesehatan, pendidikan, dan sebagainya (BPS, 2016). IPM merupakan indikator penting untuk mengukur keberhasilan dalam upaya membangun kualitas hidup manusia (masyarakat/penduduk). IPM dapat menentukan peringkat atau level pembangunan suatu wilayah. Semakin

tinggi nilai IPM suatu negara/daerah, menunjukkan pencapaian pembangunan manusianya semakin baik (BPS, 2016).
Sumber data: BPS.

16. Indeks pembangunan gender:

Menurut Kemen PPPA (2016), IPG adalah salah satu ukuran pencapaian pembangunan gender. IPG merupakan turunan dari IPM, yaitu rasio antara IPM perempuan dan IPM laki-laki. Semakin tinggi rasionya (mendekati 100), maka semakin rendah gap pembangunan manusia antara laki-laki dan perempuan dan sebaliknya. Kesetaraan gender dalam pencapaian kemampuan dasar mencerminkan bahwa masyarakat memiliki kapasitas yang lebih besar untuk menghadapi kesulitan (IADB, 2004 dalam Astuti, 2015).

Sumber data: Kementerian Negara Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak.

17. Bantuan sosial:

Belanja bantuan sosial adalah transfer uang atau barang yang diberikan oleh Pemerintah Pusat/Daerah kepada masyarakat guna melindungi dari kemungkinan terjadinya risiko sosial, seperti bencana alam (risiko lingkungan), usia tua (risiko siklus hidup), kondisi ekonomi, serta risiko sosial lainnya (PP No. 24 Tahun 2005 tentang Standar Akuntansi Pemerintahan). Pembiayaan sosial yang dimaksud pada penelitian ini adalah belanja bantuan sosial yang termasuk dalam komponen belanja pada APBD.

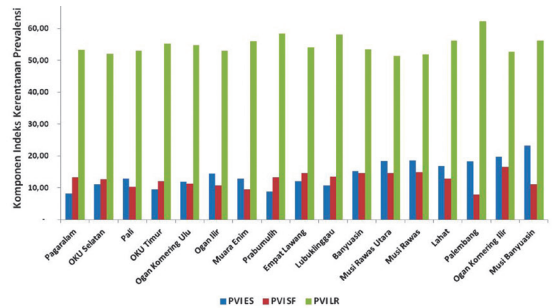
Sumber data: Kementerian Keuangan.

18. Tempat tidur rumah sakit:

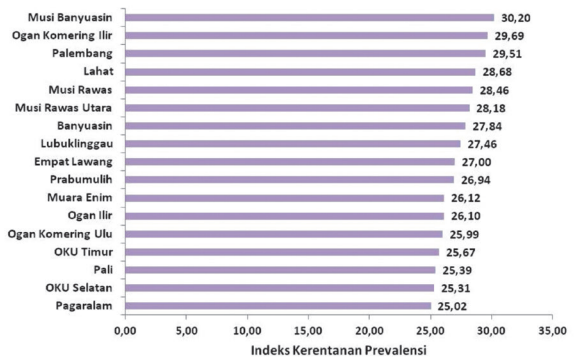
Tempat tidur rumah sakit dalam perspektif bencana menggambarkan kesiapan prasarana kesehatan dan kapasitas yang memadai yang akan dapat menampung korban bencana (IADB, 2004 dalam Astuti, 2015). Rumah sakit yang dimaksud meliputi rumah sakit umum maupun rumah sakit khusus, baik milik pemerintah maupun milik swasta.

Sumber data: Kementerian Kesehatan.

Gambar 3 menunjukkan komponen-komponen penyusun indeks kerentanan prevalensi masing-masing kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Selatan. Dari Gambar 3 terlihat bahwa komponen PVI_{LR} memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dua komponen lainnya pada semua kabupaten/kota.



Gambar 3. Grafik Komponen-Komponen Penyusun PVI.



Gambar 4. Nilai PVI Kabupaten/Kota di Provinsi Sumatera Selatan.

Nilai PVI yang diperoleh dengan merata-ratakan ketiga komponennya dapat dilihat pada gambar 4. Dari Gambar 4 tersebut terlihat bahwa nilai PVI seluruh kabupaten/kota cenderung tidak terlalu jauh berbeda dan berkisar diantara 25 hingga 31.

3.2. Ketangguhan Sosial Ekonomi Provinsi Sumatera Selatan

Nilai indeks kerentanan prevalensi seluruh kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Selatan berada diantara 20-40. Hal ini berarti seluruh kabupaten/kota tersebut memiliki kerentanan sedang. Kerentanan yang termasuk

dalam kategori sedang ini menunjukkan bahwa seluruh kabupaten/kota memiliki ketangguhan sosial ekonomi yang cukup baik, namun belum maksimal dan perlu ditingkatkan lagi. PVI seluruh kabupaten/kota cenderung tidak jauh berbeda, hal ini mengindikasikan bahwa ketangguhan sosial ekonomi dalam menghadapi bencana di masing-masing kabupaten/kota sudah cukup merata dan tidak terjadi kesenjangan.

Komponen penyusun indeks kerentanan prevalensi yang paling tinggi nilainya di seluruh kabupaten/kota adalah komponen *lack of resilience* (LR), yaitu kurangnya ketangguhan dalam menghadapi bencana. Komponen ini mengacu pada ketangguhan yang dilihat dari kapasitas yang dimiliki. Semua kabupaten/kota memiliki nilai komponen LR lebih dari 40, yang berarti seluruh wilayah termasuk dalam kategori kerentanan yang tinggi dalam hal kapasitas, baik dalam konteks manusia maupun sarana dan prasarannya.

Dua komponen lainnya, yaitu kerentanan dan keterpaparan secara fisik (*Exposure and Susceptibility/ES*) serta dampak tidak langsung dari bencana dalam hal sosial dan ekonomi (*Social economy Fragility/SF*) hampir semuanya bernilai kurang dari 20. Ini berarti seluruh wilayah memiliki kerentanan rendah dalam hal kerentanan dan keterpaparan secara fisik serta dampak tidak langsung bencana terhadap sosial ekonomi.

4. KESIMPULAN

Ketangguhan sosial ekonomi yang dimaksud pada penelitian ini adalah ketangguhan sosial ekonomi pada level wilayah, yaitu level kabupaten/kota. Dari PVI yang telah dihitung, dapat disimpulkan bahwa seluruh kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Selatan sudah memiliki ketangguhan sosial ekonomi yang cukup baik dalam menghadapi bencana. Ketangguhan sosial ekonomi dalam menghadapi bencana di masing-masing kabupaten/kota sudah cukup merata karena seluruh kabupaten/kota memiliki nilai PVI yang hampir sama.

Dari ketiga komponen penyusun PVI, disimpulkan bahwa komponen LR yang

mengacu pada kapasitas daerah yang dimiliki adalah komponen yang kerentanannya paling tinggi. Hal ini mengindikasikan perlunya meningkatkan kapasitas daerah dalam upaya meningkatkan ketangguhan sosial ekonomi.

5. SARAN

Hasil analisa menunjukkan bahwa nilai *Lack of Resilience* (LR) berada pada kerentanan kategori tinggi. Hal ini perlu mendapatkan perhatian bagi pemerintah Sumatera Selatan supaya kerentanan dapat diturunkan. Beberapa cara yang dapat dilakukan adalah dengan peningkatan sumber daya yang ada. Baik sumber daya manusia maupun sarana dan prasarana dalam menghadapi bencana.

Kapasitas sumber daya dapat ditingkatkan melalui pelatihan dan bimbingan teknis. Seperti pelatihan penanggulangan bencana yang disesuaikan dengan ancaman yang ada. Peningkatan kapasitas melalui bimbingan teknis untuk meningkatkan pengetahuan baik itu petugas maupun masyarakat.

Selain kapasitas petugas dan masyarakat, sumber daya peralatan penanggulangan bencana juga perlu ditingkatkan. Peralatan dan sarana ini digunakan untuk mempercepat penanganan ketika terjadi bencana. Namun yang perlu menjadi perhatian adalah semua peralatan dan sarana yang ada harus mampu dioptimalkan pemakaiannya oleh petugas penanggulangan bencana yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, D. (2015). Mengukur Tingkat Ketahanan Sosial Ekonomi Kabupaten/Kota di Daerah Istimewa Yogyakarta dalam Menghadapi Bencana Berdasarkan Indikator Disaster Deficit Index (DDI), Local Disaster Index (LDI) dan Prevalent Vulnerability Index (PVI). Tesis Universitas Pertahanan.
- Bappeda Provinsi Sumatera Selatan. (2015). Rencana Kerja Pemerintah Daerah (RKPD) Provinsi Sumatera Selatan tahun 2015.

- BPS Kabupaten Banyuasin. (2016). Kabupaten Banyuasin dalam Angka Tahun 2015.
- BPS Kabupaten Empat Lawang. (2016). Kabupaten Empat Lawang dalam Angka Tahun 2015.
- BPS Kabupaten Lahat. (2016). Kabupaten Lahat dalam Angka Tahun 2015.
- BPS Kabupaten Muara Enim. (2016). Kabupaten Muara Enim dalam Angka Tahun 2015.
- BPS Kabupaten Musi Banyuasin. (2016). Kabupaten Musi Banyuasin dalam Angka Tahun 2015.
- BPS Kabupaten Musi Rawas. (2016). Kabupaten Musi Rawas dalam Angka Tahun 2015.
- BPS Kabupaten Musi Rawas Utara. (2016). Kabupaten Musi Rawas Utara dalam Angka Tahun 2015.
- BPS Kabupaten Ogan Ilir. (2016). Kabupaten Ogan Ilir dalam Angka Tahun 2015.
- BPS Kabupaten Ogan Komering Ilir. (2016). Kabupaten Ogan Komering Ilir dalam Angka Tahun 2015.
- BPS Kabupaten Ogan Komering Ulu. (2016). Kabupaten Ogan Komering Ulu dalam Angka Tahun 2015.
- BPS Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan (2016). Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan dalam Angka Tahun 2015.
- BPS Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur. (2016). Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur dalam Angka Tahun 2015.
- BPS Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir. (2016). Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir dalam Angka Tahun 2015.
- BPS Kota Lubuklinggau. (2016). Kota Lubuklinggau dalam Angka Tahun 2015.
- BPS Kota Pagaralam. (2016). Kota Pagaralam dalam Angka Tahun 2015.
- BPS Kota Palembang. (2016). Kota Palembang dalam Angka Tahun 2015.
- BPS Kota Prabumulih. (2016). Kota Prabumulih dalam Angka Tahun 2015.
- BPS Provinsi Sumatera Selatan. (2016). Provinsi Sumatera Selatan dalam Angka Tahun 2015.
- Birkmann, J. (2006). Measuring Vulnerability to Promote Disaster-Resilient Societies: Conceptual Frameworks and Definitions dalam Measuring Vulnerability to Natural Hazards. United Nation University Press.
- Cutter, et.al. (2008). A Place-Based Model for Understanding Community Resilience to Natural Disasters. *Global Environmental Change*, 18(4), 598-606.
- Cardona, OD. dan M.L Carreno. (2010). Updating Indicators of Disaster Risk and Risk Management for The Americas.
- Endarti, Ajeng Tias. (2016). Pengaruh Ketangguhan Masyarakat Terhadap Kualitas Hidup di Daerah Rawan Bencana Pasca Erupsi Gunungapi Kelud 2014. Disertasi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia. <http://data.go.id/dataset/penduduk-miskin-dan-indeks-kemiskinan/resource/0416b371-e6a3-46b1-ab53-d8caef3cc728> diunduh pada tanggal 19 September 2016.
- <http://sirs.yankes.kemkes.go.id/> diunduh pada tanggal 20 September 2016.
- Kementerian Keuangan. (2016). LGF Anggaran Ringkas Tahun 2015.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2016). Statistik Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia Tahun 2015.
- Kementerian Negara Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak. (2016). Pembangunan Manusia Berbasis Gender Tahun 2015.
- Kementerian Pertahanan. Buku Putih Pertahanan Indonesia. (2014). Jakarta.
- Mayunga, Joseph S. Understanding and Applying The Concept of Community Disaster Resilience: A Capital-Based Approach. <http://www.ehs.unu.edu/file/get/3761>. Diunduh pada tanggal 3 Agustus 2016.
- Rose, Adam. (2004). Defining and Measuring Economic Resilience to Disasters. *Jurnal Disaster Prevention and Management* Volume 13, Number 4, 2004). ISSN 0965-3562.
- Twigg, J. 2012. Karakteristik Masyarakat Tahan Bencana. Australia-Indonesia Facility for Disaster Reduction (AIFDR), AusAID.

United Nation Internastional Strategy for Disaster Reduction. (2010). Terminologi Pengurangan Risiko Bencana - Edisi indonesia. Asian Disaster Reduction and Response Network.

Wisner, B. et.al. (2003). At Risk Second Edition, Natural Hazards, People's Vulnerability

and Disasters. Copyright to La Red (Latin America), Duryog Nivaran (South Asia) and Peri-Peri (Southern Africa). Kementerian Pertahanan. 2014. Buku Putih Pertahanan Indonesia.

PREVENTIVE TOWARD EARTHQUAKE'S DISASTER IN WEST SUMATERA BASED ON GEOPHYSIC ANALYSIS

Reza Prima Yanti¹, Suharsono², Indriati Retno Palupi³, Wahyu Hidayat⁴
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta^{1, 2, 3, 4}
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara) Condong Catur, Yogyakarta, Indonesia. 55283

reza.pyanti@yahoo.com

Abstract

Earthquake is a natural phenomenon that until now has not been able to predict the time of occurrence and can not be stopped. One of the provinces in Indonesia is prone to earthquakes is West Sumatra, as it is located along the subduction zone of the Sumatera Island. Based on geophysic studies, some areas in West Sumatra has been predicted become earthquake's prone namely Padang, Pesisir Selatan, Solok, Agam and Mentawai Island. From all that areas, Padang is the region which has the largest potential damage when an earthquake happen. It is because Padang as a capital city of West Sumatera that run multi-complex functions as a center of government, economy, education, housing and tourism. The condition of unstable region and the amount of damages that could be caused by the earthquake need an action of disaster prevention. This paper aimsto explain preventive way to minimize the impact of the earthquake based on geophysic analysis. Moving the capital city to the eastern part of West Sumatera that bordering with the Province of Riau, the District 50 City, is the preventive way towards disaster. The region is relatively stable and not included in the risk zone. Moving the capital city will provide two benefits at once. First, avoid the threat of earthquakes so that the central of government will be more stable. Second, creating a domino effect in the form of new economic growth centers in the border region of the province of West Sumatra and Riau. New economic growth center will be a magnet that attract people to live in that area and encourage the migration of people from disaster-prone areas to the center of the new economy that provides opportunities to improve the economic life of society and to avoid the risk of earthquakes.

Keywords : *Earthquake, Padang, Preventive of Disaster, Geophysic, Relocate Capital City.*

1. BACKGROUND OF THE STUDY

Indonesia is a country that has high level of vulnerability to catastrophic earthquakes because it lies at the confluence of three major tectonic plates, namely plates Indo - Australian and Pacific plates (Edwiza and Novita, 2008). The meeting between the Eurasian plate - Australia led to the formation of the subduction zone along the northern island of Sumatra to the Nusa Tenggara Islands. Earthquakes in the subduction zone is a common phenomena. Earthquakes are a natural phenomenon that still can not predictable time of occurrence and

also can not be stopped. However, potential hazards and risks caused by the earthquake can be avoided or minimized. Every year, the earth shaken by more than 10 earthquakes with a magnitude (energy) great many casualties, damaging buildings and infrastructure, even adversely affect the economic and social (Natawidjaya, 2005 in Edwiza and Novita, 2008).

West Sumatra is one of the provinces in Indonesia that prone to earthquakes because it is located along the subduction zone of Sumatera. While on the Sumatra itself, the western region is one area that is located on

the outskirts of active plate world. This can be seen in the high incidence of earthquakes on Sumatera, because this area is the meeting zone of the tectonic plates, but also due to the fault Mentawai (Mentawai Fault System) and Sumatra Fault System. Combination of the three earthquake sources add complexity and causing tectonic Sumatra. That condition create West Sumatra region as one of the areas prone to earthquakes. Historical data recorded seismic activity over the past 200 years back showed that West Sumatra is prone to earthquakes, with regard to its location at the confluence of the zone four large tectonic plates.

Geological structure of the area coupled with a dense residential population in the zone of higher seismic amplification helps explain the huge damage from the earthquake, both in terms of casualties and damage and loss of material. On 30 September 2009, an earthquake measuring 7.2 Richter (or 7.5 SR according to the USGS) has rocked West Sumatra that caused some areas in West Sumatra were affected as the city of Padang, Padang Pariaman, Agam and South Coastal District. As a result of the earthquake, infrastructure and utilities as well as residential areas suffered much damage. After the occurrence of the earthquake in 2009, the West Sumatra often has earthquake though the power still under 7.2 magnitude. But it still creating panic for the public and damage to infrastructure. Based on this situation, we can see that West Sumatra has great potential for experiencing an earthquake back in the future, especially in the western region adjacent to the source of the quake.

2. LITERATURE REVIEW

The disaster is an event or series of events that threaten and disrupt the lives and livelihood caused by natural factors and non-natural factors and human factors, resulting in the emergence of human lives, environmental damage, loss of property, and psychological impact (Law No.24 of 2007). Also John Oliver in the Handbook of Disaster Research (2007: 9) defines disaster as part of the environmental

process that greater than the expected frequency and magnitude, causes major 'human hardship with significant damage' (part of the larger environment of frequencies expected and the main cause of human difficulties with significant damage). Meanwhile, the United Nations define disaster as a serious disruption of the functioning of society, causing widespread human, material or environmental losses, which exceed the ability of the affected society to cope using only its own resources (malfunctioning of a serious public causing harm to human, material loss or environmental damage that exceeds the ability of the affected community in which way to address such damage just by using the resource itself (UN, 1992).

Meanwhile, according to the National Disaster Management Agency (BNPB, 2008) disaster is an event or series of events that threaten and disrupt the lives and livelihood caused by both natural factors and/or factors of non-natural or human factors that lead to the emergence of human lives, damage to the environment, loss of property, and psychological impact. Disaster itself can be classified into two categories, natural or environmental disasters and disasters due to human activities or the creation (technology) (Gustin, 2005: 61). Includes natural disasters such as cyclones, tornadoes, floods, and earthquakes. While other examples of disasters caused by human activity or incidents include accidents tech materials, radiological accidents, transportation accidents, bombings and electrical failure. According to the Ministry of Social Affairs, disaster management is a dynamic process, continuous and integrated to improve the quality of the measures related to the observation and analysis of disasters and disaster prevention, mitigation, preparedness, early warning, emergency response, disaster rehabilitation and reconstruction. While according to the Disaster Management Act 24 of 2007 states that implementation of disaster management is a series of efforts that include the establishment of development policies that are at risk of the onset of the disaster, disaster prevention, relief and rehabilitation.

Disaster management activities can be divided into three main activities (Coppola, 2007):

1. The pre-disaster activities that include prevention, mitigation, preparedness and early warning.
2. Activities during disaster which includes emergency response activities to alleviate suffering while, such as the activity search and rescue (SAR), emergency assistance and evacuation.
3. Activities include a post-disaster recovery activities, rehabilitation and reconstruction.

Pre-disaster phase activities have been widely overlooked, but quite the pre-disaster activities at this stage is very important because what is already prepared at this stage is a capital in the face of disaster and post-disaster. Very few government and private together with the community to think about the steps or activities of what needs to be done in the face of disaster or how to minimize the impact of disasters (Schneid and Collins, 2001). The activities undertaken when a disaster occurs immediately upon occurrence of a disaster, to cope with the impact, especially in the form of rescue and property, evacuation and displacement, will get full attention from both government and the private shared society. At the time of the disaster, usually so many people are paying attention and lend a hand provide energy assistance, moral and material. The amount of assistance is an advantage that should be managed properly, so that any aid received can be appropriate, effective, precise benefit, and occurs efficiency (Higgins in Linda and Donald, 2005: 65). The activities in post-disaster phase is a process of improvement of the condition of the affected people, by re-creating infrastructure and facilities in its original state. At this point to note is that the rehabilitation and reconstruction will be implemented must fulfill the standards of disaster, not only do physical rehabilitation but also should be noted the rehabilitation of the psyche that occurs as fear, trauma or depression (Schwab, 1998).

3. METHODOLOGY

As the region lies in the earthquake-prone zones and the magnitude of the losses incurred in the event of an earthquake, the province of West Sumatra need to adapt and change the paradigm in face of such disasters. The earthquake that struck the province of this often requires an effort which not only emphasizes the aspects of post-disaster but more emphasizes the aspect pre-disaster. That's why the efforts should be prepared before a disaster happen again because it will cause loss of life and infrastructure. This study provides recommendations to policymakers in the field of disaster mitigation as one step in minimizing and anticipate the magnitude of losses due to the earthquake that occurred in the province of West Sumatra. This recommendation was made based on the mapping of disaster-prone zones earthquake that identified through geophysical studies.

4. RESULTS AND DISCUSSION

West Sumatra is one of the earthquake-prone areas in Indonesia because it lies near a subduction zone on the west coast of Sumatra. Subduction zones are the result of the collision zone between the Australian plate and the Eurasian plate, forming a subduction zone along the western coast of Sumatra, south of Java up to Nusa Tenggara. The subduction zone is one source of the earthquake. Usually earthquakes that dominate the quakes with magnitude value is high enough, so that this earthquake is referred to as megathrust earthquake. In addition, along the island of Sumatra Fault Semangko, there are also a source of the quake but not for the large magnitude earthquake source megathrust. Fault Semangko also pass through the province of West Sumatra, especially in the central part of the province.

Mentawai Islands are located in the west of West Sumatra and separated an archipelago formed by the slab pull force below the surface. Pull Slab style is a style which caused by differences in the density below the

surface. Pull Sab illustration style can be seen in Figure 1 below:

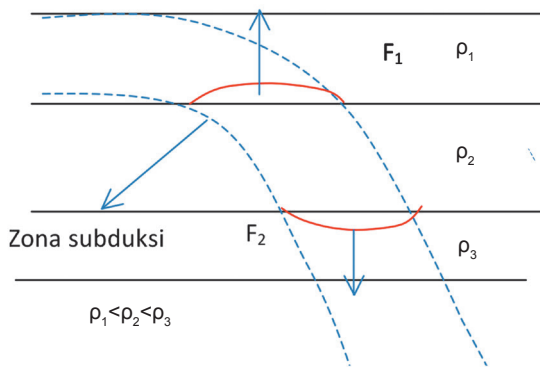


Figure 1. Ilustrasi Gaya Slab Pull.

Pull Slab style usually occurs at around a depth of 410 km. There are differences in the density of which $\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$. In regions where $\rho_1 < \rho_2$, according to the law of Archimedes, lift up into the higher (F_1) so that the force that occurs is the lift to the top. While on $\rho_2 < \rho_3$, the downward force (F_2) becomes higher. F_1 is the force that causes the appearance of the Mentawai islands. It is also close to the subduction zone seismicity making potential in the Mentawai Islands quite high.

PSHA (Probabilistic Seismic Hazard Analysis) is a method for calculating the vulnerability resulting from the earthquake. The resulting output is in the form of a hazard map of PGA (Peak Ground Acceleration) or acceleration of the ground motion. Data processing using software Ez Frisk involving Logic Tree in the calculation of the chances of any source of the earthquake in the region. The data used is data USGS earthquake catalog, ISC and EHB for West Sumatra since 1970 to 2015 with a moment magnitude ≥ 5 . Disaster Risk Map Study Results Summary Earthquake Map Revision Team Indonesia in 2010 as a reference or referral patterns generated disaster-prone.

Based on Figure 2, the PGA values expressed in blue to yellow of the declared PGA low to high value. Seen that the Mentawai Islands of West Sumatra and the middle part is the yellow zone that has high value of PGA.

The layout of the Mentawai islands near the subduction zone and the central part of West Sumatra fault Semangko traversed the cause of high value of PGA in both these areas. The second vulnerable zone is the western part of West Sumatra where the provincial capital of Padang as included in it, and tramstop prone zones is the eastern part of West Sumatra bordering Riau province has a low value PGA.

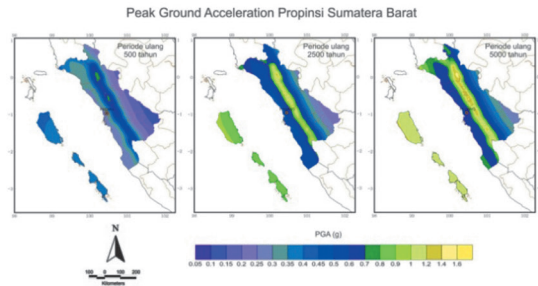


Figure 2. Map of West Sumatra Disaster Prone.

PGA map created by the earthquake return period of 500, 2500 and 5000 years of building customized with resistance standards, especially for critical infrastructure presence to the community, if the damaged infrastructures will pose a danger in the community. In addition, the economic factor in the resistance of a building is also considered. Padang city as the Capital is located on the second prone zones. Kota Padang is located just above the megathrust earthquake source. Here is presented a hazard curves for the city of Padang:

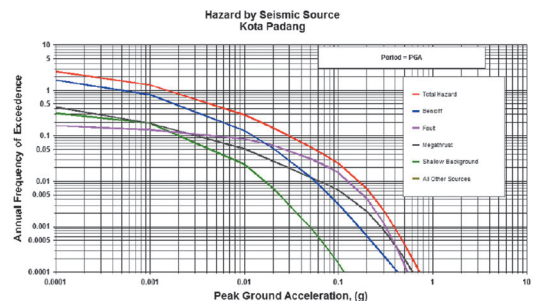


Figure 3. Seismic Hazard curve for Kota Padang.

Figure 3 is a seismic hazard curves for different sources of earthquakes that may occur in Kota Padang. The x-axis states PGA and the y-axis value states the frequency of occurrence

of the earthquake. Seen that megathrust earthquake source marked with black curve is the source of the largest earthquake in Padang. Megathrust earthquake source has a value of frequency of occurrence of earthquake and PGA are quite high.

Based on the results of the geophysical analysis can be known that the Kota Padang is very prone to earthquakes. It caused by the located of Kota Padang which is above the source of the earthquake megathrust while also run multi function (multiple functions) as the center of government, economy, housing, education and tourism. Based on Government Regulation No. 17 of 1980, which was later adapted by Act No. 22 of 1999 and Government Regulation No. 25 of 2000 extensive previous Kota Padang is 694.96 km² (mainland) or 1.65 percent of the area of West Sumatra province into 1414.96 km² net of sea area of 720 km² (BPS Kota Padang, 2016).

By 2015 the population of the Kota Padang reached 902 413 people. Since 2010, the population growth tends to increase, from minus 0.95% in 2010 to 1.68% in 2011. In 2012 the population of Padang rose to 854

336 people (1.52%). In 2013 increased to 876 678 people (1.37%), 2014 increased again to 889 646 people (1.62%). 2015 rose again to 902 413 people (1.44%). The distribution of population by region still not done well. Along with the increasing of population, the population density of Kota Padang increased from 1,280 inhabitants per km² in 2014 to 1,299 inhabitants per km² in 2015.

The earthquake rocked West Sumatra on September 30, 2009 at 17:18 GMT with the strength of 7.9 on the Richter Scale (SR) and centered (epicenter) in the Indian Ocean 57 km Southwestern Pariaman with a depth of 71 km. This disaster claimed many casualties. In addition to casualties, the earthquake also resulted in some buildings collapsed and severely damaged, the road split at some point in the city of Padang, even a fire at several locations, one of them in Pasar Raya Padang. Aftershocks occurred at 17:38 pm measuring 6.2 on the Richter Scale (SR), the location of LS 0.72 - 99.94 BT centered in the Indian Ocean 22 km Southwestern Pariaman with a depth of 110 km. Furthermore, on Thursday, October 1, 2009 at 09.00 am back in an earthquake measuring 7.0.

Table 1. Recapitulation Earthquake Victims 30 September 2009.

No.	District	Victims			
		Lose	Died	Big Injured	Small Injured
1.	Bungus Teluk Kabung		8		38
2.	Lubuk Kilangan		5	31	32
3.	Lubuk Begalung	1	40	24	60
4.	Padang Selatan		35	42	43
5.	Padang Timur		41	109	113
6.	Padang Barat		81	110	264
7.	Padang Utara	1	28	52	31
8.	Nanggalo		27	10	59
9.	Kuranji		36	29	38
10.	Pauh		13	1	32
11.	Koto Tangah		19	23	61
12.	Alamat Tidak Diketahui		11		
13.	Luar Daerah		39		
Total		2	383	431	771

Source: BPBD Kota Padang, 2010.

Impact of the earthquake towards Kota Padang is damage and loss of infrastructure, water and sanitation. Number of damaged houses reached 107.028 units as shown in the following table. The estimated loss of houses by the earthquake in Padang around Rp. 5,506,751,250,000.

even the potential for recurrence of earthquakes in the future is huge. Kota Padang as the capital city of West Sumatra province is highly vulnerable to the impact of the earthquake and will suffer a great loss if an earthquake rocked again as it was located directly above the epicenter of megathrust. Learn from the

Table 2. Data Distribution of Damage for Housing Sector.

No.	District	Victims			
		Heavy Damage	Moderately Damage	Minor Damage	Total in number
1.	Bungus Teluk Kabung	1.151	1.044	1.219	176.793.750.000
2.	Lubuk Kilangan	2.441	2.098	2.315	362.328.750.000
3.	Lubuk Begalung	4.976	5.305	6.506	836.651.250.000
4.	Padang Selatan	2.436	2.535	2.887	399.386.250.000
5.	Padang Timur	1.670	3.087	3.395	381.543.750.000
6.	Padang Barat	2.160	2.202	2.399	347.940.000.000
7.	Padang Utara	2.666	3.036	3.102	450.517.500.000
8.	Nanggalo	2.787	1.911	1.468	360.000.000.000
9.	Kuranji	4.990	4.749	4.753	767.036.250.000
10.	Pauh	1.129	1.426	2.005	214.233.750.000
11.	Koto Tangah	7.191	8.423	7.566	1.210.320.000.000
Total		33.597	35.816	37.615	5.506.751.250.000

Source: Agency for Rehabilitation and Reconstruction (BPRR), 2009.

Besides what happen to housing and infrastructure, damages and losses also occurred in the social sectors (education, health, cultural, religious and social institutions) as well as the productive sector and across sectors. The value of damage and losses are greatest at the housing component of the value of damage and losses reached Rp. 15:41 trillion. The infrastructure sector suffered damage and losses reached Rp 963 billion, social sectors reached Rp 1.52 trillion, economic sectors reached Rp 2.3 trillion, sub-sectors of government and environment suffered damage and losses amount Rp 674.6 billion, bringing the total value of damage and recorded losses of Rp 20.86 trillion.

Based on the results of geophysical research can be find the disaster-prone areas and areas that are not prone to earthquake in West Sumatra province. Kota Padang in identification is very prone to earthquakes, and

earthquake that rocked West Sumatra in 2009 can be seen that the magnitude of the damage and losses caused by the earthquake disaster, especially for Kota Padang which run multi functions.

Different with Kota Padang, in geophysical studies also found the area that not prone to earthquakes, namely the eastern part of West Sumatra. The eastern region is little potential for the affected, which is Kabupaten 50 Kota. This kabupaten composed of 13 districts and has 3354.30 km² of land area, which means 7.94% of the landmass of West Sumatra province which covers 42229.64 km² (BPS Kabupaten 50 Kota, 2015). Kabupaten 50 Kota flanked by four districts, which are Agam, Tanah Datar district and Sinjunjung and Pasaman, and also by one province which is Riau Province.

Kabupaten 50 Kota has availability to serve as the capital of West Sumatra province

because it is supported by some of the aspects to be built as a capital. First, from the aspect of land availability. Kabupaten 50 Kota area still widely available. The development area into several areas in Kabupaten 50 Kota still wide open for example Tanjung Pati, Batingkok Lubuk Batu Balang up Taram with their many undeveloped state land for development. Second, from the historical aspect. Kabupaten 50 Kota, especially Sarilamak City is a major city for trading transit in the East Minangkabau in history 18-20 AD. Various plantations, mining and forestry are collected in Sarilamak then taken to the Base (Kotabaru), which became the largest river port of East Minangkabau at that time. From Base, commodities trading were brought to the Kuala Kampar in the Malacca Strait by passing Mahat Batang - Batang Kampar - Taratak Reed - Kuntu - Lipat Kain - Pangkalan Kerinci - Pangkalan Kuras - Cotton Base - Base Indarung - Palalawan. The seller will meet with traders from Arabia, India, United Kingdom, America and China in the region and subsequent trading of various commodities will be forwarded by the merchants to Penang and Melaka.

Third, the economic aspect. In its development, trade flows between Riau West Sumatra overland passes more rapidly. Research from Department of Infrastructure's Development of West Sumatra proved that the road in 2002 has passed by around 6800 vehicles on weekdays and about 11,350 on holidays, and carry about 28.5 million tons of goods and 15.8 million people across the line Payakumbuh - Pekanbaru. From this perspective then Kabupaten 50 Kota under the leadership of Regent's Alis Marajo (2000-2005) opened the way to some areas in the central part of Sumatra, which connects Kabupaten 50 Kota to other regions. Traffic access to Riau Province developed with the opening of the road from the base to the Lipat Kain. Traffic access to the economy of North Sumatra is also developed through the beehive, Kapur IX to Rokan. Besides the potential areas that could be further developed to economic development, Kabupaten 50 Kota also has the airport that ever functioned in 1942-1950. This is quite different

from the situation with the city of Padang who continue to experience obstacles in economic development for Teluk Bayur as the economic hub of Padang slowing down of economic activity and can not be developed. Fourth, from the aspect of affordability location of various regions in West Sumatra. As the capital which became the center for the activities of the provincial government, then access to the city should be able to reach from various regions. Kabupaten 50 Kota with the Sarilamak as capital city relatively close to the entire region in West Sumatra, except Mentawai Islands.

5. CONCLUSION

West Sumatra is a province that prone to earthquakes. Based on geophysical studies can be find that the middle lane of the province is very dangerous and potentially higher risk of earthquakes. In addition, the western part of the province such as the Mentawai Islands and the city of Padang is also high potential affected by the earthquake, especially Kota Padang. This is due to Kota Padang located above the epicenter megathrust and also as the capital city of West Sumatra. With the role as the capital city, the risk of losses incurred when the quake hit most large compared to other areas in West Sumatra. Earthquake threat many buildings institutions, education, public facilities. Earthquake also had an impact on the economy and local communities. The amount of risk that must be faced and the potential for a recurrence of earthquakes in Padang cause high levels of vulnerability of Kota Padang as the provincial capital. Meanwhile, according to geophysical studies, it can be seen that there is a safe area of the earthquake, the eastern region of West Sumatra province, which is known Kabupaten 50 Kota. Kabupaten 50 Kota have some potential which are not prone to the threat of earthquake and has availability to be capital city. Thus, an attempt to relocate the capital city of West Sumatra from Kota Padang were highly vulnerable to disasters to Kabupaten 50 Kota which not prone to earthquakes is a recommendation to mitigate disasters as well as the development of West Sumatra province in the future.

REFERENCES

- Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Padang, 2016
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten 50 Kota, 2015
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Padang, 2010
- Badan Pelaksana Rehabilitasi dan Rekonstruksi (BPRR), 2009
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), 2008
- Coppola, D.P, 2007, Introduction to International Disaster Management, Butterworth-Heinemann, Oxford
- Edwiza, Daz dan Sri Novita, 2008, Pemetaan Percepatan Tanah Maksimum dan Intensitas Seismik Kota Padang Menggunakan Metode Kanai, Jurnal Teknik No.29 Vol.2 Tahun XV Universitas Andalas
- Gustin, J.F, 2005, Disaster and Recovery Planning: A Guide for Facility Managers, The Fairmont Press Inc, Lilburn
- Handbook Disaster Research, 2007
- Higgins, V., 2001, Smoothing the Process of Change? A Genealogy of Farm Viability in Australia(1967-1997), Queensland
- Schneid, T. D., & Collins, L., 2001, Disaster Management and Preparedness, CRC Press LLC, Florida
- Schwab, J., 1998, Planning for Post-Disaster Recovery and Reconstruction, Chicago
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana

ANALISIS SEBARAN BANJIR BERDASARKAN SKENARIO PERIODE ULANG DEBIT (STUDI KASUS: SUB DAS CITARUM HILIR)

Rinanda Putri Cahyanti¹, I Putu Santikayasa²

Departemen Geofisika dan Meteorologi, Institut Pertanian Bogor^{1,2}
Wing 19 Level 4 Gedung FMIPA Kampus IPB Dramaga Bogor 16680

psantika@gmail.com

Abstract

The lower Citarum subbasin is a flood prone area. Small land slope causes a lot of stagnant water flow. The subbasin is dominated by agricultural land, so that inundation area affect crop yields and productivity. The objectives of this research are to evaluate the inundation floodplain area and evaluate the flood area both rice field and residential land covers. The inundation area is evaluating using HEC-RAS hydrological model to calculate water surface profile. The result showed that highest inundation area is located in the Karawang district about 40% of the total area. Furthermore, the inundation areas are expected to increase about 22%, 126% and 196%, in the scenarios of return period of the 5, 25 and 100 years, respectively. The highest inundation of agriculture area is at Karawang subdistrict or about 58% of the total area, and Telukjambe subdistrict of the residential area or about 42% of the total area. It can be concluded that hydrological model is able to use as a tool for assessing the flood in the area.

Keywords : Flood Modelling, HEC-RAS, Flood Inundation, Citarum Subbasin.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Banjir merupakan suatu bencana yang dapat menyebabkan kerusakan dan kerugian yang besar serta sering menjadi bencana tahunan di suatu wilayah terutama di daerah dataran rendah Asia. Bentuk topografi berupa cekungan maupun dataran rendah dengan slope kecil sering menjadi daerah rawan banjir. Pada umumnya dataran rendah Indonesia merupakan daerah pertanian. DAS Citarum bagian hilir termasuk wilayah dataran rendah dengan didominasi penggunaan lahan sawah terutama di Kabupaten Karawang sebagai sentral produksi beras nasional (Santikayasa et al, 2014). Banjir pada lahan sawah akan mempengaruhi hasil panen dan produktivitasnya.

Bencana banjir di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahun. Tercatat dari tahun

2001 sampai 2005 jumlah kejadian banjir mencapai 661 kejadian (BNPB 2009). Namun di tahun 2015, BNPB mencatat sudah ada 492 kejadian banjir di Indonesia (BNPB 2015) sehingga menimbulkan kerugian secara langsung maupun tidak langsung.

Curah hujan atau debit penyebab banjir dengan besaran tertentu dapat terjadi kembali dengan intensitas yang sama atau melampauinya dalam jangka waktu tertentu yang disebut periode ulang. Periode ulang ini digunakan dalam melakukan penilaian resiko banjir dengan mengestimasi kerusakan yang ditimbulkan banjir pada beberapa periode ulang (Ward et al. 2011). Estimasi daerah rawan banjir dapat dilihat salah satunya dari luasan wilayah tergenang banjir, sehingga perlu dilakukan pemetaan wilayah yang berpotensi tergenang banjir berdasarkan periode ulang debit. Salah satu model hidrologi yang sering digunakan adalah model *Hydrological Engineering Center*

River Analysis System (HEC-RAS) yang didukung HEC-GeoRAS.

1.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi sebaran daerah rawan banjir di sub DAS Citarum Hilir berdasarkan periode ulang debit 5, 25, 100 tahunan serta menghitung luasan wilayah yang tergenang pada dua tutupan lahan, pertanian dan pemukiman.

2. METODOLOGI

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian bertempat di Sungai Citarum, sub DAS Citarum Hilir, DAS Citarum dengan pengolahan data bertempat di Laboratorium Hidrometeorologi, Departemen Geofisika dan Meteorologi, IPB. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai Mei 2016.

2.2. Alat dan Bahan

Data yang digunakan meliputi data *Digital Elevation Model (DEM)* resolusi 30 x 30 meter, geometri sungai hasil olahan data DEM di ArcMap, *debit outlet* Bendung Walahar tahun 2005 sampai 2015, peta jaringan sungai, curah hujan Sub DAS Citarum Hilir tahun 2005 sampai 2015, peta Citarum Hilir, Citra satelit Landsat-8 bulan Juli 2015 dan Landsat-5 bulan Agustus 2010, serta peta penggunaan lahan tahun 2012.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat komputer yang dilengkapi perangkat lunak *Ms. Excel*, *Global Mapper*, *software* pengolahan data *Geographic Information System (GIS)* ArcMap.10.1 terintegrasi HEC-geoRAS, *software* HEC-RAS 4.1.0, serta ArcHydro.

2.3. Prosedur Analisis Data

2.3.1. Tahap Persiapan Data

Peta jaringan sungai (morfologi sungai), peta Citarum Hilir, data DEM ASTER resolusi

30 x 30 meter dan layer *shapefile* sub DAS Citarum Hilir digunakan dalam tahap awal pemodelan wilayah banjir. Data tersebut harus memiliki sistem koordinat yang sama dan untuk penelitian ini digunakan sistem koordinat proyeksi UTM 48 *Southern*. Morfologi sungai diperoleh dari turunan data DEM menggunakan aplikasi ArcHydro. Klasifikasi penggunaan lahan juga dilakukan yang berguna untuk mengetahui luas lahan yang tergenang banjir pada beberapa periode ulang.

2.3.2. Analisis Data Debit

Periode ulang merupakan suatu waktu saat debit atau curah hujan dengan besaran tertentu sama atau dilampaui pada jangka waktu tertentu dan menunjukkan derajat keseringan suatu peristiwa terjadi, sehingga dapat didefinisikan sebagai kebalikannya dari probabilitas (peluang terlampaui) (Mohymont 2004). Data debit yang digunakan dalam penelitian ini adalah debit harian selama 11 tahun dari tahun 2005 sampai 2015. Uji kecocokan antara model distribusi empiris data historis yang dianalisis dengan empat belas jenis distribusi frekuensi teoritis menggunakan aplikasi *Crystall ball* yang terintegrasi microsoft excel. Distribusi empiris yang mendekati distribusi frekuensi teoritis dipilih berdasarkan nilai statistik Anderson - Darling terkecil. Menurut Sri Harto (1993), pemilihan jenis distribusi yang kurang tepat akan menyebabkan kesalahan perkiraan yang cukup besar baik *over estimated* atau *under estimated*.

Jika hasil distribusi yang diperoleh cenderung termasuk dalam distribusi gamma, maka parameter distribusi seperti parameter bentuk (α) dan parameter skala (β) yang menyusun model dapat diperoleh dari pengolah statistik. Langkah selanjutnya adalah transformasi model distribusi menjadi fungsi distribusi peluang kumulatif (*cumulative distribution function, cdf*) dengan persamaan umum:

$$p = F(x|a,b) \quad (1)$$

dimana p merupakan nilai peluang cdf, F adalah fungsi distribusi peluang kumulatif tertentu, x menunjukkan data yang akan dianalisa, a dan

b merupakan nilai parameter distribusi peluang. Nilai debit kemudian dihitung dengan melakukan *inverse* pada fungsi distribusi kumulatif (*inverse cumulative distribution function, icdf*) dari cdf yang diperoleh sebelumnya (Dasanto 2015). Bentuk umum persamaan tersebut adalah sebagai berikut:

$$x = F^{-1}(p|a,b) \quad (2)$$

dimana x adalah nilai debit pada periode ulang tertentu, F^{-1} adalah fungsi *icdf*, p merupakan nilai periode ulang, a dan b nilai parameter distribusi peluang.

2.3.3. Pemodelan Wilayah Banjir

HEC-RAS merupakan model hidraulik satu dimensi aliran mantap (*steady flow*) atau tidak mantap (*unsteady flow*) (USACE 2010) sedangkan HEC-GeoRAS digunakan untuk membuat data geometri sebagai input data HEC-RAS dan membuat hasil model dalam format spasial. Pemetaan daerah sebaran banjir dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya kualitas data terrain (DEM), susunan penampang melintang (*cross section*), dan penggunaan 1D atau 2D model hidraulik (Cook 2008). Dalam HEC-RAS, pemodelan wilayah banjir dilakukan melalui 3 tahap yaitu *pre-processing*, peniruan aliran dan *post-processing*.

(1) *Pre-processing*

Pre-processing atau proses peniruan geometri sungai pada ArcMap terintegrasi HEC-GeoRAS menggunakan terrain dalam bentuk GRID maupun TIN (USACE 2009). Layer yang digunakan untuk membuat data geometri sungai diantaranya: garis aliran sungai (*stream centerline*), batas kanan dan kiri sungai (*bank lines*), batas area sebaran banjir maksimal (*flowpaths centerline*), dan penampang melintang (*cross section*).

(2) *Peniruan Aliran*

Peniruan aliran pada HEC-RAS dimaksudkan untuk penentuan profil muka air. *Steady flow* menunjukkan suatu kondisi saat kedalaman dan kecepatan aliran pada suatu saluran tidak berubah

terhadap waktu. Sebaliknya pada aliran tak mantap (*unsteady flow*), perubahan kedalaman dan kecepatan terjadi terhadap waktu dan jarak sepanjang saluran (Tate dan Maidment 1999).

Perhitungan hidraulik untuk memperoleh profil muka air menggunakan persamaan energi dengan memperhitungkan kehilangan tinggi energi dan kapasitas angkut sungainya. Perhitungan profil muka air dalam simulasi aliran mantap menggunakan persamaan energi antara dua penampang melintang.

$$Y_2 + Z_2 + \frac{a_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{a_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad (3)$$

dimana Y_1 dan Y_2 adalah kedalaman aliran, Z_1 dan Z_2 elevasi dasar saluran, V_1 dan V_2 kecepatan rata-rata, a_1 dan a_2 adalah koefisien, g percepatan gravitasi dan h_e koefisien kehilangan energi.

Kehilangan tinggi energi (h_e) terdiri dari kehilangan energi karena gesekan (*friction losses*) dan karena perubahan tampang (*contraction or expansion losses*) dapat dihitung berdasarkan persamaan:

$$h_e = L \cdot S_f + C \left| \frac{a_2 V_2^2}{2g} - \frac{a_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (4)$$

dimana L merupakan panjang penggal sungai antar kedua penampang yang diberi bobot menurut debit, S_f *representatif friction slope* antar kedua penampang dan C adalah koefisien kehilangan energi akibat perubahan penampang.

Kehilangan energi akibat gesekan merupakan hasil perkalian kemiringan garis energi dengan panjang penggal sungai. Kemiringan garis energi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan *Manning*.

$$S_f = \left(\frac{Q}{K} \right)^2 \quad (5)$$

Kapasitas angkut dan kecepatan rata-rata aliran dihitung dengan membagi penampang menjadi 3 bagian yaitu bantaran kiri (*left overbank*), alur utama (*main channel*), dan bantaran kanan (*right overbank*). Koefisien Manning n ditetapkan pada setiap bagian tampang sungai dan dihitung berdasarkan

persamaan Manning berikut:

$$Q = K S_f^{1/2} \quad (6)$$

$$K = \frac{1}{n} A R^{2/3} \quad (7)$$

dimana K adalah kapasitas angkut tiap bagian tampang, n koefisien kekasaran manning, A sebagai luas tampang basah tiap bagian tampang dan R adalah radius hidraulik. Menurut Parhi (2013), kekasaran Manning diperhitungkan sebagai parameter yang paling sensitif dalam membangun model hidraulik untuk prediksi banjir dan pemetaan sebaran banjir.

Penentuan regim aliran pada HEC-RAS menggunakan perbandingan gaya-gaya inersia dan gravitasi atau dikenal sebagai Bilangan Froude:

$$F = \frac{V}{\sqrt{(g.L)}} \quad (8)$$

dimana V adalah kecepatan aliran, g percepatan gravitasi, L sebagai kedalaman saluran. Berdasarkan nilai F, regim aliran ditentukan berdasarkan kriteria berikut:

F = 1,0 (Aliran Kritis)

F < 1,0 (Sub-Kritis)

F > 1,0 (Super-Kritis)

(3) **Post-processing**

Post processing merupakan proses pada HEC-GeoRAS yang terintegrasi ArcGis untuk melakukan pemetaan sebaran banjir dari hasil simulasi aliran pada HEC-RAS. Hasil luaran HEC-RAS dikonversi dari format file sdf ke format XML. *Water surface triangulated irregular networks* (TINs) yang terbentuk dan terrain model dalam *cell size* yang sama digunakan dalam membuat delineasi *floodplain* sehingga membentuk area dan kedalaman genangan banjir yang menunjukkan sebaran banjir wilayah. Kedalaman genangan dianalisis berdasarkan nilai muka air yang lebih tinggi dari nilai terrain-nya, kemudian kedalaman banjir tersebut dikonversi ke bentuk poligon sehingga diperoleh luas genangan.

2.3.4. Validasi Model

Validasi model digunakan untuk menunjukkan kelayakan hasil model.

Validasi model dilakukan dengan melakukan pengecekan sebaran banjir hasil keluaran model dengan kondisi sebenarnya pada citra satelit. Tingkat kesesuaian diuji menggunakan metode Horritt dan Bates (2002) dengan persamaan sebagai berikut:

$$F = \frac{(Num(S_{mod} \cap S_{obs}))}{(Num(S_{mod} \cup S_{obs}))} \times 100 \quad (9)$$

S_{mod} dan S_{obs} merupakan sejumlah pixel banjir berdasarkan hasil model dan observasi pada citra satelit. Num (.) menunjukkan jumlah anggota himpunan. F bervariasi antara 0 untuk hasil yang tidak memiliki kesesuaian lokasi genangan banjir antara prediksi dan observasi dan 100 untuk hasil prediksi yang memiliki kesesuaian sempurna dengan observasi.

2.3.5. Analisis Genangan Banjir

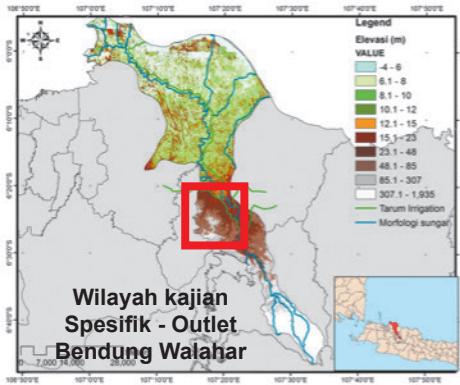
Luas genangan sebaran banjir pada kondisi saat ini dan skenario periode ulang, dilakukan dengan membandingkan peningkatan luas serta kedalaman sebaran banjir. Persentase luasan wilayah tergenang dihitung pada penggunaan lahan di kecamatan yang menjadi lokasi banjir pada beberapa periode ulang, untuk menentukan besar lahan tergenang terutama wilayah dengan potensi lahan dengan produktivitas yang tinggi untuk mengestimasi kerugian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Profil Wilayah Kajian

Secara astronomis, sub DAS Citarum Hilir berada pada 106°58'58" - 107°35'9" BT dan 5°54'39" - 6°46'15" LS dengan luas area 159.573 ha melewati Kabupaten Purwakarta, Bekasi dan Karawang. Elevasi berkisar antara -4 merupakan lokasi tambak di pantai utara dekat Laut Jawa sampai 1.935 mdpl. *Slope* wilayah berkisar antara 0° sampai 13°. Sebagian besar wilayah kajian merupakan dataran rendah terutama Kabupaten Karawang dan Bekasi. Suhu udara rata-

rata wilayah berkisar antara 26 – 27,5°C. Curah hujan wilayah tahunan sebesar 1.707 mm/tahun termasuk kedalam pola hujan monsoonal dengan nilai terendah sekitar 23 mm pada bulan Agustus dan tertinggi 371 mm bulan Januari.



Gambar 1. Elevasi wilayah Sub DAS Citarum Hilir

Lokasi spesifik wilayah kajian adalah sungai Citarum Hilir setelah outlet Bendung Walahar sampai pertemuan antara sungai Citarum dengan sungai Cibeed di Kecamatan Telukjambe (107°15'18" – 107°22'45" BT dan 6° 15'31" - 6°23'54" LS). Elevasi wilayah berkisar antara 4 – 124 meter. Sebagian besar wilayah termasuk dataran rendah dengan $slope < 2^\circ$ termasuk dalam kelas kemiringan lahan agak curam sampai datar.

3.2. Klasifikasi Jenis Penggunaan Lahan

Klasifikasi penggunaan lahan dilakukan menggunakan data citra Landsat-8 bulan Juli tahun 2015 dengan metode Klasifikasi Terbimbing (*supervised*). Metode ini menggunakan perhitungan algoritma sejumlah pixel yang dikelompokkan berdasarkan nilai *Digital Number* (DN) citra yang serupa atau mendekati dengan beberapa sampel yang diambil sebelumnya. Identitas awal kelas spektral ini belum diketahui sehingga hasil klasifikasi perlu dibandingkan dengan penggunaan lahan kondisi aktual menggunakan data rujukan sebagai referensi.

Tabel 1. Luas penggunaan lahan Sub DAS Citarum Hilir.

Penggunaan Lahan	Luas (Ha)
Badan Air	19.263
Sawah	52.874
Vegetasi non sawah	42.770
Lahan terbuka	27.432
Pemukiman	15.397

Secara umum diperoleh sawah memiliki luas 52.874 ha atau sekitar 33% dari luas total Sub DAS Citarum Hilir yang sebagian besar berada di Kabupaten Karawang. Lahan sawah yang tidak ditanami padi atau masih berupa lahan kosong, diklasifikasikan sebagai lahan terbuka karena perbedaan nilai pixel saat pengelompokkan dengan nilai pixel sawah. Pemukiman penduduk rata-rata berada di Kabupaten Purwakarta, Bekasi dan sepanjang aliran sungai Citarum seluas 15.397 ha. Badan air terdiri dari sungai dan rawa yang berada di pantai utara wilayah kajian dekat Laut Jawa.

3.3. Analisis Data Debit

Data debit yang digunakan merupakan data dari stasiun pengukuran debit Bendung Walahar. Analisis dilakukan untuk menghitung debit periode ulang 5, 25 dan 100 tahunan. Tabel 2 menunjukkan debit periode ulang 5, 25, dan 100 tahunan serta debit kondisi saat ini (*existing*) yang merupakan debit rata-rata Sungai Citarum tahun 2005 – 2015. Jenis distribusi yang digunakan dalam menentukan periode ulang debit diperoleh jenis sebaran gamma dengan nilai parameter bentuk (α) sebesar 0,276 dan parameter skala (β) sebesar 269,08.

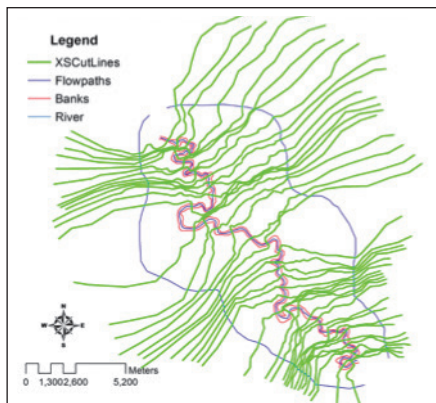
Tabel 2. Debit tiap periode ulang Stasiun Bendung Walahar.

Stasiun	Debit Existing (m ³ /s)	Debit Periode ulang (m ³ /s)		
		5	25	100
Bendung Walahar	75	112	393	685

Pengujian jenis distribusi terpilih menggunakan metode Anderson-Darling untuk menguji bahwa sampel data berasal dari populasi dengan distribusi tersebut. Metode ini merupakan modifikasi dari uji Kolmogorov-Smirnov (KS). Nilai kritis KS tidak tergantung pada distribusi tertentu yang sedang diuji sedangkan uji Anderson-Darling memanfaatkan distribusi tertentu dalam menghitung nilai kritis (Fallo et al. 2013) sehingga uji yang dilakukan lebih sensitif. Uji Anderson-Darling memiliki kelemahan bahwa nilai kritis harus dihitung untuk setiap distribusi. Distribusi dengan nilai kritis terkecil ditentukan sebagai distribusi terpilih. Pada penelitian ini distribusi yang terpilih yaitu distribusi gamma dengan nilai kritis sebesar 108,96.

3.4. Pemodelan Sebaran Banjir

Data geometri untuk simulasi aliran di HEC-RAS memuat informasi pada setiap penampang melintang yang dibuat, struktur hidraulik, batas sungai utama dan informasi fisik seperti panjang, posisi dan jumlah penampang melintang pada sepanjang saluran sungai. Kondisi fisik Sub DAS Citarum Hilir divisualisasikan menggunakan ArcGIS sehingga mampu merepresentasikan area banjir aktual.

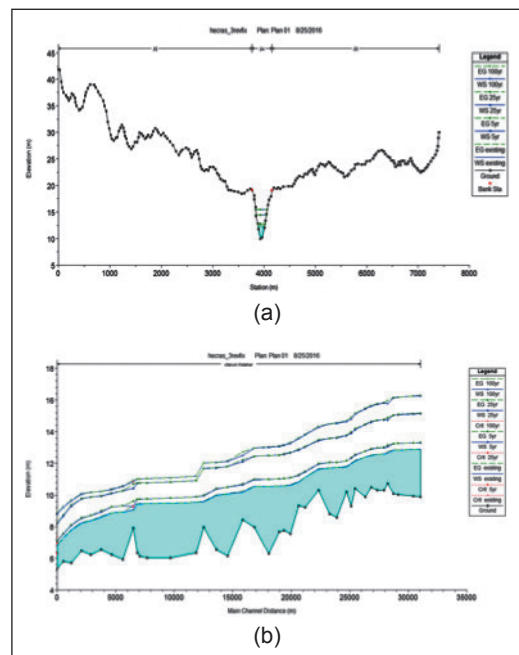


Gambar 2. Data Geometri Sungai Citarum Bagian Hilir.

Penampang melintang yang dibuat merupakan sampel permukaan daratan banjir yang diambil berdasarkan kontur dari data DEM. Cook dan Merwade (2009) menuturkan, peningkatan jumlah penampang akan meningkatkan tingkat akurasi hasil model.

Perhitungan profil muka air dilakukan dari satu penampang melintang ke penampang melintang lain secara berurutan

Penampang melintang sungai merepresentasikan profil muka air dengan mengikuti kontur permukaan di setiap stasiun. Profil muka air aliran mantap (*steady flow*) ini diperoleh dari simulasi menggunakan data debit pada kondisi *existing* dan skenario periode ulang yang dimasukkan pada model geometri sungai sehingga menghasilkan profil muka air dengan kecepatan, kedalaman dan debit aliran yang tidak berubah terhadap waktu. Regim aliran yang digunakan merupakan regim sub-kritis dengan nilai Bilangan Froude 0,192. Regim aliran ini menunjukkan kecepatan aliran Sungai Citarum yang relatif kecil.



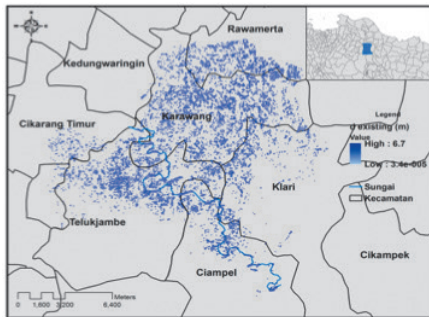
Gambar 3. Profil Muka Air (a) Penampang Melintang Kecamatan Ciampel dan (b) Penampang Memanjang Sungai.

Pada Gambar 3 (a) menunjukkan profil muka air kondisi saat ini (*existing*) pada penampang melintang dengan ketinggian profil muka air 12 mdpl dan kedalamannya sekitar 3 meter. Tinggi muka air dihitung dari permukaan air laut, sedangkan kedalaman genangan dihitung dari batas ketinggian terrain. Ketinggian

muka air mengalami peningkatan rata-rata 1,5 meter pada skenario periode ulang 25 dan 100 tahunan. HEC-RAS sebagai model 1D, menghitung tinggi muka air satu persatu pada tiap penampang melintang, sehingga tinggi muka air tidak bervariasi sepanjang penampang. Dataran banjir dan saluran utama akan memiliki tinggi muka air yang sama (Goodell dan Warren 2006). Slope muka air sungai pada penampang memanjang (b) cukup landai yaitu $< 1^\circ$ sehingga kecepatan aliran rendah dan berpotensi untuk terjadi genangan di dataran yang lebih rendah.

3.5. Sebaran Banjir Kondisi Saat Ini (*existing*)

Hasil sebaran banjir dari debit *existing* (Gambar 4) menunjukkan total luas genangan 1.926 ha yang tersebar di delapan kecamatan. Kecamatan Karawang merupakan wilayah dengan genangan banjir terluas yaitu sekitar 40% dari total luas genangan. Hal ini dipengaruhi lokasi Kecamatan Karawang berada di sebelah timur Sungai Citarum dengan slope lebih landai dibandingkan sebelah barat.



Gambar 4. Sebaran Banjir pada Kondisi *Existing*.

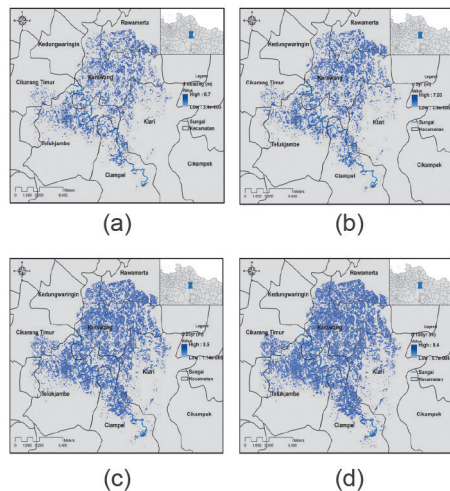
Kedalaman sebaran banjir pada debit *existing* berkisar antara 0 – 6,7 meter. Kedalaman muka air ini dihitung dari terrain pada tiap penampang melintang yang dibuat. Kecepatan aliran di bagian hulu sungai lebih cepat dibandingkan bagian hilir. Kecepatan aliran di hilir sungai berkisar 0,1 – 0,6 m/s sedangkan di bagian hulu mencapai 2,4 m/s. Hal ini dipengaruhi besar slope dasar aliran sungai. Semakin ke hilir, slope semakin kecil sehingga kecepatan aliran rendah dan cenderung menggenang.

3.6. Validasi Model

Validasi model dilakukan untuk melihat besar persentase jumlah pixel hasil model dengan jumlah pixel pada kondisi aktual. Akurasi genangan dipengaruhi oleh resolusi DEM. Semakin tinggi resolusi DEM, penampang melintang akan semakin sensitif terhadap perubahan hidrologi (Cook 2008). Hasil analisis menunjukkan perbandingan jumlah *pixel* hasil citra dengan hasil model menggunakan metode Horrit dan Bates (2002) memiliki persentase sebesar 60,6%, sehingga hasil model mampu menggambarkan 60,6% dari kondisi aktual.

3.7. Analisis Genangan Berdasarkan Periode Ulang Debit

Peta sebaran banjir dari ketiga skenario periode ulang (Gambar 5) tidak menunjukkan adanya peningkatan batas terluar genangan. Hal ini disebabkan adanya pembatasan wilayah sebaran banjir pada tahap pembuatan geometri sungai (*flowpath centerline*) berdasarkan riwayat lokasi sebaran banjir terjauh serta panjang penampang melintangnya. *Flowpath* digunakan untuk menentukan panjang jangkauan antara penampang melintang pada sungai utama dengan dataran banjir (Goodell dan Warren 2006).



Gambar 5. Peta Sebaran Banjir pada: (a) Kondisi *Existing*, Periode Ulang (b) 5, (c) 25, dan (d) 100 Tahunan.

Luas genangan banjir dari kondisi *existing* mengalami peningkatan berdasarkan skenario periode ulang 5, 25 dan 100 tahunan berturut-turut sebesar 22%, 126% dan 196%. Hasil menunjukkan kedalaman genangan juga mengalami peningkatan. Banjir 5 tahunan memiliki kedalaman maksimum mencapai 7 meter dengan laju aliran maksimum 2,5 m/s. Kedalaman banjir periode 25 tahunan meningkat sekitar 1,5 meter dengan kecepatan maksimum 2,2 m/s, sedangkan periode ulang 100 tahunan mencapai kedalaman maksimum sebesar 9,4 meter dengan kecepatan maksimum 2,1 m/s.

Peningkatan luas genangan terbesar dari kondisi *existing* terjadi di Kecamatan Karawang pada tiap periode ulang dan terluas sebesar 1.454,6 ha pada periode ulang debit 100 tahunan. Besar peningkatan luas

yang ditimbulkan banjir 100 tahunan bisa mencapai hampir tiga kali lipat dibandingkan banjir *existing* dengan asumsi potensi lahan tergenang pada banjir periode ulang 100 tahunan sama dengan kondisi *existing*.

Kecamatan Karawang memiliki persentase wilayah tergenang terbesar berdasarkan luas wilayah masing-masing kecamatan. Hal ini menunjukkan 11 sampai 33% lahan di Kecamatan Karawang berpotensi tergenang dan cukup rawan dibandingkan kecamatan lain. Kecamatan yang rawan terhadap banjir ditentukan berdasarkan persentase luas genangan banjir per luas kecamatan, namun bukan berarti memiliki kerugian yang besar. Besar kerugian suatu wilayah ditentukan berdasarkan luas genangan banjir serta potensi lahan yang tergenang.

Tabel 3. Luas Area Banjir Setiap Periode Ulang Berdasarkan Kecamatan.

Kecamatan	Luas Genangan (Ha)			
	Existing	Periode Ulang		
		5 Tahunan	25 Tahunan	100 Tahunan
Ciampel	200,6	266	502,3	671,2
Cikarang Timur	29,9	36,3	98,9	171,5
Karawang	769,6	994,5	1.788,3	2 224,3
Kedungwaringin	4,8	7,1	13,7	686,1
Klari	182,5	222,5	518,1	686,1
Telukjambe	484	520,8	924,4	1.299
Rawamerta	247,6	291,5	485,4	601,4
Lemahabang	6	9,4	21,7	30,8
Total	1.925,27	2.348,12	4.352,77	5.702,7

genangan menunjukkan sensitivitas suatu wilayah. Semakin sensitif suatu wilayah mengalami perubahan luas genangan, semakin mudah wilayah tersebut tergenang saat terjadi peningkatan curah hujan atau debit.

Peningkatan luas genangan terbesar terjadi pada banjir kondisi *existing* dengan periode ulang 100 tahunan sebesar 3.777,4 ha, sedangkan peningkatan luas terkecil antara kondisi *existing* dengan periode ulang 5 tahunan sebesar 422,84 ha. Hal tersebut menunjukkan kerugian dan dampak

3.8. Analisis Genangan Berdasarkan Penggunaan Lahan

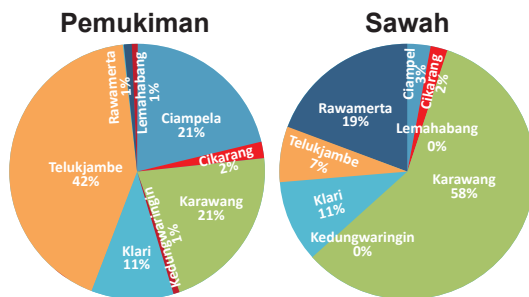
Penggunaan lahan yang dianalisis di delapan kecamatan lokasi tergenang diantaranya pemukiman, sawah, dan vegetasi. Secara umum terjadi peningkatan luas genangan banjir pada ketiga periode ulang dari kondisi *existing* di seluruh penggunaan lahan. Luas lahan yang tergenang banjir dapat digunakan untuk mengestimasi besar kerugian pada tiap penggunaan lahan akibat banjir. Luas area banjir untuk pemukiman

adalah penjumlahan antara luas banjir di perkotaan dan pedesaan sedangkan pada pertanian, besar kerugian hanya dihitung untuk padi sawah (Muin et al. 2015).

Tabel 4. Luas Area Banjir Setiap Periode Ulang Berdasarkan Penggunaan Lahan

Penggunaan Lahan	Luas Genangan (ha)			
	Existing	Periode Ulang Tahunan		
		5	25	100
Pemukiman	564	669	1275	1746
Sawah	896	1121	2059	2597
Vegetasi	387	470	834	1076

Penggunaan lahan yang paling terpengaruh oleh genangan pada semua periode ulang debit adalah sawah dengan luas rata-rata 47% dari luas total genangan. Pemukiman memiliki rata-rata peningkatan persentase luas genangan terbesar yaitu 95% pada tiap periode ulang dibandingkan sawah yang memiliki rata-rata peningkatan persentase 82% dan vegetasi sebesar 78%. Sensitivitas daerah pemukiman lebih besar untuk tergenang saat terjadi peningkatan nilai debit atau curah hujan. Lokasi pemukiman sebagian besar berada di sepanjang aliran sungai dan tersebar di setiap kecamatan sehingga menyebabkan lahan pemukiman lebih rawan tergenang dibandingkan lahan sawah.



Gambar 6. Persentase Rata-rata Luas Genangan pada Lahan Pemukiman dan Sawah Tiap Kecamatan.

Penggunaan lahan sawah yang paling banyak tergenang banjir adalah di Kecamatan Karawang berkisar antara 510 – 1.483 ha

dengan rata-rata 58% dari luas genangan sawah (Gambar 6). Hal ini disebabkan penggunaan lahan Kecamatan Karawang didominasi sawah serta lokasi sawah yang umumnya terletak di pinggir sungai untuk kepentingan irigasi. Selain itu, genangan terluas pada daerah pemukiman terletak di Kecamatan Telukjambe dengan luas antara 257 – 718 ha atau sekitar 42% luas total pemukiman tergenang. Hal ini disebabkan Kecamatan Telukjambe memiliki jumlah penduduk terbanyak di Kabupaten Karawang sebanyak 185.487 jiwa (BPS Karawang 2015). Peningkatan nilai debit berdasarkan periode ulang tidak terlalu berpengaruh pada perubahan luas genangan di Kecamatan Lemahabang dan Kedungwaringin. Persentase luas genangan kedua kecamatan pada lahan sawah dan pemukiman kurang dari 1%.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisis sebaran banjir di aliran sungai Citarum Hilir berdasarkan periode ulang beberapa nilai debit dapat disimpulkan dan disarankan sebagai berikut:

4.1. Kesimpulan

Pemetaan sebaran banjir suatu wilayah dapat menggunakan model hidrologi HEC-RAS dengan menurunkan data DEM menjadi profil muka air banjir pada tiap penampang melintang. Sebaran daerah rawan banjir diidentifikasi dari luas genangan pada periode ulang 5, 25 dan 100 tahunan. Peningkatan luas total genangan dari kondisi *existing* pada periode ulang 5, 25 dan 100 tahunan berturut-turut sebesar 22%, 126% dan 196%. Kecamatan Karawang merupakan wilayah dengan rata-rata genangan banjir terluas yaitu sekitar 40% dari total luas genangan dan mudah mengalami peningkatan luas genangan saat debit atau curah hujan meningkat (sensitivitas tinggi). Sawah merupakan penggunaan lahan yang paling banyak tergenang, namun pemukiman memiliki sensitivitas wilayah tergenang lebih tinggi dibandingkan sawah. Genangan terluas daerah pemukiman terletak di Kecamatan Telukjambe dengan luas antara 257 - 718

ha atau sekitar 42% luas total pemukiman tergenang. Penggunaan lahan sawah yang paling banyak tergenang terletak di Kecamatan Karawang dengan rata-rata 58% dari luas genangan.

4.2. Saran

Perbaikan Model

Perlu penambahan komponen penyusun geometri sungai supaya model mampu merepresentasikan kondisi fisik sungai lebih baik. Data DEM dengan resolusi yang lebih tinggi akan memberikan hasil sebaran banjir yang lebih akurat.

Upaya Berdasarkan Hasil Model

Perlu peningkatan upaya mitigasi pada wilayah yang dapat dijadikan prioritas seperti Kecamatan Karawang dan Telukjambe yang rawan tergenang serta mudah mengalami peningkatan genangan. Perlu analisis resiko lebih lanjut terkait wilayah rentan tergenang pada beberapa periode ulang untuk estimasi kerugian berdasarkan potensi lahan yang tergenang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih Perum Jasa Tirta II (PJT II), Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Citarum, dan Balai Pengelolaan DAS (BPDAS) yang telah memfasilitasi dan menyediakan data dalam penelitian ini untuk kepentingan analisis sebaran banjir. Terima kasih juga disampaikan kepada Divisi Hidrometeorologi, Departemen Geofisika dan Meteorologi, FMIPA, Institut Pertanian Bogor yang telah menyediakan ruang dan sarana serta prasarana selama penelitian ini dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

[BNPB] Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2009, Rencana Nasional Penanggulangan Bencana: 2010-2014, Jakarta(ID): SC-DRR.
[BNPB] Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2015, Jumlah Kejadian

Bencana, Korban, dan Dampaknya sampai bulan Desember 2015 [Internet], [diunduh 2016 Jan 23], Tersedia pada: <http://dibi.bnbp.go.id/>.

BPS Karawang, 2015, Karawang Dalam Angka 2015, Karawang(ID): BPS.

Cook, A.C., 2008, Comparison of one-dimensional HEC-RAS with two-dimensional FESWMS model in flood inundation mapping, [Tesis], West Lafayette(US): Purdue University.

Cook, A., V. Merwade, 2009, Effect of topographic data, geometric configuration and modelling approach on flood inundation mapping, *Journal of Hydrology*. 377:131-142.

Dasanto, B.D, 2015, Strategi Pengelolaan Banjir Berdasarkan Indeks Risiko Banjir Studi Kasus: DAS Citarum Hulu, Jawa Barat, [Tesis], Bogor(ID): Institut Pertanian Bogor

Fallo, J.O., A. Setiawan, B. Susanto, 2013, Uji normalitas berdasarkan metode Anderson-Darling, Cramer-Von Mises dan Lilliefors menggunakan metode Bootstrap, Prosiding, Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika FMIPA UNY, 9 November 2013.

Goodell, C., C. Warren, 2006, Flood inundation mapping using HEC-RAS. *Obras y Proyectos*, (2): 18-23.

Horrit, M.S., P.D. Bates, 2002, Evaluation of 1D and 2D numerical models for predicting riverflood inundation, *Journal of hydrology*, 268:87-99.

Istiarto, 2014, Modul pelatihan: Simulasi Aliran 1-Dimensi dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika HEC-RAS [internet], [diunduh 2016 Jan 26], Tersedia pada: <http://istiarto.staff.ugm.ac.id/>.

Mohymont, B., G.R. Demaree, D.N.Faka, 2004, Establishment of IDF-curves for precipitation in the tropical area of Central Africa – comparison of techniques and results, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 2004(4):375-387.

Muin, S.F., Boer R, Suharnoto Y, 2015, Pemodelan banjir dan analisis kerugian

- akibat bencana banjir di DAS Citarum Hulu, *Jurnal Tanah dan Iklim*, 39(2):73-83.
- Parhi, P.K., 2013. HEC-RAS Model for Manning's Roughness: A Case Study, *Open Journal of Modern Hydrology*, (3): 97 – 101.
- Santikayasa, I.P., Mukand S, Babel, Sangam Shrestha, Damien Jourdain and Roberto S. Clemente, 2014, Evaluation of Water Use Sustainability under Future Climate and Irrigation Management Scenarios in Citarum River Basin, Indonesia, *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, Vol. 21, No. 2, pp. 181-194. doi:10.1080/13504509.2014.884023
- Sri Harto, B.R., 1993, *Analisis Hidrologi*, Jakarta (ID) : Gramedia.
- Tate, E., D. Maidment, 1999, *Floodplain Mapping Using HEC-RAS and ArcView GIS*, Report, University of Texas, Austin, Texas, USA.
- [USACE] US Army Corps of Engineers, 2009, *HEC-GeoRAS 4.2 GIS Tools for Support of HEC-RAS using ArcGIS*, CA (US): Hydrologic Engineering Center, Davis.
- [USACE] US Army Corps of Engineers, 2010, *HEC RAS 4.0 River Analysis System*, CA (US): Hydrological Engineering Center, Davis.
- Ward, P.J., H. de Moel, J.C.J.H. Aerts, 2011, How are flood risk estimates affected by the choice of return- periods?, *Nat. Hazards Earth Syst, Sci*, 11: 3181-3195.

ANALISIS KERENTANAN DAN KAPASITAS MASYARAKAT DALAM MENGHADAPI BENCANA LETUSAN GUNUNGAPI WILIS SEBAGAI UPAYA PENGURANGAN RISIKO BENCANA DI KABUPATEN PONOROGO

Ilfatul Amanah¹, Sarwono², Peduk Rintayati³

Mahasiswa Pascasarjana PKLH UNS¹, Dosen Pascasarjana PKLH UNS²,
Dosen Pascasarjana PKLH UNS³

ilfatul.am@gmail.com¹, sarwono_geo@yahoo.co.id², pedukrintayati@ymail.com³

Abstract

This study aims to (1) vulnerability, (2) capacity, (3) the risk of Wilis volcanic eruption disaster at Ponorogo. The study is a balanced combination model research of qualitative and quantitative. Sample of the study is society and environment at 13 villages of Ponorogo in Disaster-Prone Areas of Volcanic Eruption. The result of the study show that the vulnerability of communities in encountering Wilis Volcano disaster ranges from low to moderate. The moderate-level vulnerability (1, 861434) is in Jurug Village, Sooko, while the low-level vulnerability (1,449574) is in Kemiri Village, Jenangan. The capacity of communities in encountering Wilis Volcano eruption disaster is low with the vulnerability score of one. The risk of Wilis volcanic eruption disaster ranges from high to moderate with the high-level of risk in five villages of three sub districts.

Keywords : *Vulnerability, Capacity, Risk, Disaster, Wilis Volcanic Eruption.*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pengkajian risiko bersama merupakan analisis dalam penyusunan kebijakan dalam penanggulangan bencana di suatu daerah. Kebijakan ini telah ditetapkan secara Internasional sebagai paradigma penanggulangan bencana pada tanggal 14—18 Maret 2015 dalam konferensi *The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction* (2015—2030).

Pengkajian risiko bencana terhadap masyarakat dapat dilakukan dengan berbagai cara salah satunya dengan penelitian lapangan. Kabupaten Ponorogo memiliki topografi Kompleks Pegunungan Wilis di bagian Timur. Kompleks Pegunungan Wilis di Ponorogo diperkirakan pernah meletus namun tidak terdapat dalam catatan sejarah. Hal ini dapat diketahui dari ciri-ciri *post*

vulkanik yang ada di Kecamatan Ngebel, yaitu terdapat Telaga Ngebel, sumber air panas dan belerang. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Badan Pembangunan Daerah Ponorogo (2013: 25) bahwa Gunung Wilis merupakan gunungapi tipe B dengan puncaknya di Gunung Liman yang aktivitasnya ditandai dengan adanya fumarol, tetapi tidak memiliki sejarah letusan.

Berdasarkan data saintifik, karakter gunungapi bisa berubah seperti yang ditunjukkan Gunung Sinabung dan Lokon. Sejarah mencatat bahwa Gunung Sinabung merupakan gunungapi tipe B, tetapi berubah menjadi tipe A pada tahun 2010. Perubahan status gunungapi di Indonesia mungkin terjadi mengingat aktivitas tektonik lempeng Eurasia dan Indo-Australia yang tinggi.

Pengkajian risiko bencana gunungapi sangat kompleks karena meliputi pengkajian kerentanan dan kapasitas masyarakat karena masyarakat di Kabupaten Ponorogo tidak

pernah mengalami bencana letusan gunungapi. Selama ini masyarakat menganggap bahwa Gunung Wilis merupakan gunungapi yang telah mati. Tetapi berdasarkan pantauan Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG), Gunung Wilis merupakan gunungapi tipe B yang dapat diramalkan kondisinya bisa meningkat menjadi gunungapi tipe A. Pengukuran tingkat pengetahuan dan kesiapan masyarakat terhadap bencana letusan gunungapi ini penting dilakukan agar masyarakat di sekitar mengetahui bagaimana menghadapi bencana letusan gunungapi. Hal ini senada dengan prioritas aksi Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (UNISDR, 2015: 14) yakni *understanding disaster risk*.

Risiko bencana dipengaruhi oleh ancaman letusan gunungapi yang disebut sebagai Kawasan Rawan Bencana, tingkat kerentanan serta kapasitas terhadap bencana. Penentuan Kawasan Rawan Bencana menggunakan peta KRB dari Kabupaten Ponorogo. Berdasarkan Twigg, John et.al. (2007:29) "*Disaster Risk is a function of the characteristics and frequency of hazards experienced in a specified location, the nature of the elements at risk, and their inherent degree of vulnerability and resilience.*" Pendapat ini memberikan penjelasan bahwa risiko bencana adalah kondisi dimana adanya pengalaman terjadi bencana di lokasi tertentu yang berkaitan dengan faktor kerentanan dan kapasitas terhadap bencana.

Kerentanan masyarakat diperoleh melalui analisis kerentanan sosial, ekonomi, fisik, dan lingkungan hidup. Pendapat ini sesuai dengan definisi kerentanan menurut Twigg, John. et al, 2007: 29) "*Vulnerability is the potential to suffer harm or loss related to the capacity to anticipate a hazard, cope with it, resist it, and recover from its impact. Both vulnerability and its antithesis, resilience, are determined by physical, environmental, social, economic, political, cultural and institutional factors*"

Sedangkan kapasitas diperoleh melalui data kelembagaan kebencanaan dan pemerintah kecamatan/desa. Hal ini

senada dengan pengertian kapasitas menurut UNISDR (2009: 08) yang mendefinisikan "*Coping capacity is the ability of people, organizations and system, using available skills and resources, to face and manage adverse condition, emergencies or disaster*".

Terdapat konsensus yang mengklasifikasikan kapasitas menjadi tiga level yang saling berhubungan yaitu lingkungan yang mendukung, organisasi kebencanaan, dan kapasitas individu (*Capacity for Disaster Reduction Initiative*, 2011:9). Lingkungan yang mendukung adalah kondisi yang diciptakan untuk memenuhi kapasitas organisasi dan individu seperti peraturan perundang-undangan, norma-norma sosial yang membantu peningkatan kapasitas masyarakat. Organisasi kebencanaan berkaitan dengan sistem dan strategi yang dikelola untuk memudahkan masyarakat dalam peningkatan kapasitas bencana. Kelompok siaga bencana merupakan salah satu organisasi di tingkat masyarakat. Ketiga level kapasitas ini merupakan kesatuan bagian yang tidak terpisahkan dan saling memengaruhi. Ketiganya memiliki hubungan timbal balik.

1.2. Tujuan

Berdasarkan teori dan kerangka berpikir, tujuan dari penelitian ini adalah: (i) Mengetahui kerentanan bencana, (ii) mengetahui kapasitas bencana, (iii) mengetahui risiko bencana letusan Gunung Wilis.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Kabupaten Ponorogo yang terbagi menjadi delapan kecamatan yaitu Kecamatan Sawoo, Sooko, Pudak, Pulung, Mlarak, Siman, Jenangan, dan Ngebel. Lokasi penelitian berdasarkan Peta Kawasan Rawan Bencana (KRB) Gunungapi yang disusun oleh Bappeda Kabupaten Ponorogo. Penelitian dilakukan pada bulan November 2015 hingga Januari 2017.

2.2. Metode Pengumpulan Data dan Analisis Sampel

Penelitian ini adalah penelitian metode kombinasi model dengan data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif diperoleh dengan cara penskoran dengan menganalisis kerentanan, kapasitas, dan risiko bencana sehingga menghasilkan pemetaan daerah risiko bencana. Data kualitatif diperoleh dengan menganalisis dan mendeskripsikan hasil pemetaan data kuantitatif diperkuat dengan data sekunder untuk menginterpretasi faktor-faktor risiko bencana.

Analisis kerentanan, kapasitas, dan risiko bencana menggunakan parameter BNPB berdasarkan Peraturan Kepala BNPB No. 02 Tahun 2012 (39, 44). Sampel dalam penelitian ini berjumlah 104 orang menggunakan teknik *cluster random sampling*.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian di lapangan analisis risiko bencana diperoleh melalui analisis faktor-faktor kerentanan dan kapasitas bencana. Analisis kerentanan merupakan pengukuran kondisi masyarakat berdasarkan faktor-faktor sosial, ekonomi, fisik, dan lingkungan.

3.1. Kerentanan Sosial

Kerentanan sosial terdiri dari beberapa parameter, yakni: (1) kepadatan penduduk dan penduduk terpapar, (2) rasio jenis kelamin, (3) rasio kemiskinan, (4) rasio orang cacat, dan (5) rasio kelompok umur.

Penentuan indeks kepadatan penduduk dihitung dari jumlah penduduk di daerah sampel berdasarkan luas wilayahnya. Hal ini senada dengan pengertian kepadatan penduduk menurut *Departement of Economic and Sosial Affair, Population dencity is population per square kilometer*.

Penduduk terpapar dapat diketahui dari kepadatan penduduk di Kawasan Rawan Bencana. Berdasarkan data penelitian Desa

Pulung Kecamatan Pulung memiliki kepadatan penduduk terbesar yaitu 1380,06 jiwa/km². Jumlah penduduk Desa Pulung adalah 4568 jiwa dengan luas desa yaitu 3,31 km². Desa Pulung terletak di jalur kecamatan yang menghubungkan Kecamatan Siman dengan Kecamatan Puduk sehingga lokasi Desa Pulung sangat strategis. Lokasi yang strategis membuat Desa Pulung merupakan wilayah pemukiman sehingga memiliki kepadatan penduduk yang tinggi.

Tabel 1. Kepadatan Penduduk.

Kecamatan	Desa	Kepadatan Penduduk	Skor
Sawoo	Temon	447,27	0,69
Sooko	Ngadirojo	307,56	0,67
Sooko	Jurug	594,15	0,71
Pulung	Wagir Kidul	1020,88	0,75
Pulung	Pulung	1380,06	0,77
Pulung	Banaran	74,43	0,58
Mlarak	Candi	363,48	0,68
Siman	Ronosentanan	445,18	0,69
Jenangan	Kemiri	812,03	0,73
Ngebel	Talun	258,14	0,66
Ngebel	Ngebel	415,10	0,69
Puduk	Puduk Wetan	150,34	0,62
Puduk	Banjarjo	256,84	0,66

Sumber: Kecamatan dalam Angka 2015.

Kepadatan terendah berada di Desa Banaran Kecamatan Pulung. Desa Banaran memiliki luas daerah sebesar 30,74 km² yang hanya terdapat 2.288 jiwa. Desa Banaran terletak di sebelah utara Desa Wagir Kidul dan berbatasan dengan Kecamatan Ngebel. Desa Banaran terletak di kaki kompleks Pegunungan Wilis sehingga kondisi topografinya curam. Kondisi tersebut menyebabkan Desa Banaran kurang sesuai digunakan sebagai daerah permukiman.

Rasio jenis kelamin digunakan untuk mengetahui jumlah penduduk perempuan yang merupakan salah satu penduduk yang rentan terhadap bencana. Rasio jenis kelamin dapat diketahui dengan cara membandingkan jumlah penduduk laki-laki dan perempuan dalam

suatu tempat/desa. Rasio jenis kelamin di semua tempat penelitian bernilai tinggi. Hal ini disebabkan jumlah penduduk perempuan lebih banyak daripada penduduk laki-laki.

Tabel 2. Rasio Jenis Kelamin.

Kecamatan	Desa	Rasio Jenis Kelamin	Skor
Sawoo	Temon	102,19	0,3
Sooko	Ngadirojo	95,08	0,3
Sooko	Jurug	97,23	0,3
Pulung	Wagir Kidul	98,62	0,3
Pulung	Pulung	98,86	0,3
Pulung	Banaran	98,09	0,3
Mlarak	Candi	95,59	0,3
Siman	Ronosentanan	101,67	0,3
Jenangan	Kemiri	95,39	0,3
Ngebel	Talun	95,95	0,3
Ngebel	Ngebel	101,73	0,3
Pudak	Pudak Wetan	95,34	0,3
Pudak	Banjarjo	97,25	0,3

Sumber: Kecamatan dalam Angka 2015.

Berdasarkan Tabel 2 rasio jenis kelamin tertinggi berada pada Desa Temon Kecamatan Sawoo sebesar 102,19. Hal ini berarti bahwa dalam 100 penduduk perempuan terdapat 102 laki-laki. Jumlah penduduk laki-laki Desa Temon berjumlah 3.816 jiwa dan jumlah penduduk perempuan berjumlah 3.734 jiwa. Dalam menghadapi bencana, perempuan membutuhkan bantuan dari orang lain karena keterbatasan kekuatan dan emosi. Hal ini senada dengan pernyataan Saputra (2015: 65) yang mengatakan bahwa perempuan akan memperoleh dampak ancaman yang lebih berisiko dibandingkan dengan laki-laki. Sehingga semakin tinggi rasio jenis kelamin maka tingkat kerentanan masyarakat terhadap bencana akan semakin besar.

Berdasarkan Undang-Undang No. 10 Tahun 1992, indikator keluarga sejahtera merupakan indikator yang spesifik dan operasional yang digunakan untuk mengukur derajat kesejahteraan keluarga. Berdasarkan BKKBN Jawa Timur, keluarga miskin adalah

keluarga pra sejahtera alasan ekonomi dan Keluarga Sejahtera Tahap I karena alasan ekonomi tidak dapat memenuhi kebutuhan yakni: (1) paling kurang sekali seminggu keluarga makan daging/ikan/telur, (2) setahun terakhir seluruh keluarga memperoleh paling kurang satu stel pakaian baru, dan (3) luas lantai rumah paling kurang 8 m² untuk tiap hunian.

Data tersebut kemudian diperoleh melalui analisis data sekunder. Perbandingan ini diperoleh angka rasio kemiskinan dengan kelas tinggi sebanyak delapan desa dan kelas sedang sebanyak empat desa. Rasio tertinggi berada di Desa Talun Kecamatan Ngebel dengan nilai rasio 73,70. Angka ini menunjukkan bahwa dalam 100 penduduk tidak miskin terdapat 74 penduduk miskin. Rasio penduduk Desa Talun, Ngebel ini tergolong tinggi karena Desa Talun merupakan desa yang berada pada lereng pegunungan yang banyak mengalami pergerakan tanah.

Tabel 3. Rasio Kemiskinan.

Kecamatan	Desa	Rasio Kemiskinan	Skor
Sawoo	Temon	59,17	0,3
Sooko	Ngadirojo	40,03	0,2
Sooko	Jurug	30,02	0,2
Pulung	Wagir Kidul	30,43	0,2
Pulung	Pulung	73,46	0,3
Pulung	Banaran	63,84	0,3
Mlarak	Candi	30,07	0,2
Siman	Ronosentanan	41,84	0,3
Jenangan	Kemiri	54,16	0,3
Ngebel	Talun	73,70	0,3
Ngebel	Ngebel	41,26	0,3
Pudak	Pudak Wetan	58,18	0,3
Pudak	Banjarjo	67,32	0,3

Sumber: Kecamatan dalam Angka 2015.

Jenis tanah di Desa Talun merupakan tanah lempung yang menyebabkan air mudah lolos sehingga tanah mudah longsor. Selain itu vegetasi yang ditanam di Desa Talun tidak dapat memperkuat struktur tanah sehingga

menyebabkan tanah turun. Rasio kemiskinan terendah berada di Desa Jurug Sooko yaitu bernilai 30. Desa Jurug merupakan desa yang telah maju. Meskipun berada di lereng pegunungan tapi akses dan transportasi menuju desa tersebut sudah baik. Lokasi Desa Jurug berada di pusat Kecamatan Sooko sehingga merupakan lokasi strategis dalam hal pendidikan dan perekonomian. Kemiskinan merupakan salah satu sektor kelompok rentan terhadap bencana. Berdasarkan ActionAid (2005: 7) *poverty is the state of deprivation (lack of access) to key resources necessary for full participation in economic and social life*. Masyarakat miskin memiliki keterbatasan dalam hal ekonomi dan sosial. Mereka sulit dalam bertahan hidup. Masyarakat miskin tidak memiliki asuransi sehingga akan lebih sulit untuk melanjutkan kehidupan setelah bencana.

Tabel 4. Rasio Orang Cacat.

Kecamatan	Desa	Rasio	Skor
Sawoo	Temon	0,18	0,1
Sooko	Ngadirojo	0,63	0,1
Sooko	Jurug	0,67	0,1
Pulung	Wagir Kidul	0,56	0,1
Pulung	Pulung	0,70	0,1
Pulung	Banaran	0,39	0,1
Mlarak	Candi	0	0,1
Siman	Ronosentanan	1,135	0,1
Jenangan	Kemiri	1,15	0,1
Ngebel	Talun	0,28	0,1
Ngebel	Ngebel	0	0,1
Pudak	Pudak Wetan	0	0,1
Pudak	Banjarjo	0	0,1

Sumber: Kecamatan dalam Angka 2015.

Seluruh desa di lokasi penelitian memiliki tingkat rasio orang cacat yang rendah. Desa yang paling banyak memiliki jumlah orang cacat adalah Desa Kemiri Kecamatan Jenangan berjumlah 47 jiwa sedangkan Desa Candi, Ngebel, Pudak Wetan, dan Banjarjo tidak memiliki penduduk cacat. Rasio penduduk cacat merupakan indikator yang menunjukkan banyaknya

penduduk yang termasuk kelompok rentan terhadap bencana.

Rasio penduduk cacat rendah menunjukkan bahwa desa tersebut memiliki sedikit penduduk yang tergolong kelompok rentan. Penduduk dengan keterbatasan membutuhkan bantuan orang lain ketika terjadi bencana. Hal inilah yang menyebabkan penduduk penyandang keterbatasan memiliki tingkat kerentanan yang lebih tinggi terhadap bencana daripada penduduk yang lain.

Rasio kelompok umur digunakan untuk mengetahui tingkat ketergantungan anak-anak dan penduduk usia lanjut ketika terjadi bencana. Anak-anak dan penduduk usia lanjut merupakan kelompok masyarakat yang rentan terhadap bencana. Mereka membutuhkan bantuan orang lain saat terjadi bencana. Keterbatasan ruang gerak dan kemampuan dalam menghadapi bencana inilah yang menyebabkan kelompok ini rentan terhadap bencana.

Tabel 5. Data Rasio kelompok Umur.

Kecamatan	Desa	Dependency Ratio	Skor
Sawoo	Temon	37,35	0,2
Sooko	Ngadirojo	35,77	0,2
Sooko	Jurug	42,21	0,3
Pulung	Wagir Kidul	37,38	0,2
Pulung	Pulung	42,65	0,3
Pulung	Banaran	40,15	0,3
Mlarak	Candi	40,86	0,3
Siman	Ronosentanan	44,95	0,3
Jenangan	Kemiri	34,78	0,2
Ngebel	Talun	38,42	0,2
Ngebel	Ngebel	41,55	0,3
Pudak	Pudak Wetan	35,85	0,2
Pudak	Banjarjo	33,16	0,2

Sumber: Data Konsolidasi Bersih Dukcapil Ponorogo Semester I 2016.

Berdasarkan Tabel 5, *dependency ratio* tertinggi terdapat pada Desa Ronosentanan Kecamatan Siman dengan nilai 44,95. Hal ini

berarti setiap 100 orang produktif menanggung 45 penduduk usia 0-14 dan 65 ke atas. Selanjutnya nilai *dependency ratio* tinggi juga ditunjukkan oleh Desa Pulung Kecamatan Pulung dengan nilai 42,65. Rasio kelompok umur paling rendah terdapat pada Desa Banjarjo Kecamatan Puduk dengan nilai *dependency ratio* 33,16. Hal ini berarti bahwa setiap 100 orang berusia 15-64 tahun menanggung 33 penduduk usia 0-14 dan penduduk usia 65 tahun ke atas.

Berdasarkan parameter tersebut, kerentanan sosial berada pada rentang rendah hingga sedang. Kerentanan sosial sedang ditunjukkan oleh Desa Pulung, Ronosentanan, Kemiri, dan Ngebel. Hal ini disebabkan tingginya kepadatan penduduk. Kepadatan penduduk merupakan indikator penduduk tercacah yang dimungkinkan terkena bencana.

3.2. Kerentanan Ekonomi

Kerentanan ekonomi dalam analisis risiko bencana merupakan indikator kerugian material yang diramalkan terjadi. Kerugian secara ekonomi ini dihitung berdasarkan nilai lahan produktif dan Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB). Kerentanan ekonomi masyarakat tergolong rendah hingga sedang.

Kerentanan rendah terdapat pada Desa Ronosentanan, Kemiri, Puduk Wetan, dan Banjarjo. Masing-masing desa memiliki nilai kerentanan 1,4. Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB) Desa Ronosentanan dan Desa Kemiri adalah Rp. 240.980.000,- dan Rp. 231.890.000,-. Sementara itu, PDRB Desa Puduk Wetan dan Banjarjo tergolong rendah, yaitu masing-masing Rp. 237.894.000,- dan Rp. 123.812.556,-. Hal ini disebabkan Kecamatan Puduk merupakan Kecamatan yang baru berdiri pada tahun 2002.

Pendapatan Domestik Regional Bruto dapat digunakan sebagai salah satu indikator untuk mengetahui kerugian secara material. Kerugian secara material akan berdampak terhadap pembangunan desa. Kejadian bencana yang berulang akan menyebabkan berkurangnya sumber daya. Sumber daya akan berkaitan dengan lahan produktif yang menjadi indikator lain dalam penilaian kerentanan ekonomi.

Lahan produktif Desa Wagir Kidul dan Desa Pulung yaitu 70,7 ha merupakan sumber daya alam yang digunakan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Kondisi ekonomi masyarakat tergantung pada sumber daya alam. Hal ini sesuai dengan pendapat Saputra (2015) yang berpendapat bahwa secara ekonomi masyarakat akan terpuruk dan terpinggirkan dalam kemiskinan jika sumber daya alam yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan semakin terbatas. Sehingga lahan produktif berpengaruh terhadap tingkat kerentanan.

3.3. Kerentanan Lingkungan

Kerentanan lingkungan menunjukkan prediksi jumlah kerugian lingkungan yang akan ditimbulkan jika terjadi bencana letusan Gunung Wilis. Desa sampel penelitian merupakan daerah dataran tinggi yang memiliki lahan hutan negara di Kabupaten Ponorogo. Hutan negara ini mencakup hampir seluruh lokasi penelitian. Sehingga dengan letaknya tersebut kerentanan lingkungan terhadap bencana letusan Gunung Wilis di Ponorogo tergolong tinggi.

Penggunaan lahan di lokasi penelitian masih didominasi dengan sawah, perkebunan, dan hutan. Desa Puduk Wetan memiliki hutan Negara seluas 900 ha yang mendominasi lokasi penelitian. Wilayah dengan ketinggian 900 meter di atas permukaan laut ini memiliki luas lahan pertanian sawah yaitu 49 ha dan lahan pertanian non sawah seluas 148 ha. Produksi lahan non pertanian berupa ubi kayu, jagung, dan buah-buahan serta sayur. Lahan pertanian memproduksi beras dengan lokasi sawah jauh dari permukiman warga. Sawah berada di lereng sehingga menggunakan terasering.

Parameter tanaman hutan dalam analisis kerentanan lingkungan memiliki skor yang paling tinggi yaitu sebesar 80%. Hutan merupakan unsur penjaga siklus air sehingga keberadaan hutan dalam kehidupan sangat penting. Penggunaan lahan untuk hutan negara di lokasi penelitian masih tergolong tinggi. Luas hutan negara di Desa Ngadirojo yakni 788 ha sedangkan hutan negara di Desa Talun seluas 700 ha. Hutan negara di kedua desa tersebut

berada di pegunungan berupa lembah dan lereng.

Luas hutan negara selanjutnya berada di Desa Banjarjo yakni 565 ha sedangkan di Desa Jurug seluas 510 ha. Desa Banjarjo terletak di sebelah timur Desa Jurug. Jalan menuju Desa Banjarjo melalui jalur Desa Jurug melewati hutan pinus yang masih jarang terdapat permukiman warga. Akses yang bisa dilewati adalah aspal dengan kualitas yang sudah rusak. Saat berada di lokasi penelitian di Desa Banjarjo, pukul 11.00 WIB cuaca sudah mendung dan tertutup kabut karena lokasinya yang berada di pegunungan.

Penggunaan lahan di Desa Jurug lebih beragam karena Desa Jurug terletak di ibukota Kecamatan Sooko. Penggunaan lahan di Desa Jurug selain hutan negara adalah lahan pertanian, perkebunan, dan peternakan. Pertanian berupa sawah irigasi dan sayur-sayuran. Peternakan yang ada di Desa Jurug adalah peternakan sapi perah. Hutan negara berada di sebelah utara dan timur yang berbatasan dengan Kecamatan Puduk dan Pulung. Di sebelah utara kantor kepala desa terdapat Air Terjun Pletuk yang menjadi sumber mata air penduduk Desa Jurug.

3.4. Kerentanan Fisik

Kerentanan fisik dihitung berdasarkan parameter kerentanan fasilitas umum, kerentanan rumah, dan kerentanan fasilitas kritis. Seluruh desa di lokasi penelitian tidak memiliki SLB dan poliklinik. Sedangkan semua desa memiliki polindes. Terdapat enam desa yang memiliki puskesmas pembantu sedangkan seluruh desa memiliki posyandu. Kerentanan rumah diperoleh dengan menjumlahkan nilai ganti rugi rumah. Rumah yang berada pada Kawasan Rawan Bencana (KRB) I bernilai Rp. 5.000.000,- sebagai biaya pengganti kerugian, rumah yang berada pada KRB II bernilai Rp. 10.000.000,- dan rumah yang berada pada KRB III bernilai Rp. 15.000.000,- sebagai biaya pengganti kerugian.

Kerentanan rumah di lokasi penelitian berada pada rentangan rendah, sedang, dan tinggi. Kerentanan rumah dengan kelas tinggi

terdapat di tujuh desa yakni Desa Temon, Ngadirojo, Jurug, Wagir Kidul, Banaran, Puduk Wetan, dan Banjarjo. Ketujuh desa tersebut berada di rangkaian Pegunungan Wilis bagian selatan.

Desa Temon merupakan desa yang memiliki rasio penduduk miskin tinggi yaitu sebesar 59,17 %. Hal ini berarti 59,17% penduduknya adalah penduduk miskin. Jika dilihat dari penggunaan lahan untuk permukiman, penduduk Desa Temon memiliki jumlah rumah berdinding bambu sebanyak 725 rumah. Lokasi yang berada di lereng pegunungan menyebabkan pola permukiman penduduk adalah menyebar. Jarak rumah penduduk satu dengan yang lainnya cukup jauh sehingga di sekitar rumah terdapat perkebunan dan lahan kosong.

Tingkat Kerentanan

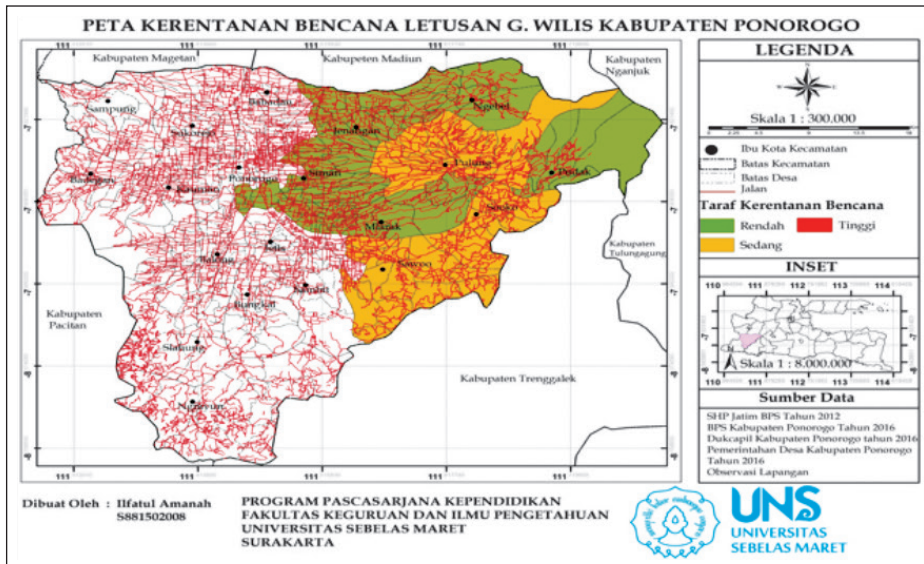
Tingkat kerentanan dihitung melalui penjumlahan skor kerentanan sosial, kerentanan ekonomi, kerentanan fisik, dan kerentanan lingkungan. Kerentanan tertinggi terdapat pada Desa Banaran. Desa Banaran memiliki nilai kerentanan sebesar 1,7. Hal ini berarti potensi kerugian dan kerawanan Desa Banaran terhadap bencana adalah tinggi. Selain faktor nilai kerentanan tersebut, tingkat kerentanan juga dapat digolongkan berdasarkan Kawasan Rawan Bencana. Berdasarkan KRB yang disusun BAPPEDA Ponorogo, Desa Banaran berada di Kawasan Rawan Bencana III, artinya ketika terjadi letusan Gunung Wilis Desa Banaran terkena dampak langsung akibat letusan.

Tingkat kerentanan rendah terdapat di sembilan desa dengan nilai kerentanan antara 1,8 hingga 1,4 dengan lokasi KRB I dan II sehingga ketika terjadi bencana desa tersebut memiliki tingkat kerawanan terhadap bencana yang rendah.

Nilai kerentanan 1,86 dengan taraf sedang disebabkan oleh tingkat rasio jenis kelamin dan rasio kelompok umur yang tinggi. Desa Jurug memiliki jumlah penduduk wanita sebanyak 3.404 jiwa dan jumlah penduduk usia produktif sebanyak 4.356 jiwa. Sehingga jumlah penduduk wanita yang tinggi menyebabkan tingkat kerentanan meningkat dan penduduk

usia produktif tinggi menyebabkan *dependency ratio* menjadi tinggi.

seperti penetapan status Gunungapi. Dengan demikian BPBD Kabupaten Ponorogo tidak



Gambar 1. Peta Kerentanan Bencana Letusan Gunung Wilis Kab. Ponorogo.

3.5. Analisis Kapasitas

Analisis kapasitas masyarakat dalam menghadapi bencana letusan Gunung Wilis dilakukan dengan analisis penskoran dari angket dan wawancara mendalam. Angket dilakukan untuk memperoleh data kapasitas yang dinilai oleh masyarakat. Wawancara dilakukan kepada pemerintahan desa dan BPBD Kabupaten Ponorogo.

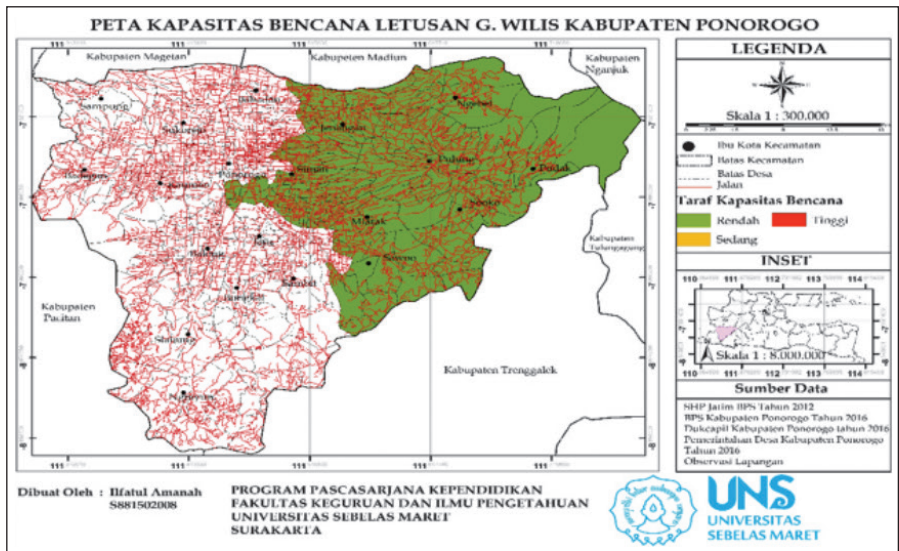
Kapasitas masyarakat dalam menghadapi letusan Gunung Wilis masih rendah. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Bapak Pratjojo, staff BPBD Kabupaten Ponorogo. Menurut beliau, penanggulangan bencana letusan Gunungapi, dalam hal ini Gunung Wilis merupakan wewenang pemerintah pusat/BNPB

memiliki wewenang dalam menetapkan aturan penanggulangan bencana letusan Gunung Wilis dan hanya berperan sebagai pelaksana ketika terjadi bencana.

Sistem peringatan dini yang ada di kawasan Pegunungan Wilis adalah *Early Warning System* tanah bergerak yang dipasang oleh BNPB/BMKG Jawa Timur. EWS ini berada di Desa Talun Kecamatan Ngebel dan Desa Tempuran, Kecamatan Sawoo. EWS ini difungsikan untuk memantau pergerakan dan aktivitas tanah yang ada di kompleks Pegunungan Wilis. Akan tetapi saat peneliti berada di lapangan, menurut warga EWS dimatikan karena membuat warga sekitar resah. Selain itu, sistem komputer di BPBD Kabupaten Ponorogo telah lama rusak.

Tabel 6. Data Rasio kelompok Umur.

Indikator	No Pertanyaan	Jumlah Responden	Nilai	Skor
Aturan kelembagaan tentang PRB	20	12	Rendah	1
Peringatan dini dan kajian risiko bencana	18	5	Rendah	1
Pendidikan kebencanaan	17	24	Rendah	1
Pengurangan faktor risiko dasar	19	11	Rendah	1
Pengembangan kesiapsiagaan pada seluruh lini	15	23	Rendah	1



Gambar 2. Peta Kapasitas Bencana Letusan Gunung Wilis Kab. Ponorogo.

Pendidikan dan sosialisasi kebencanaan di Kabupaten Ponorogo dilakukan untuk bencana yang sering terjadi seperti banjir dan tanah longsor. Karena bencana letusan Gunung Wilis belum diketahui kejadiannya, maka belum pernah ada sosialisasi. Pada tahun 2011 dilakukan sosialisasi dari BNPB tentang gerakan tanah di Balai Desa Wagir Kidul Kecamatan Pulung. Warga resah menganggap suara gemuruh berhubungan dengan aktivitas gunungapi sehingga dilakukan sosialisasi tentang bencana letusan gunungapi. Selain itu kesiapsiagaan pada berbagai lini telah dilakukan di beberapa desa seperti kelompok siaga bencana di Desa Ngebel Kecamatan Ngebel, Desa Jurug Kecamatan Sooko, dan Desa Banaran Kecamatan Pulung. Sementara itu belum ada jalur evakuasi jika terjadi bencana.

3.6. Analisis Risiko

Analisis risiko bencana letusan Gunung Wilis mengkombinasikan tingkat kerentanan dan kapasitas. Penentuan tingkat risiko bencana menggunakan matrik berdasarkan Peraturan Kepala BNPB No. 02 Tahun 2012 tentang Pedoman Pengkajian Risiko Bencana (49) dengan menghubungkan tingkat kerentanan dan kapasitas masyarakat terhadap bencana letusan Gunung Wilis. Kawasan rawan bencana

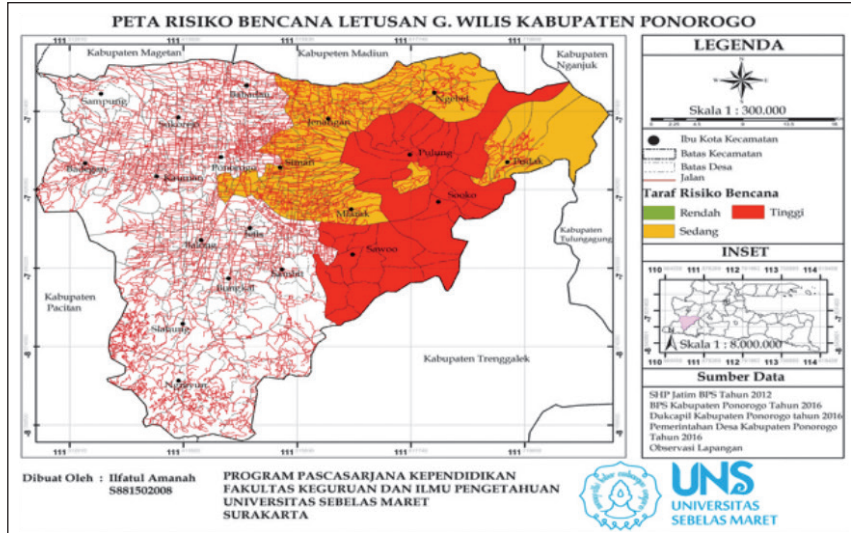
letusan Gunung Wilis terletak di sebelah timur Kabupaten Ponorogo, berada pada kompleks Pegunungan Wilis. Desa dengan tingkat risiko tinggi adalah Desa Temon Kecamatan Sawoo, Desa Ngadirojo dan Jurug di Kecamatan Sooko, Desa wagir Kidul Kecamatan Pulung, dan Desa Banaran Kecamatan Pulung. Kelima desa tersebut terletak di Kompleks Pegunungan Wilis bagian selatan.

Desa Temon, Ngadirojo, Jurug, Wagir Kidul, dan Banaran terletak di lereng Pegunungan Wilis bagian Selatan. Dengan demikian, risiko bencana letusan Gunung Wilis di Ponorogo berkisar tinggi hingga sedang. Kelima desa tersebut memiliki tingkat kerentanan sedang artinya berdasarkan faktor-faktor sosial, ekonomi, fisik, dan lingkungan memiliki tingkat kerawanan dalam menghadapi bahaya yang tinggi.

Desa Temon memiliki jumlah penduduk miskin tinggi yaitu sebanyak 1.180 KK dari 3.174 penduduk. Yang berarti 59,17 % penduduk Desa Temon adalah penduduk miskin. Kemiskinan merupakan salah satu sektor kelompok rentan terhadap bencana. Berdasarkan *ActionAid (2005: 7) poverty and vulnerability mutually re-enforcing and strong linked. All poor people are vulnerable but not all vulnerable people are poor.* Masyarakat miskin memiliki keterbatasan dalam hal ekonomi dan

sosial. Mereka sulit dalam bertahan hidup. Masyarakat miskin tidak memiliki asuransi sehingga akan lebih sulit untuk melanjutkan kehidupan setelah bencana. Oleh karena itu, Desa Temon memiliki tingkat risiko tinggi terhadap bencana letusan gunungapi.

sedangkan tingkat kerentanan rendah (1,449574) terdapat di Desa Kemiri Kecamatan Jenangan, (ii) Kapasitas masyarakat dalam menghadapi bencana letusan Gunung Wilis tergolong rendah dengan skor kerentanan satu. (iii) Risiko bencana letusan Gunung



Gambar 3. Peta Risiko Bencana Letusan Gunung Wilis Kabupaten Ponorogo.

Desa Jurug Kecamatan Sooko memiliki *dependency ratio* tinggi yaitu 42,21%. Jumlah penduduk usia produktif di Desa Jurug adalah 4.356 jiwa dan jumlah penduduk non produktif sebesar 1.839 jiwa. Hal tersebut berarti bahwa di Desa Jurug terdapat banyak penduduk usia produktif sehingga ketika terjadi bencana maka akan mengalami kerugian material akibat tidak bekerja. Jumlah penduduk usia non produktif juga berdampak kepada jumlah penduduk rentan, yaitu anak-anak dan orang tua. Anak-anak dan orang tua memerlukan orang lain dalam menghadapi bencana sehingga termasuk kelompok yang memiliki risiko tinggi.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari hasil dan pembahasan sebagai berikut. (i) Kerentanan masyarakat dalam menghadapi bencana letusan Gunung Wilis berkisar rendah hingga sedang dengan tingkat kerentanan sedang (1,861434) terdapat di Desa Jurug Kecamatan Sooko

Wilis di Kabupaten Ponorogo berkisar tinggi hingga sedang dengan tingkat risiko tinggi terdapat di lima desa di tiga kecamatan.

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut. Kepada pemerintah diharapkan (i) adanya pengawasan terhadap aktivitas Pegunungan Wilis termasuk pergerakan tanah, aktivitas sumber air panas, dan aktivitas belerang. (ii) Peningkatan kapasitas bencana perlu ditingkatkan guna mengurangi risiko bencana letusan Gunung Wilis melalui kajian risiko bencana dan faktor-faktor yang menyebabkan kerugian. (iii) Pengaktifan *Early Warning System* dengan sistem yang lebih aman sebagai salah satu upaya pengawasan terhadap aktivitas vulkanik dan tektonik, (iv) Penyediaan informasi bencana di wilayah kompleks Pegunungan Wilis antara lain bencana gunungapi, tanah longsor, dan gempa bumi secara luas dan mudah diakses pada semua lini. (v) Adanya mitigasi non struktural di daerah dengan tingkat risiko

sedang dan mitigasi struktural di daerah dengan tingkat risiko tinggi.

Kepada masyarakat diharapkan (i) Pembentukan dan pemberdayaan komunitas bencana dalam rangka meningkatkan kapasitas masyarakat. (ii) Hasil penelitian dapat mengubah persepsi dan sikap masyarakat dengan cara mengenali bahaya di lingkungan sekitar tempat tinggal.

DAFTAR PUSTAKA

- ActionAid.(2005). Participatory Vulnerability Analysis: A Step-by-step guide for field staff. London, United Kingdom: International Emergencies Team ActionAid International
- Bappeda Ponorogo.(2013). Pemetaan Daerah Rawan Bencana dan Analisis Risiko Bencana di Kabupaten Ponorogo. Ponorogo
- BNPB.(2012). Peraturan Kepala BNPB No. 02 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana. Jakarta.
- BPS Kabupaten Ponorogo. (2015). Kecamatan Sawoo dalam Angka 2013. Ponorogo.
- BPS Kabupaten Ponorogo. (2015). Kecamatan Sokoo dalam Angka 2013. Ponorogo.
- BPS Kabupaten Ponorogo. (2015). Kecamatan Pudak dalam Angka 2013. Ponorogo.
- BPS Kabupaten Ponorogo. (2015). Kecamatan Pulung dalam Angka 2013. Ponorogo.
- BPS Kabupaten Ponorogo. (2015). Kecamatan Mlarak dalam Angka 2013. Ponorogo.
- BPS Kabupaten Ponorogo. (2015). Kecamatan Siman dalam Angka 2013. Ponorogo.
- BPS Kabupaten Ponorogo. (2015). Kecamatan Jenangan dalam Angka 2013. Ponorogo.
- BPS Kabupaten Ponorogo. (2015). Kecamatan Ngebel dalam Angka 2013. Ponorogo.
- Capacity for Disaster Reduction Initiative (CaDRI). (2011). Basic of Capacity Development for Disaster Risk Reduction. Geneva, Switzerland.
- Departement of Economic and Social Affairs. United Nations. tanpa tahun. Glossarium of Demographic Term. (Online). (<https://esa.un.org/unpd/wpp/General/GlossaryDemographicTerms.aspx>). diakses tanggal 1 januari 2017.
- Kementerian Kesehatan RI. 2014. Situasi Penyandang Disabilitas. Buletin Jendela Data dan Informasi Kesehatan. Semester II, 2014.
- Saputra, I Wayan Gede Eka. (2015). Analisis Risiko Bencana Tanah Longsor di Kecamatan Sukasada Kabupaten Buleleng. Universitas Udayana Denpasar. Tesis-tidak diterbitkan.
- Twigg, John. Charlotte B. Tiziana R.(2007). Tools for Mainstreaming Disaster Risk Reduction: Guidance Notes for Development Organisations. Geneva, Switzerland: ProVention Consortium.
- United Nation International Strategi for Disaster Reduction (UNISDR). (2009). 2009 UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction. Geneva, Switzerland.
- United Nation International Strategi for Disaster Reduction (UNISDR). (2015). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030. Geneva, Switzerland.

STUDI ANALISA DISTRIBUSI SEBARAN KORBAN JIWA BERDASARKAN USIA DAN GENDER PADA PETA KRB ERUPSI GUNUNGAPI MERAPI 2010

Meassa Monikha Sari

Fakultas Teknik, Universitas Serang Raya

khasanny@yahoo.com

Abstract

The eruption of Merapi Volcano in 2010 was one of the biggest eruptions in the Merapi Volcano history. It caused several impacts such as building and environment damage, financial loss, and many casualties. The objective of this research is as a disaster mitigation by obtaining casualties distribution based on 2010 Disaster-prone Area map (Kawasan Rawan Bencana), knowing how the casualties distribution based on age and gender and getting the factors which caused many casualties. The research was done by questionnaires, observation, field survey and interview with the casualties and stakeholders, then the data was analyzed using ArcMap software. The result of the research showed that distribution of the most casualties was in the around of Gendol River stream which was part of KRB III area about 260 persons. Meanwhile, 82 casualties were also spread in the KRB II area, 72 persons in the KRB I and non KRB area. The casualties in KRB III were caused by pyroclastic flow, and the others caused by tephra falls, accidents, disease, psychological condition and culture. Based on gender, men are many more than women and based on age, old men and women casualties are more than the younger casualties.

Keywords : *Eruption, Merapi, Casualties, KRB, Age, Gender.*

1. PENDAHULUAN

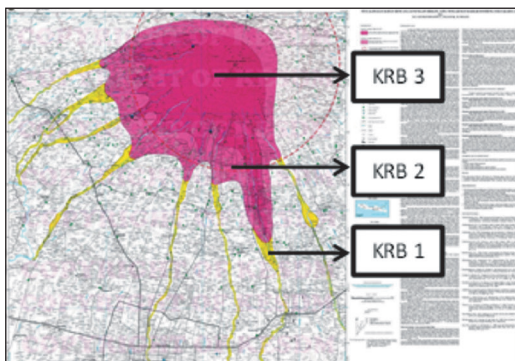
1.1. Latar Belakang

Gunungapi Merapi atau Merapi *Volcano* tercatat sebagai salah satu gunungapi paling aktif di dunia. Merapi *Volcano* mempunyai ketinggian sekitar 2.978 m di atas permukaan laut, berdiameter 28 km, luas 300-400 km² dan volume 150 km³ yang secara geografis terletak pada posisi 7°32'5" Lintang Selatan dan 110°26'5" Bujur Timur, dan secara administratif terletak pada empat wilayah kabupaten yaitu Kab. Sleman di D. I. Yogyakarta, Kab. Magelang, Kab. Boyolali dan Kab. Klaten di Provinsi Jawa Tengah (Qowo, 2014). Gunungapi tipe strato-volcano ini sejak dulu mempunyai daya tarik tersendiri berupa kekayaan tambang, objek wisata, keindahan pemandangan, kesuburan lahan pertanian, cerita sejarahnya, serta kekayaan budaya. Oleh sebab itu Gunungapi Merapi menjadi salah satu tujuan wisata yang

terkenal dan menjadi semakin terkenal setelah erupsi besar di tahun 2010 (Sari, 2016). Selain mampu menarik kunjungan wisatawan domestik maupun mancanegara setiap tahunnya, pesona Merapi juga memicu meningkatnya kepadatan penduduk di sekitar Merapi. Oleh karena itu meskipun cukup sering bererupsi dan dampak yang ditimbulkan juga cukup besar, hal ini tidak mengurangi daya tariknya.

Salah satu upaya dalam rangka pengurangan risiko terhadap bencana erupsi Gunungapi Merapi, pemerintah telah menetapkan radius-radius tertentu yang termasuk pada Kawasan Rawan Bencana (KRB) terhadap dampak letusan gunungapi yang dikenal dengan peta KRB (Sari, 2016). Peta Kawasan Rawan Bencana (KRB) yang dikeluarkan oleh PVMBG BPPTKG selama ini merupakan satu-satunya peta yang menjadi patokan bagi masyarakat yang menggambarkan tingkat kerawanan untuk bertempat tinggal di sekitar Merapi. Peta tersebut mencakup jenis

dan sifat bahaya gunungapi, daerah rawan bencana, arah jalur penyelamatan diri, lokasi pengungsian dan pos-pos penanggulangan bencana. Pembagian kawasan rawan bencana melalui penyusunan peta Kawasan Rawan Bencana tersebut didasarkan kepada geomorfologi, geologi, sejarah kegiatan, distribusi produk erupsi terdahulu, penelitian dan studi lapang. Selanjutnya Kawasan Rawan Bencana Gunungapi Merapi dibagi kedalam tiga tingkatan yaitu: Kawasan Rawan Bencana III (KRB III), Kawasan Rawan Bencana II (KRB II), dan Kawasan Rawan Bencana I (KRB I) dimana wilayah yang termasuk pada KRB III merupakan wilayah yang tidak direkomendasikan untuk menjadi kawasan bertempat tinggal karena paling dekat dengan sumber ancaman utama erupsi Merapi yaitu awan panas atau aliran piroklastik (Bappenas dan BNPB, 2011). Peta KRB seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Peta Kawasan Rawan Bencana (KRB) Erupsi Gunungapi Merapi 2010. (Sumber: PVMBG, 2010)

Oleh sebab itu dengan adanya peta Kawasan Rawan Bencana (KRB) ini, diharapkan kerugian, kerusakan dan terutama korban jiwa yang mungkin timbul akibat erupsi dapat diminimalkan.

Letusan Gunung Merapi yang terjadi pada 2010 yang lalu merupakan salah satu letusan terbesar dalam sejarah erupsi gunung tersebut. Dalam catatan sejarah letusan sampai Oktober 2010, Gunungapi Merapi sudah tercatat meletus sebanyak 84 kejadian dengan jumlah korban manusia yang cukup banyak (Sutaningsih dkk, 2011). Letusan Gunungapi Merapi terjadi pada

akhir Oktober sampai awal November 2010 yang mengakibatkan timbulnya korban jiwa dan kerusakan yang cukup besar.

Pada dasarnya, *Early Warning System* atau sistem peringatan dini yang diberikan pemerintah telah bekerja maksimal. Pemantauan intensif terhadap Gunungapi Merapi telah dilakukan pemerintah, dalam hal ini adalah BPPTKG, saat Gunungapi Merapi mulai menunjukkan peningkatan aktivitasnya di awal September 2010. Pemerintah setempat dan *stakeholders* tidak hanya melakukan pemantauan, akan tetapi juga melakukan evakuasi, persiapan pengungsian semaksimal mungkin yang didukung oleh banyak pihak. Namun pada kenyataannya, ternyata masih ada faktor-faktor yang tidak dapat dikendalikan di lapangan, sehingga menyebabkan jumlah korban jiwa dan kerusakan yang timbul masih tinggi. Korban jiwa yang timbul akibat erupsi ini mencapai ratusan orang dengan berbagai tingkat umur dan penyebab yang beragam. Oleh sebab itu penelitian ini difokuskan pada analisa distribusi sebaran korban jiwa berdasarkan umur dan jenis kelamin serta menganalisa faktor-faktor penyebab timbulnya korban jiwa tersebut sehingga jumlah korban yang timbul apabila terjadi erupsi di masa yang akan datang dapat diminimalisir.

1.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini sebagai salah satu upaya mitigasi bencana erupsi Gunungapi Merapi yaitu dengan:

- a. Mengetahui distribusi sebaran korban jiwa akibat erupsi Gunungapi Merapi 2010 pada peta Kawasan Rawan Bencana (KRB).
- b. Mengetahui korban jiwa berdasarkan distribusi umur dan jenis kelamin.
- c. Mengetahui faktor-faktor penyebab timbulnya banyak korban jiwa.

2. METODOLOGI

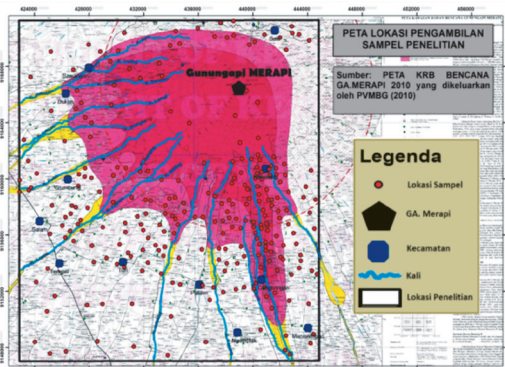
2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini berlokasi di kawasan

terdampak erupsi Merapi 2010 meliputi Kab. Sleman, Kab. Magelang, Kab. Boyolali dan Kab. Klaten berdasarkan pada peta Kawasan Rawan Bencana (KRB) 2010 seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2 dengan waktu penelitian selama Februari 2016 dan Oktober 2016.

2.2. Pengambilan dan Analisa Data

Penentuan sampel responden yang diwawancarai dipilih menggunakan teknik *cluster random sampling*. Sebaran responden seperti ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Pengambilan Responden.

Pada *cluster random sampling* (sampel acak kelompok), populasi dibagi menjadi beberapa kelompok dengan ketentuan setiap kelompok terdiri dari subjek-subjek yang dianggap sama (bersifat homogen) walaupun antar kelompok saling heterogen. Subjek di setiap kelompok dapat dipilih secara acak untuk dijadikan sampel yang akan diteliti. Pertimbangan waktu, biaya, tenaga dan besarnya populasi memungkinkan teknik ini digunakan dalam menentukan titik sampel responden (Arikunto, 2012). Data pendukung lain yang dibutuhkan adalah data korban yang meninggal yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Kabupaten Sleman, Dinas Kesehatan Kabupaten Klaten dan Dinas Kesehatan Kabupaten Magelang dalam periode Oktober – Desember 2010. Analisa data sebaran korban jiwa ke dalam peta KRB menggunakan program ArcGIS.

2.3. Peta Kawasan Rawan Bencana (KRB) Erupsi Merapi

Peta Kawasan Rawan Bencana (KRB) yang dikeluarkan oleh PVMBG BPPTKG selama ini merupakan satu-satunya peta yang menjadi patokan bagi masyarakat yang menggambarkan tingkat kerawanan untuk bertempat tinggal di sekitar Merapi (Sari, 2013). Peta tersebut mencakup jenis dan sifat bahaya gunungapi, daerah rawan bencana, arah jalur penyelamatan diri, lokasi pengungsian dan pos-pos penanggulangan bencana. Pembagian kawasan rawan bencana melalui penyusunan peta kawasan rawan bencana tersebut didasarkan kepada geomorfologi, geologi, sejarah kegiatan, distribusi produk erupsi terdahulu, penelitian dan studi lapang. Selanjutnya kawasan rawan bencana Gunungapi Merapi dibagi kedalam tiga tingkatan yaitu: Kawasan Rawan Bencana III (KRB III), Kawasan Rawan Bencana II (KRB II), dan Kawasan Rawan Bencana I (KRB I) (Bappenas dan BNPB, 2011).

Kawasan Rawan Bencana III (KRB III), adalah kawasan yang letaknya dekat dengan sumber bahaya yang sering terlanda awan panas, aliran lava, guguran batu, lontaran batu (pijar) dan hujan abu lebat. Oleh karena tingkat kerawanan yang tinggi, maka kawasan ini tidak diperkenankan untuk digunakan sebagai hunian tetap. Penetapan batas KRB III didasarkan pada sejarah kegiatan dalam waktu 100 tahun terakhir. KRB III Gunungapi Merapi ini merupakan kawasan yang paling rawan terkena letusan, apapun jenis dan besar letusan. Letusan normal Merapi pada umumnya mempunyai indeks letusan skala VEI 1-3, dengan jangkauan awan panas maksimum 8 km, sedangkan letusan besar dengan letusan VEI 4 jangkauan awan panasnya bisa mencapai 15 km atau lebih. Dalam rangka upaya pengurangan risiko bencana, perlu dilakukan pengendalian tingkat kerentanan. Apabila terjadi peningkatan aktivitas Gunungapi Merapi yang mengarah kepada letusan, masyarakat yang masih bertempat tinggal di KRB III diprioritaskan untuk diungsikan terlebih dahulu (Bappenas dan BNPB, 2011).

Kawasan Rawan Bencana II (KRB II), terdiri atas dua bagian, yaitu: a). aliran massa berupa awan panas, aliran lava dan lahar; b). lontaran berupa material jatuhan (tefra) dan lontaran batu (pijar). Pada kawasan rawan bencana II masyarakat diharuskan mengungsi apabila terjadi peningkatan kegiatan gunungapi sesuai dengan saran Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi sampai daerah ini dinyatakan aman kembali. Pernyataan harus mengungsi, tetap tinggal di tempat, dan keadaan sudah aman kembali, diputuskan oleh pemerintah daerah sesuai dengan ketentuan yang berlaku (Bappenas dan BNPB, 2011).

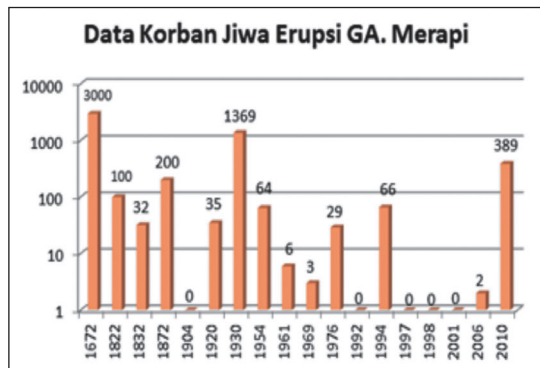
Penetapan batas KRB II didasarkan kepada sejarah kegiatan lebih tua dari 100 tahun, dengan indeks erupsi VEI 3-4, baik untuk bahaya aliran massa ataupun bahaya material awan panas. Kawasan yang berpotensi terlanda material jatuhan ditentukan dengan mempertimbangkan sifat gunungapi yang bersangkutan tanpa memperhatikan arah angin dan digambarkan dalam bentuk lingkaran. Penetapan batas sebaran material lontaran didasarkan pada endapan tefra yang berumur lebih tua dari 100 tahun pada jarak 6-18 km dari pusat erupsi dengan ketebalan 6-24 cm dan besar butir 1-4 cm. Berdasarkan produk letusan tahun 2010, material lontaran batu (pijar) yang berukuran butir 2-6 cm mencapai jarak 10 km dari pusat erupsi. Untuk mengantisipasi letusan besar seperti letusan Gunungapi Merapi tahun 2010, maka radius ancaman sebaran material sebaran material jatuhan dan lontaran batu pijar hingga radius 10 km dari pusat erupsi. Apabila letusan lebih besar radius dapat diperluas kembali (Bappenas dan BNPB, 2011).

Kawasan Rawan Bencana I (KRB I), adalah kawasan yang berpotensi terlanda lahar/banjir dan tidak menutup kemungkinan dapat terkena perluasan awan panas dan aliran lava lahar adalah aliran massa berupa campuran air dan material lepas berbagai ukuran yang berasal dari ketinggian gunungapi produk erupsi Gunungapi Merapi 2010 sekitar 130 juta m³, 30-40% di antaranya masuk ke Kali Gendol berupa awan panas, sisanya masuk ke sungai-sungai besar lainnya yang berhulu di puncak Gunungapi Merapi. Endapan

awan panas pada sungai-sungai tersebut berpotensi menjadi lahar apabila terjadi hujan dengan intensitas tinggi. Ancaman lahar berupa meluapnya lahar dari badan sungai yang melanda daerah permukiman, pertanian dan infrastruktur. Apabila terjadi lahar dalam skala besar, warga masyarakat yang terancam agar dievakuasi untuk mencegah korban jiwa. Dengan dikeluarkannya penetapan kawasan rawan bencana, agar menjadi acuan bersama dalam upaya pengurangan risiko bencana dan sebagai dasar penentuan kebijakan penataan ruang wilayah, serta dalam upaya peningkatan kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana (Bappenas dan BNPB, 2011).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Letusan Merapi sejak abad ke-20 pernah menelan korban jiwa meninggal mencapai 1369 jiwa yaitu pada tahun 1930. Gambar 3 menunjukkan jumlah korban jiwa sepanjang sejarah letusan Gunungapi Merapi. Apabila dibandingkan dengan erupsi tahun 2006 yang menelan 2 korban jiwa yang terperangkap dalam bunker di Kaliadem (Sutaningsih dkk, 2011), letusan pada 2010 mengakibatkan 389 jiwa meninggal.

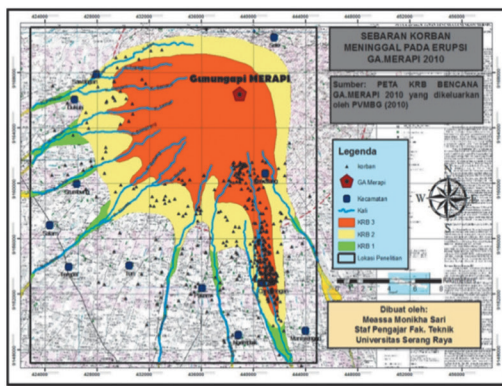


Gambar 3. Korban jiwa dalam sejarah erupsi Merapi. (Sumber: Sutaningsih dkk, 2011).

Plotting sebaran korban jiwa pada peta KRB tidak menggunakan data yang berasal dari BPBD (Badan Penanggulangan Bencana Daerah) setempat, dikarenakan pada saat terjadi erupsi, BPBD belum terbentuk, sehingga penanganan korban erupsi ditangani oleh Dinas

Kesehatan. Berdasarkan data sekunder yang diperoleh, ternyata tercatat sebanyak 414 korban jiwa, sehingga terdapat 414 titik korban pada plotting peta sebaran korban. Koordinat korban ditentukan dari alamat pada Kartu Tanda Penduduk (KTP) korban. Hasil plotting sebaran korban jiwa akibat erupsi Merapi 2010 pada peta KRB menggunakan ArcGIS ditunjukkan oleh Gambar 4.

Pada peta KRB, sebaran korban terbesar sebanyak 260 jiwa terdapat pada wilayah KRB III yaitu Kecamatan Cangkringan meliputi Desa Umbulharjo, Argomulyo, Kepuharjo, Wukirsari, dan Glagaharjo, kemudian sebagian kecil di Desa Sindumartani Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman dan Desa Balerante Kecamatan Kemalang. Korban jiwa pada wilayah-wilayah ini merupakan korban yang terdampak langsung akibat awan panas. Daerah-daerah tersebut termasuk wilayah KRB III, selain merupakan wilayah yang berada sekitar 5 – 10 km dari puncak Gunungapi Merapi, juga berada di sekitar aliran Kali Gendol yang menjadi aliran utama material piroklastik. Akan tetapi beberapa korban jiwa di KRB III di Kabupaten Magelang, bukanlah terdampak langsung oleh awan panas melainkan akibat faktor-faktor lain.



Gambar 4. Distribusi Sebaran Korban Jiwa pada Peta KRB.

Distribusi Korban jiwa juga tersebar di wilayah KRB II sebanyak 82 jiwa, lalu di wilayah KRB I dan non KRB sebanyak 72 jiwa yang tersebar di Kecamatan Pakem, Kecamatan Turi, Kecamatan Cangkringan di Kabupaten Sleman, Kecamatan Srumbung, Kecamatan Dukun,

Kecamatan Sawangan di Kabupaten Magelang, serta Kecamatan Kemalang di Kabupaten Klaten. Berdasarkan hasil wawancara dengan para korban yang masih hidup serta wawancara dengan BPBD dan Dinas Kesehatan Kabupaten Sleman serta Kabupaten Klaten, korban jiwa pada wilayah-wilayah ini tidak disebabkan oleh ancaman primer awan panas, akan tetapi disebabkan oleh faktor-faktor tidak langsung akibat letusan Merapi. Selain awan panas atau aliran piroklastik yang merupakan ancaman utama erupsi Merapi, besarnya jumlah korban jiwa yang timbul akibat letusan 2010 dibandingkan dengan beberapa letusan terakhir dapat disebabkan oleh berbagai hal diantaranya adalah akibat awan panas yang merupakan penyebab langsung, abu vulkanik dan gas vulkanik, sistem peringatan dini yang berkaitan dengan aktivitas Merapi, kondisi psikologis, penyakit, serta pengaruh kepercayaan lokal penduduk di sekitar Gunungapi Merapi yang timbul sebagai penyebab tidak langsung kematian akibat letusan Merapi. Lahar pada erupsi Merapi 2010 tidak menjadi penyebab timbulnya korban jiwa walaupun tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh lahar cukup besar.

Dalam kejadian erupsi Merapi 2010, timbulnya korban jiwa yang terdampak langsung awan panas adalah akibat letusan yang terjadi sebanyak 2 (dua) kali. Menurut Subandriyo (2011), letusan pertama terjadi pada 26 Oktober 2010 sore, yang secara kronologis erupsi diawali oleh letusan vulkanian dan menghasilkan semburan awan panas yang mengarah ke sektor selatan antara Kali Kuning dan Kali Gendol sejauh 8 km. Awan panas pada letusan pertama ini menyapu Dusun Kinahrejo dan sekitarnya yang membawa korban tokoh terkenal, Juru Kunci Merapi Mbah Marijan dan 25 orang di sekitarnya. Setelah itu aktivitas erupsi sedikit mereda, tetapi suara gemuruh masih terus berlangsung. Aktivitas erupsi meningkat kembali pada tanggal 29 Oktober 2010. Erupsi Merapi 2010 ini bersifat eksplosif membentuk kolom letusan setinggi 10 km dari puncak dan menghasilkan awan panas yang makin membesar hingga mencapai puncaknya pada 5 November 2010 dinihari.

Pada letusan kedua (5 November 2010), arah awan panas (aliran piroklastik) dominan ke Kali Gendol (Tenggara) dengan jumlah material mencapai 30 juta meter kubik, terpapar hingga sejauh 15 km dari puncak (Subandriyo, 2011), sehingga daerah sekitar Kali Gendol yang padat oleh pemukiman penduduk habis disapu tidak hanya oleh awan panas akan tetapi juga oleh lahar yang dibawa air hujan atau lahar dingin. Material tersebut tersebar di sektor Selatan dominan berupa endapan aliran awan panas (*pyroclastic flow*), sedangkan di sektor Barat dominan berupa material jatuhan (*tephra fall*) Letusan kedua ini menyebabkan jumlah korban jiwa jauh lebih banyak daripada letusan pertama. Kondisi korban yang tersapu awan panas sangat mengenaskan, dalam keadaan hangus, hancur terpotong-potong sehingga sangat sulit untuk diidentifikasi (Sari, 2013).

Berbeda dengan korban jiwa di wilayah KRB III yang mayoritas disebabkan oleh awan panas, maka korban jiwa di wilayah KRB II dan KRB I dan non KRB dominan disebabkan oleh ancaman lain Merapi. Hujan abu vulkanik (*tephra fall*) menyebabkan kondisi alam berkabut dan lingkungan menjadi gelap sehingga jarak pandang menjadi sangat pendek (kurang dari 1 meter) banyak menimbulkan kecelakaan lalu lintas bagi para pengendara terutama sepeda motor. Dalam keadaan alam seperti itu, ternyata masih banyak penduduk yang seharusnya sudah berada di pengungsian atau di tempat yang jauh dan aman, masih berlalu lalang di jalan raya untuk alasan menjemput sanak keluarga yang belum dievakuasi atau untuk kembali ke rumah melihat keadaan rumah dan desa. Perasaan takut, cemas, dan panik yang dirasakan para pengendara kendaraan cenderung membuat para pengendara tidak fokus, ditambah dengan kurang awasnya penglihatan akibat abu dan gas vulkanik, menimbulkan kebingungan harus bergerak ke arah mana, melalui jalan yang mana untuk menyelamatkan diri sehingga justru malah menjadi korban kecelakaan atau bahkan terperangkap dalam ancaman awan panas.

Berdasarkan wawancara dengan Dinas Kesehatan Kabupaten Magelang, sebagian besar para korban kecelakaan lalu lintas mengalami cedera kepala berat dan gegar otak yang berujung pada kematian. Oleh sebab itu, peta KRB ini juga memuat jalan provinsi, jalan utama dan jalan lokal yang dapat menjadi petunjuk bagi penduduk dalam proses evakuasi di masa yang akan datang dalam upaya mengurangi jumlah korban jiwa yang besar.

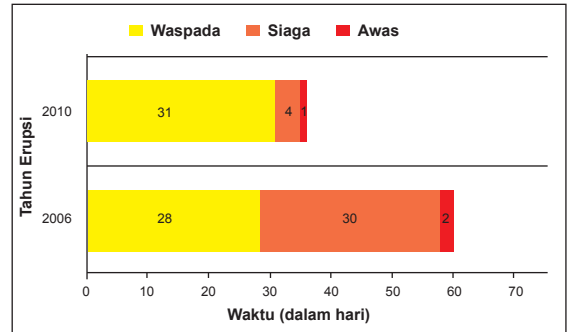
Faktor timbulnya korban jiwa akibat hujan abu vulkanik dan gas vulkanik hasil erupsi yaitu munculnya berbagai masalah kesehatan yang menyangkut saluran pernapasan seperti infeksi saluran pernapasan akut (ISPA), gangguan fungsi paru-paru, dan asma (sesak napas). Pada dasarnya abu vulkanik dan gas vulkanik tidak secara langsung menyebabkan kematian, akan tetapi secara perlahan akan mengganggu sistem dan saluran pernapasan seseorang hingga melampaui batas kemampuan organ orang tersebut. Kematian juga banyak terjadi pada lansia (lanjut usia) akibat kondisi psikologis (perasaan takut dan stres) serta ketidaknyamanan di pengungsian, sehingga "mempercepat" kematian para lansia. Beberapa lansia meninggal di pengungsian karena stres, kemudian tidak mau makan sehingga kesehatan menurun. Oleh sebab itu, tidaklah heran bila banyak lansia yang tidak mau diajak berevakuasi, lebih memilih berdiam diri di rumah karena merasa lebih nyaman di rumah walaupun status Merapi telah siaga menuju awas. Selain itu, terdapat beberapa korban jiwa yang meninggal akibat penyakit seperti serangan jantung mendadak, stroke, juga para korban yang sebelum terjadi erupsi memang sudah sakit. Kondisi ini lebih karena perasaan psikologis masyarakat yang panik, cemas, kaget dan ketakutan yang justru memperparah sakitnya. Beberapa ibu yang sedang hamil meninggal akibat ketuban pecah dini, berikut beberapa bayi lahir prematur yang tidak dapat bertahan hidup.

Faktor penyebab lainnya adalah sistem peringatan dini yang berkaitan dengan timbulnya korban jiwa. Menurut Subandriyo dkk (2009), setelah terjadinya erupsi Merapi 2006, maka ancaman erupsi selanjutnya

adalah ke arah Selatan, yaitu arah Kali Kuning dan Kali Gendol. Pemerintah dalam kejadian erupsi Merapi 2010 telah bekerja maksimal dalam memberikan *early warning* berdasarkan pemantauan intensif gejala-gejala dan aktivitas yang ditunjukkan oleh Gunungapi Merapi dengan menggunakan berbagai metode dan pemanfaatan teknologi modern. Akan tetapi peristiwa letusan Merapi tetap merupakan peristiwa alam yang terjadinya tidak bisa dikendalikan, ditahan atau ditunda oleh manusia. Manusia hanya dapat mempelajari, memantau, dan memprediksi semua kemungkinan yang dapat terjadi. Kemudian dari hasil pemantauan baru ditentukan status tingkat isyarat yang meliputi status normal, waspada, siaga atau awas sebagai peringatan bagi masyarakat. Dari penetapan status selanjutnya pemerintah mengeluarkan perintah evakuasi terutama kepada penduduk yang bermukim dalam wilayah merah atau radius tidak aman (wilayah dengan radius minimal 5 km dari puncak Merapi).

Kaitan antara sistem peringatan dini dengan korban jiwa ditinjau dari gejala-gejala yang ditunjukkan oleh Gunungapi Merapi. Dibandingkan dengan letusan 2006, perubahan peningkatan status aktivitas berjalan secara perlahan, sedangkan pada letusan 2010 berjalan sangat cepat atau memiliki rentang yang lebih pendek sebelum terjadi letusan. Pada tahun 2006, status waspada berlangsung selama 28 hari, lalu dinaikkan menjadi waspada selama 30 hari kemudian dinyatakan awas selama 2 hari hingga keesokan harinya terjadi letusan. Pada letusan 2010, status waspada berlangsung selama 28 hari, kemudian status siaga hanya berlangsung selama 4 hari lalu dinyatakan awas hingga keesokan harinya atau satu hari kemudian terjadi letusan yang besar (Sutaningsih dkk, 2011). Rentang letusan tahun 2010 yang pendek menjadi salah satu penyebab banyaknya timbul korban jiwa. Banyak penduduk yang semula telah mengungsi namun kembali ke rumah untuk menyelamatkan harta, ternak, membersihkan rumah, dan mengambil rumput enggan untuk berevakuasi bahkan di detik-detik terakhir

menjelang letusan kedua 5 November 2010. Perbandingan perubahan status Merapi ditunjukkan oleh Gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan Perubahan Status Merapi Menjelang Letusan Tahun 2006 dan 2010. (Sumber: Sutaningsih dkk, 2011).

Pengalaman yang dialami ketika erupsi Merapi di tahun 2006, status siaga yang berlangsung 30 hari menjadi patokan masyarakat. Di tahun 2006, masyarakat berevakuasi meninggalkan rumah, harta, ternak dan pekerjaan sekian lama, akan tetapi Merapi tidak meletus besar seperti yang dibayangkan. Dari pengalaman tersebut, di tahun 2010 masyarakat beranggapan akan terjadi hal yang sama dengan kejadian tahun 2006. Hal ini ditambah lagi bahwa Merapi pada tahun 2010 tidak secara khusus menunjukkan gejala-gejala akan meletus.

Jika tahun-tahun sebelumnya secara visual sebelum meletus terjadi pembentukan kubah lava, terlihat adanya api diam dan guguran lava pijar, maka pada erupsi 2010 sampai Merapi berstatus siaga tidak menunjukkan visual apapun hanya kadang-kadang terdengar guguran di lokasi sekitar Merapi sehingga ketika terjadi letusan baik letusan pertama (26 Oktober 2010) maupun kedua (5 November 2010) masih banyak masyarakat yang beraktivitas di rumah maupun di luar rumah. Dalam hal ini juga dapat dilihat bahwa banyak masyarakat yang masih kurang peduli dengan peringatan pemerintah untuk berevakuasi, sehingga ketika letusan kedua (5 November 2010) yang terjadi pada dini hari, banyak penduduk yang sedang istirahat di rumah menjadi korban.

Faktor penyebab terakhir adalah kepercayaan lokal penduduk di sekitar Gunungapi Merapi. Berbagai cerita berkembang di masyarakat. Sebagian masyarakat pasca erupsi 2006 masih banyak yang beranggapan bahwa lereng selatan merupakan halaman depan keraton merapi, sehingga apabila sedang mempunyai hajat (ingin meletus), tidak akan membuang sampah ke halaman depan (arah selatan) akan tetapi erupsi 2006 mematahkan kepercayaan tersebut. (Nandaka, 2010). Banyak warga yang merasa lebih paham akan karakter Merapi karena telah hidup turun temurun di sekitar Merapi, ada pula warga masyarakat yang merasa

berakumulasi memicu timbulnya korban jiwa, sehingga di wilayah KRB I dan non KRB yang merupakan wilayah dengan aman dapat timbul korban jiwa.

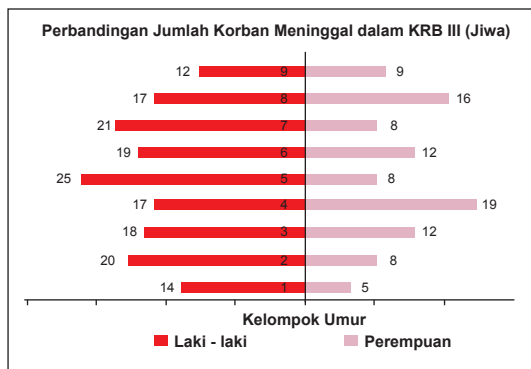
Berdasarkan tingkat usia dan jenis kelamin, korban jiwa dibedakan menjadi 9 kelompok umur dengan jenis kelamin laki-laki dan perempuan. Distribusi korban jiwa berdasarkan kelompok umur dan jenis kelamin yang tersebar di wilayah KRB III, KRB II dan KRB I dan non KRB seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, Gambar 6, Gambar 7 dan Gambar 8.

Pada wilayah KRB III, jumlah korban terbesar yaitu pada rentang usia 31 - 40 tahun

Tabel 1. Korban Jiwa di Wilayah KRB III.

KELOMPOK UMUR	KATEGORI USIA (TAHUN)	JUMLAH (JIWA)	LAKI-LAKI (JIWA)	PEREMPUAN (JIWA)
1	0 - 10	19	14	5
2	11 - 20	28	20	8
3	21 - 30	30	18	12
4	31 - 40	36	17	19
5	41 - 50	33	25	8
6	51 - 60	31	19	12
7	61 - 70	29	21	8
8	71 - 80	33	17	16
9	> 81	21	12	9
JUMLAH TOTAL		260	163	97

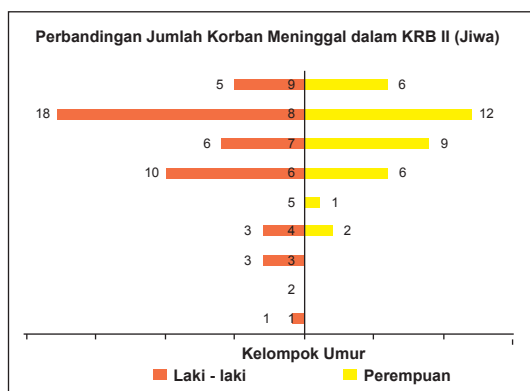
mendapat “wangsit” bahwa Merapi tidak akan meletus, hanya sekedar “batuk”, sehingga menganggap remeh peringatan pemerintah untuk mengungsi. Hasil wawancara dengan korban Merapi yang masih hidup, beberapa warga bahkan sengaja mengunci diri di rumah, menolak untuk dievakuasi bahkan cenderung “memasrahkan” diri untuk diambil oleh Merapi sehingga akhirnya menjadi korban langsung letusan. Umumnya korban yang bersikap seperti ini adalah para korban yang berusia lanjut yang memang pernah mengalami erupsi-erupsi Merapi sebelumnya dan sangat percaya akan cerita sejarah maupun mitos seputar Merapi. Berbagai faktor tak langsung



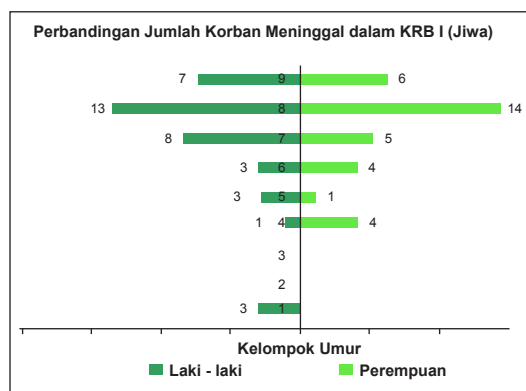
Gambar 6. Korban Jiwa Laki-laki dan Perempuan di Wilayah KRB III.

Tabel 2. Korban Jiwa di Wilayah KRB II.

KELOMPOK UMUR	KATEGORI USIA (TAHUN)	JUMLAH (JIWA)	LAKI-LAKI (JIWA)	PEREMPUAN (JIWA)
1	0 - 10	1	1	0
2	11 - 20	0	0	0
3	21 - 30	3	3	0
4	31 - 40	5	3	2
5	41 - 50	1	0	1
6	51 - 60	16	10	6
7	61 - 70	15	6	9
8	71 - 80	30	18	12
9	> 81	11	5	6
JUMLAH TOTAL		82	46	36



Gambar 7. Korban Jiwa Laki-laki dan Perempuan di Wilayah KRB II.

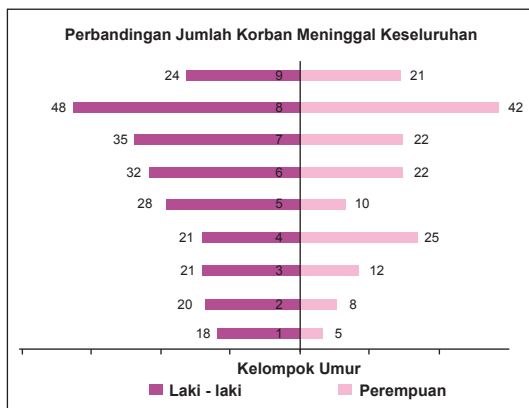


Gambar 8. Korban Jiwa Laki-laki dan Perempuan di Wilayah KRB I dan Non KRB.

Tabel 3. Korban Jiwa di Wilayah KRB I.

KELOMPOK UMUR	KATEGORI USIA (TAHUN)	JUMLAH (JIWA)	LAKI-LAKI (JIWA)	PEREMPUAN (JIWA)
1	0 - 10	3	3	0
2	11 - 20	0	0	0
3	21 - 30	0	0	0
4	31 - 40	5	1	4
5	41 - 50	4	3	1
6	51 - 60	7	3	4
7	61 - 70	13	8	5
8	71 - 80	27	13	14
9	> 81	13	7	6
JUMLAH TOTAL		72	38	34

(kelompok umur 4) sebanyak 36 jiwa dan di semua tingkat umur korban jiwa laki-laki-laki lebih dominan dibandingkan perempuan kecuali pada kelompok umur 4 ini. Pada wilayah KRB II, korban jiwa terbanyak pada umur lansia dimana jenis kelamin laki-laki perempuan sedangkan di wilayah KRB I dan non KRB kelompok umur lansia baik korban jiwa laki-laki maupun perempuan menunjukkan jumlah yang seimbang dan paling dominan dibandingkan kelompok umur di bawahnya, walaupun korban laki-laki masih lebih banyak dibandingkan jumlah korban perempuan. Padahal seperti yang telah diketahui wilayah KRB 1 dan non KRB adalah wilayah yang relatif aman dari ancaman erupsi akan tetapi ditemukan banyak korban jiwa di wilayah tersebut. Secara keseluruhan untuk semua kelompok umur di wilayah KRB ditunjukkan oleh Gambar 9.



Gambar 9. Korban Jiwa Laki-laki dan Perempuan di Wilayah KRB.

Dalam semua kelompok umur, korban jiwa laki-laki jauh lebih banyak dibandingkan korban jiwa perempuan dikarenakan pada proses evakuasi kaum rentan seperti perempuan, anak-anak, wanita hamil, penyandang cacat diutamakan terlebih dahulu. Kelompok umur lansia (di atas 60 tahun) merupakan kelompok paling rentan menjadi korban karena berbagai faktor dalam kejadian erupsi Merapi 2010 karena jumlahnya yang paling banyak. Hal ini disebabkan oleh banyak faktor yang telah dibahas di atas.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan yang dapat ditarik adalah sebagai berikut.

1. Korban jiwa akibat erupsi Gunungapi Merapi 2010 paling banyak tersebar di wilayah KRB III sebanyak 260 jiwa, kemudian di wilayah KRB II terdapat 82 jiwa, dan di wilayah KRB I dan non KRB sebanyak 72 jiwa.
2. Korban jiwa di wilayah KRB III merupakan korban akibat ancaman utama erupsi Merapi yaitu awan panas (aliran piroklastik) terutama di sekitar aliran Kali Gendol, sedangkan korban jiwa di wilayah KRB II, KRB I serta wilayah non-KRB disebabkan oleh abu dan gas vulkanik, kondisi psikologis, sakit, kecelakaan serta kepercayaan lokal masyarakat.
3. Berdasarkan usia, korban jiwa terbanyak berasal dari kelompok umur lansia (umur di atas 60 tahun), sedangkan berdasarkan gender laki-laki lebih dominan menjadi korban jiwa dibandingkan perempuan.

4.2. SARAN

Perlu dilakukan penelitian untuk membandingkan bagaimana sebaran korban jiwa pada Peta KRB dengan sebaran korban jiwa pada Peta Isovulkanik akibat erupsi Gunungapi Merapi 2010.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Serang Raya atas kesempatan dan dukungan, kepada Prof. Widodo FTSP UII dan Prof. Sunarto Fak. Geografi UGM serta terima kasih juga disampaikan kepada para responden dan *stakeholder* terkait yang telah membantu jalannya penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi., (2010), *Prosedur Penelitian Studi Pendekatan Praktik*, Rineka Cipta, Edisi Revisi 2010, Jakarta
- Bappenas dan BNPB, (2011), *Rencana Aksi Rehabilitasi dan Rekonstruksi Wilayah Pascabencana Erupsi Gunung Merapi di Provinsi D.I Yogyakarta dan Provinsi Jawa Tengah Tahun 2011-2013*, Juni 2011
- Nandaka Agung IGD., (2010), *Terminologi Erupsi Merapi*, Buletin Berkala Merapi, Vol.07/03/Edisi Desember 2010, ISSN 1693-9212, BPPTK, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi, Yogyakarta
- PVMBG, (2011), *Edisi Khusus Erupsi Merapi 2006:Laporan Dan kajian Vulkanisme Erupsi*, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Badan Geologi, BPPTK, Yogyakarta
- Qowo, Agus., (2014), *Tingkat Kerusakan dan Peta Kerentanan Rumah Tinggal Masyarakat di Kawasan Rawan Bencana Erupsi Gunung Merapi 2010*, Tesis, Magister Teknik Sipil, FTSP, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
- Sari, Meassa. M., (2016), *Isovolcanic Map Application for Identifying Attenuation of Damage Intensity in 2010 Merapi Eruption*, Proceeding The 3rd International Conference on Earthquake Engineering and Disaster Mitigation, Nusa Dua Bali, 1-2 Agustus 2016
- Sari, Meassa. M., (2016), *The Comparison of Fatalities Distribution on The KRB Map with the Fatalities Distribution on the Isovolcanic map of the 2010 Merapi Eruption*, Proceeding The 4th International Conference on Sustainable Built Environment, Jogjakarta, 13-14 Oktober 2016, ISSN 2541-223X
- Sari, Meassa. M., (2013), *Skala Intensitas Erupsi Gunungapi dan Aplikasinya pada Peta Isovulkanik Letusan Gunungapi Merapi 2010*, Tesis, Magister Teknik Sipil, FTSP, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta
- Subandriyo (2011), *Sintesis Umum Erupsi Gunung Merapi 2006*, Edisi Khusus Erupsi Merapi 2006:Laporan dan kajian Vulkanisme Erupsi, Kementerian Energi Dan Sumber daya Mineral, Badan Geologi, Pusat Vulkanologi Dan Mitigasi Bencana Geologi, BPPTK, Jogjakarta
- Subandriyo, Sayudi D.S., Muzani M., (2009), *Ancaman Bahaya Letusan G. Merapi Ke Arah Selatan Pasca Erupsi 2006*, Buletin Berkala Merapi, Vol 06/01/Edisi April 2009, ISSN 1693-9212, BPPTK, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi, Yogyakarta.
- Sutaningsih dkk (2011), *Perbedaan Letusan Merapi Tahun 2006 dan 2010 Ditinjau Dari Karakteristik Kimia Gas Vulkanik*, Buletin Berkala Merapi, Vol.08/01/Edisi April 2011, ISSN 1693-9212, BPPTK, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi, Yogyakarta

APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DAN PENGINDERAAN JAUH UNTUK ZONASI KERAWANAN BENCANA GEMPA BUMI SESAR LEMBANG

Tri Widodo¹, Yoga Hepta², Hana Fairuz³

Program Studi S2 Pendidikan Geografi, SPs, Universitas Pendidikan Indonesia^{1,2,3}

Email: tri.widodo@student.upi.edu¹, yogahepta@gmail.com², hana.fairuz@student.upi.edu³

Abstract

Lembang Fault is an active fault beneath the earth's surface with a length of 29 Km, with the worst-case scenario, could produce an earthquake at magnitude 6.5 to 7 on the Richter scale if the entire segment move. Lembang Fault location which is in the residential area could be a threat to people living in the area. The purpose of this study is to provide information about zoning due to the earthquake disaster vulnerability Lembang Fault with the use of Geographic Information Systems and Remote Sensing. The results of this study in the form of zoning vulnerability to earthquakes in Lembang district administrative regions which are divided into three classes which are very vulnerable zones, prone zone, the zone is not vulnerable. Cibodas Village is an area that is prone and villages Cikidang a relatively safe area of the impact of the earthquake fault Lembang. Recommendations from this study is the area with the straight distance ≤ 3 kilometers from the Lembang fault is not recommended to be used as a residential area, a residential area that is included in the zone is prone recommended to increase the capacity of the environment from the threat of earthquakes, including building construction and the ability of communities in disaster mitigation earthquake, residents in the area of Lembang district then being aware of the movement of Lembang fault activity is also recommended to understand the interrelationships between the activities of Mount Tangkuban Perahu in Lembang fault movement, because of Mount Tangkuban Perahu and Lembang fault still have relevance geological structure.

Keywords : *Fault, Zoning, Disaster, Earthquake.*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Definisi bencana dalam Undang-Undang Republik Indonesia nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana BAB 1 Pasal 1 adalah "peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis". Bencana gempa bumi berdasarkan klasifikasi jenis bencana menurut UU RI No. 24 Tahun 2007 termasuk kedalam jenis bencana alam.

Gempa bumi dalam Peraturan Kepala BNPB No. 8 tahun 2011 tentang Standarisasi Data Kebencanaan adalah "adalah getaran atau guncangan yang terjadi di permukaan bumi yang disebabkan oleh tumbukan antar lempeng bumi, patahan aktif, akitivitas gunungapi atau runtuhuan batuan". Indonesia yang berada pada zona subduksi menjadikan wilayahnya rawan terhadap bencana, khususnya bencana alam. Pulau Jawa yang merupakan salah satu dari pulau utama di Indonesia adalah pulau dengan segenap potensi gempa bumi, mulai dari ujung barat hingga ujung timur tak terlepas dari rangkaian gunung api, hal ini membuktikan bahwa aktivitas tektonik dan vulkanik di bawah permukaan pulau Jawa memang tak pernah diam, selalu bergerak mencari keseimbangan baru. Terlebih mengingat posisi Pulau Jawa

yang tepat berada di antara perbatasan antara lempeng bumi Eurasian dan lempeng Indo Australia. Garis batas lempeng itu menggaris lurus dari barat ke timur di pesisir selatan Pulau Jawa. Akibat zona tumbukan lempeng besar benua ini, beragam patahan atau sesar membelah kondisi bawah permukaan Pulau Jawa. Sesar Opak di Yogyakarta, Sesar Ciputat, Sesar Cimandiri di Sukabumi, Sesar Grindulu di Jawa Timur, hingga Sesar Lembang yang berada tepat di utara Kota Bandung merupakan beberapa sesar yang berada di Pulau Jawa. Sesar Lembang terbentuk pada tahap pasca pembentukan kaldera Sunda, kejadian tersebut kemudian diikuti oleh lahirnya G. Burangrang, sekarang gunungapi tersebut telah padam.

Seberapa besar kah potensi gempa bumi yang bisa muncul dari aktivitas tektonik sesar Lembang?. Sebuah riset terbaru yang dilakukan oleh peneliti dari Pusat Penelitian Geoteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Bandung telah mengungkapkan sejauh mana potensi bahaya yang tersembunyi dalam sesar Lembang. Bahkan riset ini sampai merujuk pada cerita legenda Sangkuriang yang amat terkenal di sebagian besar penduduk Jawa Barat.

Riset yang sampai mencari data dari rangkaian kisah legenda Sangkuriang ini dilakukan untuk mencari jawaban dari pertanyaan besar yang masih belum bisa diungkapkan: Kapan terakhir kali Sesar Lembang menghasilkan sebuah gempa besar? Kini Sesar Lembang masih terus bergerak, namun sejarah modern tak pernah mencatat kapan terakhir kali Sesar Lembang bergejolak dan menimbulkan gempa yang besar. Legenda Sangkuriang diketahui sudah turun temurun diceritakan sejak berabad silam. Melacak kisah tentang gempa Sesar Lembang Bandung dari catatan legenda Sangkuriang ini dilakukan oleh LIPI karena catatan gempa di Indonesia terhenti hanya sampai tahun 1600-an, catatan gempa Indonesia paling tua diambil dari catatan para pelaut dan penjajah yang pernah singgah di Indonesia. Salah satu bagian kisah Legenda Sangkuriang, ada kisah yang menceritakan sosok Sangkuriang memotong pohon, dan pohon besar itu langsung tumbang

dalam waktu sehari, kemudian dari bekas tumbangnya pohon besar itu Sangkuriang melihat ada muncul danau-danau kecil hingga membendung aliran sungai. Arah tumbangnya pohon dalam Legenda Sangkuriang itu berasal dari Bukit Tunggul ke Gunung Burangrang.

Berdasarkan kisah itu, LIPI kemudian menganalisis citra Sesar Lembang. Ternyata di sebelah sisi timur Sesar Lembang, bentuknya berupa satu garis, kemudian di sisi sebelah barat Sesar Lembang yakni di sekitar daerah Muril, Gunung Burangrang, terjadi percabangan dengan banyak retakan. Fakta ini menunjukkan ada indikasi bahwa cerita legenda Sangkuriang itu punya hubungan dengan kejadian gempa besar yang pernah terjadi akibat gerakan Sesar Lembang.

Penelitian tentang sesar atau patahan Lembang di Bandung yang dilakukan oleh peneliti dari Pusat Penelitian Geoteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Bandung, Mudrik R. Daryono (2015), mengatakan riset terbaru sesar aktif itu menyangkut tiga hal.

1. Total panjangnya 29 kilometer dengan titik nol kilometer di daerah Padalarang dekat jalan tol, sebagai penanda pangkal sesar di sebelah barat. Sesar Lembang memanjang ke timur hingga berada di antara Bukit Batu Lonceng dan Gunung Manglayang. Sesar terbagi dalam segmen atau bagian dan tidak lurus memanjang, tetapi di bagian tengahnya ada yang berbelok-belok.
2. Sesar Lembang merupakan patahan aktif, dengan percepatan geser dari 3 – 5,5 milimeter per tahun. Pergerakannya termasuk lambat, Sesar Lembang bergerak dengan pola geser mengiri, tapi pada bagian sesar yang belok-belok itu polanya bisa sesar naik.
3. Potensi gempa dari sesar Lembang, dengan panjang sesar mencapai 29 kilometer, dengan skenario terburuk, bisa menghasilkan gempa dengan skala magnitudo 6,5 sampai 7 jika seluruh segmennya bergerak.

Sejauh ini, riset belum sampai pada kajian karakteristik sesar, apakah bisa bergerak

serentak sepanjang 29 kilometer atau per bagian. Dari catatan kejadian gempa termutakhir, seperti di Muril dekat Gunung Burangrang, pergerakan Sesar Lembang menimbulkan gempa sekitar magnitudo 3.

Bukti lain bahwa Sesar Lembang merupakan patahan aktif adalah penelitian yang dilakukan oleh Sulaeman (2011, hlm. 185) yaitu *"pada tanggal 22 Juli 2011 pukul 05.46 terjadi gempa bumi di kawasan Kota Bandung. Getaran gempa bumi tersebut terasa di Bojongkoneng, Ujungberung, dan Pasir Impun, Kota Bandung dengan intensitas II – III MMI. Berdasarkan data dari enam stasiun seismik yang ada di Bandung dan sekitarnya telah ditentukan pusat gempa bumi terletak pada koordinat 107,72° BT dan 6,84°LS dengan kedalaman 6 km, berada pada jarak 12,5 km timur Lembang dan 16 km timur laut Bandung. Lokasi sumber gempa bumi tersebut berada pada jalur Sesar Lembang. Magnitudo gempa bumi tersebut 3,4 Richter dan memiliki mekanisme fokal dengan pergerakan sesar normal"*.

Kemudian berdasarkan katalog gempa bumi merusak di Indonesia Supartoyo dan Surono, (2008, hlm 5) *"gempa bumi akibat aktivitas Sesar Lembang tercatat pada 11 Juli 2003 yang menyebabkan kerusakan bangunan di Desa Cihideung, Lembang dan getarannya terasa di timur laut kota Bandung"*. Kedua hasil penelitian tersebut menjelaskan bahwa wilayah sesar lembang merupakan sesar aktif karena pernah terjadi pergerakan yang cukup kuat sehingga menimbulkan gempa dengan kekuatan 3,4 skala Richter.

Tiga buah penelitian yang telah dilakukan terhadap sesar lembang tersebut, menjadi latar belakang penelitian ini bahwa perlu dikaji tentang zonasi kerawanan bencana gempa bumi sesar lembang di Kecamatan Lembang, Kabupaten Bandung Barat.

1.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi tentang zonasi kerawanan bencana akibat gempa bumi Sesar Lembang dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh.

2. METODOLOGI

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian berlokasi di wilayah administratif Kecamatan Lembang Kabupaten Bandung Barat, yang terdiri dari 16 Desa diantaranya Desa Lembang, Jayagiri, Kayuambon, Wangunsari, Gudangkahuripan, Cikahuripan, Sukajaya, Cibogo, Cikole, Cikidang, Wangunharja, Cibodas, Suntenjaya, Mekarwangi, Langensari dan Pagerwangi. Luas wilayah sekitar 9.587,2 Ha. Secara astronomis, Kecamatan Lembang terletak pada koordinat 6°45'30" LS - 6°51'59" LS dan 107°35'00" BT - 107°43'59" BT. Waktu Penelitian dilaksanakan selama dua bulan pada tanggal 18 Maret 2016 – 18 Mei 2016.

2.2. Sampel Penelitian

Jenis sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel jenuh. Tujuan penggunaan sampel jenuh dalam penelitian ini untuk membuat generalisasi dengan tingkat kesalahan yang minimum.

Sampel yang menjadi variabel dalam penelitian ini terdiri dari delapan peta parameter, meliputi:

- Peta Lokasi Sesar Lembang
- Peta Intensitas Gempa Bumi
- Peta Percepatan Gempa Bumi
- Peta Geologi
- Peta Penggunaan Lahan
- Peta Kemiringan Lereng
- Peta Kepadatan Penduduk
- Peta Jenis Tanah

2.3. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

2.3.1. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

- **Interpretasi Citra**
Interpretasi citra merupakan teknik pengumpulan data berupa melihat citra penginderaan jauh dengan menggunakan beberapa kunci interpretasi. Pengumpulan data dengan menggunakan interpretasi

citra tidak memerlukan kontak langsung dengan objek penelitian.

- **Studi Literatur**

Studi literatur pada penelitian ini menggunakan data yang diperoleh dari publikasi karya tulis ilmiah berupa buku, artikel, jurnal, dan laporan penelitian terdahulu yang menunjang terhadap hasil kajian zonasi kerawanan bencana gempa bumi Sesar Lembang.

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari data primer (citra hasil penginderaan jauh) dan data skunder (literatur publikasi karya ilmiah), penjabaran mengenai sumber data tersebut bisa dilihat dalam tabel 1.

Tabel 1. Sumber Data.

Peta Parameter	Tipe Data		Sumber
	Primer	Skunder	
Peta Lokasi Sesar Lembang		√	Peta Geologi
Peta Intensitas Gempa Bumi		√	Pusat vulkanologi dan mitigasi bencana geologi
Peta Percepatan Gempa Bumi		√	Pusat vulkanologi dan mitigasi bencana geologi
Peta Geologi	√	√	Citra Landsat 8 Peta Geologi
Peta Penggunaan Lahan	√	√	Citra Ikonos, Citra Landsat 8 dan Peta RBI
Peta Kemiringan Lereng	√	√	Citra Aster, BAPEDA Jabar
Peta Kepadatan Penduduk		√	BPS Kab. Bandung barat
Peta Tanah		√	BAPEDA Jabar

Sumber: Peneliti, 2016.

2.3.2 Teknik Analisis Data

Definisi spasial dalam Undang-Undang No. 4 tahun 2011 tentang Informasi Geospasial

adalah “*aspek keruangan suatu objek atau kejadian yang mencakup lokasi, letak, dan posisinya*”. Berdasarkan penjelasan tentang definisi spasial dan konsep gempa bumi yang telah disampaikan pada bagian sebelumnya, dapat memberikan pemahaman bahwa kajian bencana gempa bumi dapat dilakukan menggunakan metode analisis spasial. Kemudian teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah interpretasi citra, *buffering* dan *overlay* dengan menggunakan pemodelan aritmatika. Teknik ini dilakukan dengan cara menumpang susunkan semua peta parameter yang diperlukan, kemudian selanjutnya mencari nilai masing-masing segmen (zonasi). Nilai pada tiap segmen akan diperoleh melalui perkalian antara bobot dan skor. Agar dapat diperoleh nilai zonasi tersebut, diperlukan langkah-langkah sebagai berikut:

- **Menentukan Skor dari Peta Parameter**

- a. **Peta Lokasi Sesar Lembang**

Sesar lembang yang memiliki panjang 29 km merupakan pusat dari sumber gempa yang sedang dikaji dalam penelitian ini. Peneliti memiliki asumsi bahwa semakin dekat sebuah wilayah kepada pusat gempa maka semakin besar juga dampak yang ditimbulkannya. Sehingga peneliti membuat peta skor kelas *buffering* dari peta lokasi Sesar Lembang tersebut, pembagian kelas skor tersebut bisa dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Skor Kelas *Buffering* Sesar Lembang.

No	Kelas <i>Buffering</i> Sesar Lembang	Skor
1.	< 1 km (sangat rawan)	4
2.	2 – 3 km (rawan)	3
3.	4 – 5 km (agak rawan)	2
4.	> 7 km (tidak rawan)	1

Sumber: Analisis Peneliti, 2016.

- b. **Peta Intensitas Gempa Bumi**

Peneliti menjadikan peta intensitas gempa bumi sebagai variabel dalam penelitian ini berdasarkan pada asumsi, bahwa sejarah kejadian gempa bumi di sebuah wilayah bisa menjadi parameter

untuk prediksi kejadian gempa pada waktu yang akan datang.

Sehingga peneliti membuat peta skor kelas intensitas gempa dari peta intensitas gempa bumi yang dibuat oleh Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, pembagian kelas skor tersebut bisa dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Skor Kelas Intensitas Gempa.

No	Kelas Intensitas Gempa	Skor
1.	VI – VII MMI	4
2.	V- VII MMI	3
3.	IV- V MMI	2
4.	III – IV MMI	1

Sumber: Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi.

c. Peta Percepatan Gempa Bumi

Kecepatan suatu rambatan gempa akan menyebabkan kerusakan yang serius karena dengan kecepatan rambatan yang tinggi energi yang disalurkan pun akan semakin tinggi dan wilayah yang terdampak akan semakin luas. Berdasarkan asumsi tersebut peneliti membuat peta skor kelas percepatan rambatan gempa bumi, pembagian kelas skor tersebut bisa dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Kelas Percepatan Rambatan Gempa Bumi.

No	Kelas Percepatan Gempa Bumi	Skor
1.	> 0,3 g	5
2.	0,25 – 0,3 g	4
3.	0,2 – 0,25 g	3
4.	0,15 – 0,2 g	2
5.	< 0,15 g	1

Sumber: Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi.

d. Peta Geologi

Kondisi geologis sebuah wilayah sangat berpengaruh terhadap jenis batuan yang terkandung dalam perut bumi. Peneliti dalam hal ini memiliki asumsi bahwa semakin keras jenis batuan di wilayah

tersebut maka daya rusak akibat gempa bumi pun akan semakin besar, karena batuan keras yang ada di perut bumi akan lebih kuat dalam menghantarkan gelombang gempa. Skor kelas kekerasan batuan untuk penelitian ini dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Skor Kelas Kekerasan Batuan.

No	Kelas Kekerasan Batuan	Skor
1.	Batuan Keras	2
2.	Batuan Kurang Keras	1

Sumber: Analisis Peneliti 2016.

e. Peta Penggunaan Lahan

Jenis penggunaan lahan pemukiman atau area terbangun akan mengakibatkan dampak kerusakan yang lebih tinggi apabila terjadi gempa jika dibandingkan dengan penggunaan lahan area pertanian. Konsep tersebut menjadi dasar asumsi bagi peneliti bahwa penggunaan lahan di sebuah wilayah menjadi salah satu penentu besaran kerusakan yang akan ditimbulkan oleh gempa. Skor kelas penggunaan lahan untuk zonasi kerawanan gempa bumi dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Skor Kelas Penggunaan Lahan

No	Kelas	Skor
1.	Sawah	2
2.	Pemukiman	3
3.	Ladang/Tegalan	2
4.	Semak Belukar	2
5.	Hutan	1
6.	Kebun	2

Sumber: Analisis Peneliti 2016.

f. Peta Kemiringan Lereng

Semakin curam kondisi topografi sebuah wilayah maka peluang terjadinya longsor akibat gempa bumi akan semakin tinggi, begitu pun sebaliknya semakin landai kondisi topografi sebuah wilayah maka potensi longsor akibat dari peristiwa gempa bumi akan semakin kecil, gempa

bumi pada wilayah topografi yang datar hanya akan mengakibatkan retakan tanah. Konsep tersebut memberikan asumsi bagi peneliti bahwa kondisi topografi (kemiringan lereng) akan berpengaruh terhadap daya rusak yang ditimbulkan oleh gempa bumi. Skor kelas kemiringan lereng untuk zonasi kerawanan gempa bumi dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Skor Kelas Kemiringan Lereng.

No	Kelas	Skor
No	Kelas Kemiringan Lereng	Skor
1.	Datar (<8%)	1
2.	Landai (8% - 15%)	2
3.	Agak curam (16% - 25%)	3
4.	Curam (26% - 40%)	4
5.	Sangat Curam (>40%)	5

Sumber: Jamulya dan Yunianto (1996) Dimodifikasi.

g. Peta Kepadatan Penduduk

Kepadatan Penduduk adalah perbandingan dari jumlah penduduk yang tinggal di sebuah daerah terhadap luas sebuah wilayah. Semakin tinggi kepadatan penduduk di sebuah wilayah maka potensi jumlah korban dari kejadian bencana akan semakin besar. Pernyataan tersebut memberikan asumsi bagi peneliti bahwa kepadatan penduduk adalah salah satu faktor yang dapat mengindikasikan tingkat kerawanan gempa di sebuah wilayah. Skor kelas kepadatan penduduk untuk zonasi kerawanan gempa bumi dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Skor Kelas Kepadatan Penduduk.

No	Kepadatan Penduduk	Skor
1.	> 1000 jiwa/km ²	3
2.	500-1000 jiwa/km ²	2
3.	< 500 jiwa/km ²	1

Sumber: Peraturan Kepala BNPB no 2 tahun 2012.

h. Peta Jenis Tanah

Semakin padat tekstur tanah maka tanah

tersebut akan menyerap gelombang seismik lebih besar daripada jenis tanah yang memiliki tekstur lebih longgar. Sehingga peneliti memiliki asumsi bahwa tekstur tanah akan berpengaruh terhadap rambatan dari gelombang seismik yang ditimbulkan oleh gempa. Skor kelas tekstur tanah untuk zonasi kerawanan gempa bumi dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Skor Kelas Tekstur Tanah.

No	Tekstur Tanah	Skor
1.	Liat (<i>Clay</i>)	3
2.	Lempung (<i>Loam</i>)	2
3.	Pasir (<i>Sand</i>)	1

Sumber: Analisis Peneliti 2016.

• Menentukan Bobot dari Peta Parameter

Analisis pembobotan diperoleh dengan cara mengurutkan berbagai peta parameter dari yang paling berpengaruh sampai yang kurang berpengaruh terhadap kerawanan bencana gempa bumi. Kemudian memberikan angka pada masing-masing peta parameter dengan ketentuan, parameter paling berpengaruh memperoleh angka yang paling tinggi, dan parameter yang kurang berpengaruh memperoleh angka yang semakin rendah. Hasil kelas pembobotan peta parameter untuk zonasi kerawanan gempa bumi dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Bobot Parameter Gempabumi.

No	Parameter	Bobot
1.	Peta Lokasi Sesar Lembang	5
2.	Peta Intensitas Gempa Bumi	5
3.	Peta Percapatan Gempa Bumi	5
4.	Peta Geologi	4
5.	Peta Penggunaan Lahan	3
6.	Peta Kemiringan Lereng	2
7.	Peta Kepadatan Penduduk	4
8.	Peta Tanah	1

Sumber: Analisis Peneliti 2016.

- **Menentukan Zonasi Kerawanan Gempa Bumi**

Hasil perkalian antara nilai skor dan bobot dari setiap peta parameter akan menentukan besaran luas wilayah zonasi kerawanan gempa bumi. Proses pembuatan zonasi kerawanan gempa bumi Sesar Lembang tersebut menggunakan metode *overlay* analisis Sistem Informasi Geografis (SIG) dari nilai atribut pada setiap skor dan bobot peta parameter. Hasil perhitungan nilai skor dan bobot dari peta parameter untuk zonasi kerawanan gempa bumi dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Perhitungan Skor dan Bobot Setiap Parameter.

Peta Parameter	Bobot	Skor	Min	Max
Lokasi Sesar	5	1,2,3,4	5	20
Intensitas Gempa	5	1	5	5
Percapatan Gempa	5	1,2	5	10
Geologi	4	1,2	4	8
Penggunaan Lahan	3	1,2,3	3	9
Kemiringan Lereng	2	1,2,3,4,5	2	10
Kepadatan Penduduk	4	1,2	4	8
Tekstur Tanah	1	1,2,3	1	3
Jumlah			29	73

Sumber: Analisis Peneliti 2016.

Berdasarkan perkalian nilai skor dan bobot dari setiap peta parameter diperoleh interval antara jumlah nilai minimum dan jumlah nilai maximum, nilai interval inilah yang akan dibagi kedalam tiga kelas zonasi kerawanan gempa bumi Sesar Lembang. Pembagian tiga kelas zonasi tersebut bisa dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Zonasi Kerawanan Gempa Bumi Sesar Lembang.

No	Kelas Kerawanan	Interval Skor
1.	Sangat Rawan	61 – 73
2.	Rawan	45 – 60
3.	Tidak Rawan	29 – 44

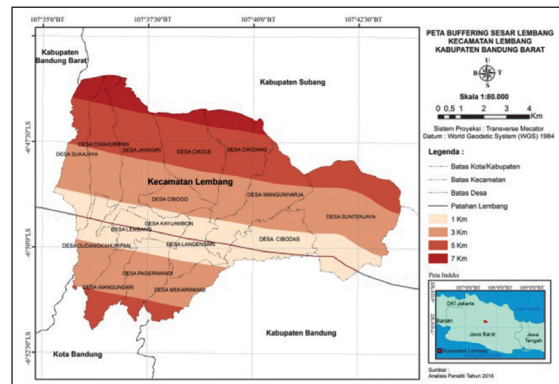
Sumber: Analisis Peneliti 2016.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Laporan Penelitian

- **Peta Buffering Sesar Lembang**

Berdasarkan Peta Buffering Sesar Lembang, Desa Lembang, Desa Kayuambon, Desa Langensari, dan Desa Cibodas termasuk daerah ‘sangat rawan’ bencana gempa bumi, karena desa-desa tersebut terletak sejauh 1 km dari Sesar Lembang. Kemudian Desa Suntenjaya, Desa Cibogo, Desa Pagerwangi, Desa Gudangkahuripan, Desa Wangunharja, Desa Wangunsari, dan Desa Mekarwangi, sebagian besar wilayah mereka termasuk kedalam daerah ‘rawan’ bencana gempa bumi, karena jarak desa tersebut kurang lebih 2 – 3 km terhadap Sesar Lembang. Sedangkan sisanya, yaitu Desa Sukajaya, Desa Jayagiri Desa Cikahuripan, Desa Cikole, dan Desa Cikidang berada pada daerah ‘agak rawan’ terhadap bencana gempa bumi Sesar Lembang, karena desa-desa tersebut terletak antara 4 – 7 km dari Sesar Lembang. Informasi spasial mengenai peta buffering sesar lembang di Kecamatan Lembang dapat dilihat pada gambar 1.



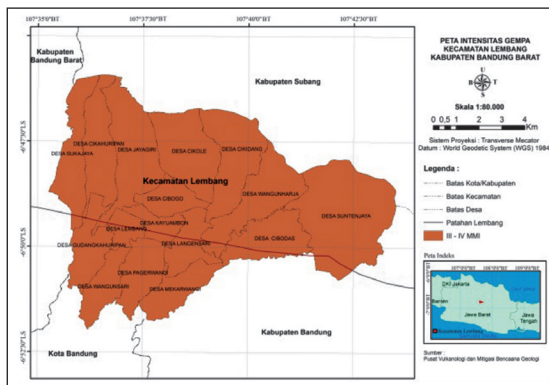
Gambar 1. Peta Buffering Sesar Kecamatan Lembang.

- **Peta Intensitas Gempa Bumi Kecamatan Lembang**

Wilayah Kecamatan Lembang berdasarkan Peta Kawasan Rawan Bencana Gempa Bumi Jawa Bagian Barat skala 1:500.000 yang dibuat oleh Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi

dengan menggunakan pengukuran dari skala intensitas kegempaan Mercalli atau Modified Mercalli Intensity (MMI) masuk kedalam skala III – IV (MMI). Deskripsi dampak kerusakan dari keterangan tersebut adalah skala III yaitu dirasakan oleh sedikit orang, terutama yang berada di dalam rumah, seperti getaran yang berasal dari kendaraan berat yang melintas di dekat rumah. Kemudian skala IV adalah dirasakan oleh banyak orang, beberapa orang terbangun disaat tidur, piring dan jendela bergetar, dapat mendengar suara-suara yang berasal dari pecahan barang pecah belah.

Faktor yang membuat wilayah Kecamatan Lembang masuk kedalam skala III – IV (MMI) yaitu di wilayah tersebut memang jarang dirasakan gempa dengan intensitas besar. Hal ini dikarenakan lokasi Kecamatan Lembang jauh dari aktivitas Subduksi Indo-Australia yang merupakan zona dengan tingkat intensitas kegempaan tinggi. Gempa yang berasal dari aktivitas Subduksi Indo-Australia yang dirasakan sampai di Kecamatan Lembang hanya dalam skala kecil. Sumber gempa lainnya yang sering dirasakan oleh masyarakat di wilayah Kecamatan Lembang adalah gempa vulkanik dari aktivitas Gunung Tangkuban Prahur dan getaran yang terasa di wilayah ini juga masih dalam skala kecil karena Gunung Tangkuban Prahur jarang menimbulkan erupsi yang cukup besar. Informasi spasial mengenai peta intensitas gempa bumi Kecamatan Lembang dapat dilihat pada gambar 2.



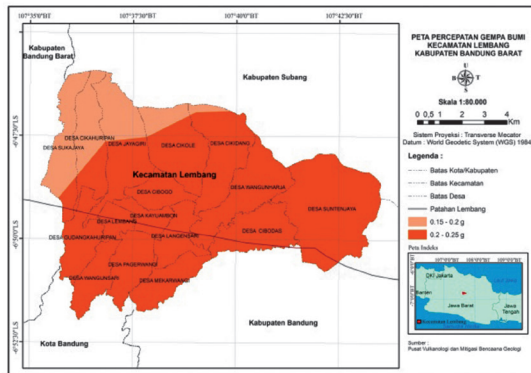
Gambar 2. Peta Intensitas Gempa Bumi Kecamatan Lembang.

• Peta Percepatan Gempa Bumi Kecamatan Lembang

Peta Percepatan Gempa Bumi atau *Peak Ground Acceleration* (PGA) di wilayah Kecamatan Lembang berdasarkan peta yang bersumber dari Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi dalam 500 tahun terakhir terbagi kedalam dua kelas yaitu 0,15 – 0,2 g dan 0,2 – 0,25 g. Zona kelas percepatan gempa bumi atau percepatan gerakan tanah maksimum dengan kelas 0,15 – 0,2 g berada di wilayah utara Kecamatan Lembang, yang lokasinya berdekatan dengan gunungapi Tangkuban Prahur. Kondisi aktifitas vulkanik Gunung Tangkuban Prahur yang masih aktif cukup memberikan pengaruh terhadap nilai PGA di wilayah sekitarnya.

Zona kelas percepatan gempa bumi atau percepatan gerakan tanah maksimum dengan kelas 0,2 – 0,25 g berada di wilayah selatan Kecamatan Lembang. Nilai PGA di wilayah selatan Kecamatan Lembang lebih besar dibandingkan dengan wilayah utara yang mengindikasikan bahwa di wilayah selatan Kecamatan Lembang terdapat faktor endogen lain yang lebih besar dibanding aktivitas vulkanik Gunung Tangkuban Prahur. Angka tersebut bisa dijadikan bukti lain bahwa Sesar Lembang yang berada di wilayah selatan Kecamatan Lembang merupakan sesar yang cukup aktif sehingga bisa memberikan nilai PGA yang lebih besar dibandingkan wilayah yang jauh dengan zona sesar lembang.

Analisis kedua dari angka PGA wilayah selatan yang lebih besar dibandingkan dengan wilayah utara karena letak geografis wilayah selatan Kecamatan Lembang yang lebih dekat dengan zona subduksi di Samudera Hindia, yang mengakibatkan intensitas gerakan tanah di wilayah selatan lebih tinggi, karena panjang rambatan magnitudo yang harus dilalui oleh gempa dari Samudera Hindia menuju wilayah selatan lebih pendek dibandingkan menuju wilayah utara. Keadaan tersebut menghasilkan konsekuensi bahwa semakin jauh wilayah dari pusat gempa getaran yang dirasakan akan semakin kecil. Informasi spasial mengenai peta percepatan gempa bumi Kecamatan Lembang dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Peta Percepatan Gempa Bumi Kecamatan Lembang.

- **Peta Geologi Kecamatan Lembang**

Kecamatan Lembang dalam Peta Geologi lembar Bandung (9/XIII-F) skala 1:100.000 yang dibuat oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi tahun 1973 tersusun dari tiga jenis formasi batuan yaitu batuan gunungapi kuartar, batuan gunungapi neogen, dan batuan gunungapi plio-plistosen. Kecamatan Lembang secara fisiografi berada dalam Zona Bandung dengan karakteristik banyak memiliki gunungapi baik yang sudah tidak aktif (gunungapi tipe B dan C) yang ditandai dengan fumarol dan solfatara yaitu Gunung Bukit Tunggul dan Gunung Putri, kemudian juga terdapat gunung api yang masih aktif (gunungapi tipe A) Gunung Tangkuban Prah, sehingga formasi batuan yang berada di wilayah tersebut didominasi oleh batuan gunungapi.

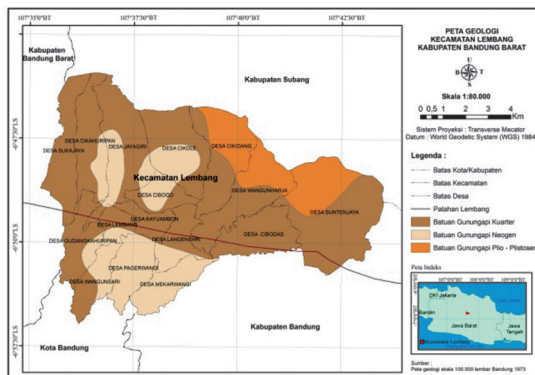
Gunung Tangkuban Prah terdapat di kompleks gunungapi tua yang disebut kompleks Gunung Sunda. Komplek Gunung Sunda adalah sebuah gunungapi majemuk yang terdiri atas tiga buah gunungapi, dua diantaranya sudah tidak aktif dan yang masih aktif yaitu Gunung Tangkuban Prah. Keberadaan Gunung Tangkuban Prah inilah yang menghasilkan formasi batuan gunungapi kuartar (endapan vulkanik muda) terdiri dari tufa pasir, tufa berbatu apung, lapili, kepingan-kepingan andesit padat dan breksi yang merupakan hasil dari letusan Gunung Tangkuban Prah. Formasi batuan gunungapi kuartar berada di wilayah tengah, membentang

dari barat sampai timur Kecamatan Lembang, dengan luas 63,23 % dari luas area Kecamatan Lembang.

Selain Gunung Tangkuban Prah di Kecamatan Lembang juga terdapat Gunung Putri yang dahulunya merupakan sebuah gunungapi tetapi saat ini sudah tidak aktif dan hanya berupa bukit, keberadaan Gunung Putri inilah yang menghasilkan formasi batuan gunungapi neogen terdiri dari susunan batuan breksi gunungapi, lahar, dan lava berselang seling yang merupakan hasil gunungapi tua tak teruraikan. Formasi batuan gunungapi neogen berada di wilayah tengah dan selatan Kecamatan Lembang, dengan luas 23,33 % dari luas area Kecamatan Lembang.

Gunung Bukit Tunggul yang berada di bagian timur laut Kecamatan Lembang merupakan gunung yang memiliki puncak tertinggi dibandingkan gunung lainnya di Kawasan Metropolitan Bandung. Gunung Bukit Tunggul dahulunya merupakan gunung api, tetapi saat ini sudah tidak aktif. Keberadaan gunung api purba inilah yang menghasilkan formasi batuan gunungapi plio-plistosen, formasi aslinya sebagian sudah tertutupi oleh batuan-batuan yang lebih muda hasil dari letusan Gunung Tangkuban Prah. Formasi batuan gunungapi plio-plistosen berada di wilayah timur laut, dengan luas 13,44% dari luas area Kecamatan Lembang

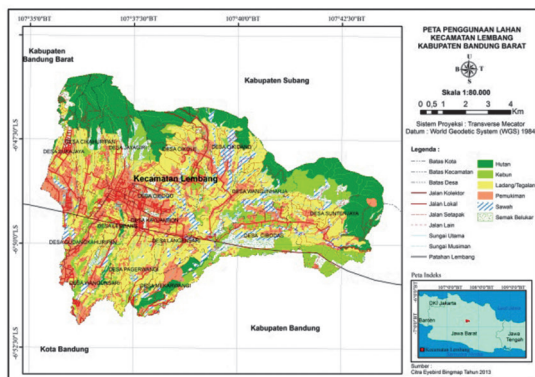
Wilayah Kecamatan Lembang seluruhnya terisi oleh endapan vulkanik baik itu berupa vulkanik muda (endapan kuartar) ataupun campuran antara vulkanik tua (endapan tertier) dan endapan kuartar. Berdasarkan ketiga jenis formasi batuan di wilayah Kecamatan Lembang formasi batuan gunungapi kuartar merupakan yang paling berpengaruh terhadap pergerakan tanah apabila terjadi gempa sehingga mendapatkan skor dua kemudian Batuan Gunungapi Plio – Plistosen dan Batuan Gunungapi Neogen (Mio - Plio) dianggap pengaruhnya lebih rendah terhadap pergerakan tanah apabila terjadi gempa sehingga mendapatkan skor satu. Informasi spasial mengenai peta geologi Kecamatan Lembang dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Peta Geologi Kecamatan Lembang.

- **Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Lembang**

Berdasarkan peta penggunaan lahan Kecamatan Lembang, pada daerah utara Kecamatan Lembang didominasi oleh penggunaan lahan hutan, tegalan, dan kebun. Sedangkan untuk penggunaan lahan pemukiman terpusat pada daerah tengah Kecamatan Lembang. Adapun Desa yang memiliki penggunaan lahan pemukiman terluas diantaranya adalah Desa Sukajaya, Desa Cikahuripan, Desa Jayagiri bagian selatan, Desa Cibogo, Desa Lembang, Desa Gudangkahuripan, Desa Cikole, Desa Cikidang, dan Desa Cibodas. Informasi spasial mengenai peta penggunaan lahan Kecamatan Lembang dapat dilihat pada gambar 5.

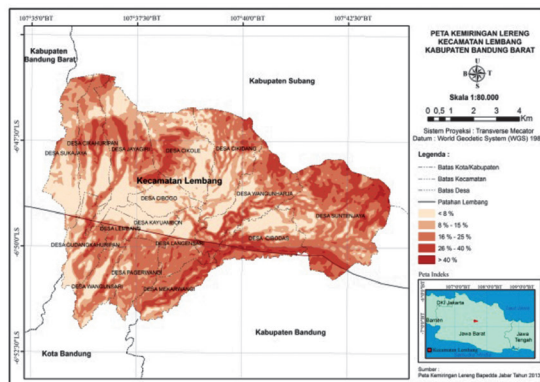


Gambar 5. Peta Penggunaan lahan Kecamatan Lembang.

- **Peta Kemiringan Lereng Kecamatan Lembang**

Berdasarkan peta kemiringan lereng

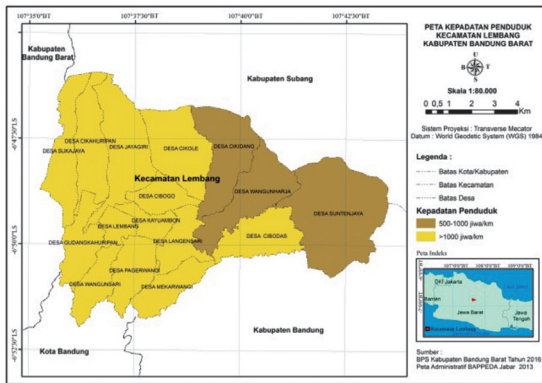
Kecamatan Lembang dapat diketahui bahwa sebagian besar wilayah di Kecamatan Lembang berada pada daerah lereng/punggung bukit. Daerah berbukit dan curam terletak pada bagian utara dan selatan Kecamatan Lembang. Adapun daerah yang memiliki wilayah yang berbukit dan curam adalah Desa Gudang Kahuripan, Desa Wangunsari, Desa Pagerwangi, Desa Mekarwangi, Desa Cikahuripan, Desa Sukajaya, Desa Jayagiri, Desa Cikole, Desa Cikidang, Desa Wangunharja, dan Desa Suntenjaya. Sedangkan daerah yang memiliki wilayah yang cukup datar diantaranya adalah Desa Langensari, Desa Kayuambon, Desa Lembang, Desa Cibogo, dan Desa Cibodas. Informasi spasial mengenai peta kemiringan lereng Kecamatan Lembang dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Peta Kemiringan Lereng Kecamatan Lembang.

- **Peta Kepadatan Penduduk Kecamatan Lembang**

Berdasarkan peta kepadatan penduduk, seluruh Desa di Kecamatan Lembang termasuk kedalam kriteria kepadatan penduduk 'sangat padat', dengan Desa yang memiliki tingkat kepadatan tertinggi berada di Desa Jayagiri dengan angka kepadatan penduduk sebesar 19.356 jiwa/ km² dan Desa yang memiliki kepadatan penduduk terendah berada di Desa Mekarwangi dengan angka kepadatan penduduk sebesar 5.874 jiwa/ km². Informasi spasial mengenai peta kepadatan penduduk Kecamatan Lembang dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Peta Kepadatan Penduduk Kecamatan Lembang.

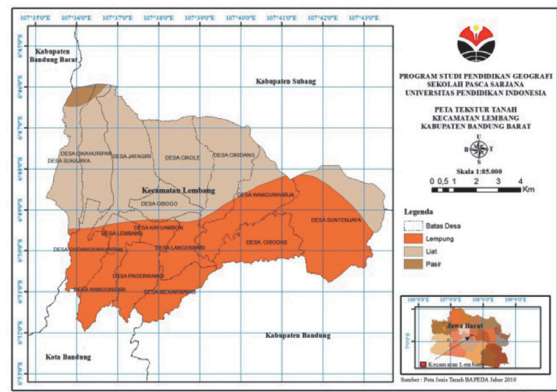
• **Peta Tekstur tanah Kecamatan Lembang**

Peta Tekstur Tanah Kecamatan Lembang yang bersumber dari BAPPEDA Provinsi Jawa Barat tahun 2010 terdiri dari tiga jenis tekstur tanah yaitu Lempung, Liat dan Pasir. Faktor yang membuat wilayah Kecamatan Lembang terdiri dari tiga jenis tekstur tanah yaitu kondisi geologi di wilayah tersebut yang merupakan daerah aktivitas vulkanik.

Tekstur tanah lempung yang terdapat di Kecamatan Lembang bersumber dari hasil pelapukan batuan dan unsur kimia lainnya. Tekstur di wilayah tersebut didominasi oleh jenis tanah latosol yang tersusun dari tekstur tanah dengan kadar liat > 60 %, remah sampai gumpal, gembur, warna tanah seragam dengan batas-batas horison yang kabur, solum kedalaman > 150 cm. Tekstur tanah lempung di wilayah tersebut merupakan hasil dari endapan tanah liat yang berada di atasnya. Sehingga lokasi keberadaannya terdapat di wilayah selatan Kecamatan Lembang, dengan luas 50,28 % dari luas area Kecamatan Lembang. Lokasi tekstur tanah lempung dekat dengan sesar lembang

Tekstur tanah pasir yang terdapat di wilayah tersebut bertekstur kasar dengan kadar pasir > 60% yang bersumber dari erupsi Gunung Tangkuban Prah. Sehingga lokasi keberadaannya dekat dengan wilayah gunungapi aktif yaitu Gunung Tangkuban Prah yang berada di wilayah barat laut Kecamatan Lembang, dengan luas 1,09 % dari luas area Kecamatan Lembang.

Tekstur tanah liat yang terdapat di wilayah ini didominasi oleh jenis tanah andosol > 60 % terdiri dari abu vulkanik Gunung Tangkuban Prah yang sudah terendapkan sehingga lokasinya berada di bagian utara Kecamatan Lembang. Kondisi topografi Kecamatan Lembang yang memiliki karakteristik semakin ke arah selatan ketinggiannya semakin rendah menghasilkan lokasi keberadaan tekstuk tanah tersebut berada di sebelah selatan tekstur tanah pasir. Luas jenis tekstur tanah liat di wilayah tersebut yaitu luas 47,03% dari luas area Kecamatan Lembang. Informasi spasial mengenai peta tekstur tanah Kecamatan Lembang dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Peta Tekstur Tanah Kecamatan Lembang.

• **Peta Zonasi Kerawanan Gempa Bumi Sesar Lembang Kecamatan Lembang**

Berdasarkan hasil analisis *overlay* terhadap delapan peta parameter kerawanan gempa bumi diperoleh hasil zonasi kerawanan gempa bumi Sesar Lembang. Ada tiga zonasi yang dihasilkan yaitu daerah sangat rawan gempa bumi Sesar Lembang, daerah rawan gempa bumi Sesar Lembang, dan daerah tidak rawan terhadap gempa bumi Sesar Lembang.

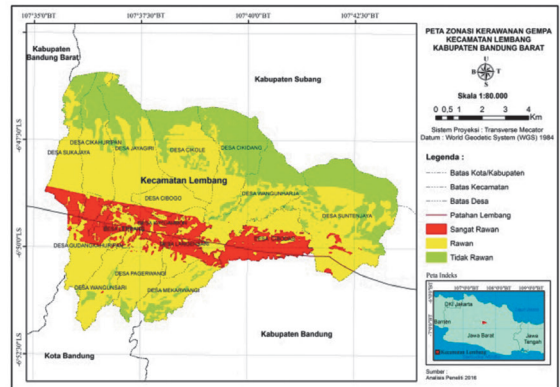
Secara umum zona sangat rawan gempa bumi Sesar Lembang berada di sekitar wilayah sesar lembang tersebut, dengan luas wilayah 1.246 Ha atau 12,94 % dari luas area Kecamatan Lembang merupakan wilayah sangat rawan terhadap gempa bumi Sesar Lembang.

Zona rawan gempa bumi sesar lembang berada di wilayah antara 1 – 3 kilometer dari Sesar Lembang tersebut, dengan luas wilayah

5.804 Ha atau 60,24 % dari luas area Kecamatan Lembang merupakan wilayah rawan terhadap gempa bumi Sesar Lembang. Zona tersebut berada di wilayah tengah Kecamatan Lembang membentang dari timur sampai barat.

Zona tidak rawan gempa bumi Sesar Lembang berada di wilayah dengan jarak 5 – 7 km dari Sesar Lembang tersebut, dengan luas wilayah 2.584 Ha atau 26,82 % dari luas area Kecamatan Lembang merupakan wilayah tidak rawan terhadap gempa bumi Sesar Lembang. Zona tersebut berada di wilayah utara Kecamatan Lembang.

Adapun luas dari ketiga zona kelas kerawanan terhadap masing-masing wilayah administratif desa di Kecamatan Lembang bisa dilihat dalam tabel 13.



Gambar 9. Peta Zonasi Kerawanan Sesar Lembang Kecamatan Lembang.

Tabel 13. Informasi Luas Zonasi Kerawanan.

No	Kelurahan	Kelas Kerawanan (Luas Area dalam Ha)			
		Sangat Rawan	Rawan	Tidak Rawan	Jumlah
1	Desa Cikahuripan	19,85	402,17	204,72	626,75
2	Desa Sukajaya	111,06	366,33	131,51	608,89
3	Desa Jayagiri	49,02	561,54	308,20	918,76
4	Desa Cikidang	0,00	273,02	541,96	814,98
5	Desa Cikole	0,00	548,16	257,21	805,37
6	Desa Wangunharja	11,32	466,00	321,19	798,51
7	Desa Suntenjaya	26,51	908,68	671,41	1606,60
8	Desa Cibogo	21,48	295,56	0,00	317,04
9	Desa Gudangkahuripan	147,29	324,06	1,57	472,93
10	Desa Kayuambon	176,64	51,74	0,00	228,37
11	Desa Langensari	190,72	187,82	0,00	378,55
12	Desa Cibodas	375,73	223,02	0,00	598,76
13	Desa Lembang	90,48	108,26	0,00	198,74
14	Desa Pagerwangi	20,81	419,46	28,76	469,03
15	Desa Wangunsari	0,91	332,52	33,32	366,75
16	Desa Mekarwangi	5,05	336,05	84,53	425,63
Jumlah		1.246,89	5.804,39	2.584,39	9.635,67

Sumber: Hasil Penelitian, 2016.

Kemudian informasi spasial mengenai zonasi kerawanan gempa bumi sesar lembang di Kecamatan Lembang dapat dilihat pada gambar 9.

3.2. Artikel Ulasan

Sesar Lembang merupakan retakan atau patahan sepanjang 29 km, melintang

dari timur ke barat. Berawal dari kaki Gunung Manglayang di sebelah timur hingga sebelum kawasan perbukitan kapur Padalarang di bagian barat. Sesar Lembang berada tepat di antara Gunung Tangkuban Prahau dan dataran Bandung sehingga memisahkan antara kota Bandung dan Kecamatan Lembang.

Sesar Lembang memang tidak mempunyai sejarah atau catatan yang mendeteksi adanya gempa besar yang pernah terjadi. Meskipun demikian, dengan menggunakan teknologi dan data yang terkumpul, para ahli dapat menyimpulkan bahwa, Sesar Lembang memiliki potensi untuk menghasilkan gempa dengan magnitudo 6,5 – 7 SR. Gempa bumi memang sulit untuk di ramalkan kapan akan terjadi, meskipun begitu, kita tetap dapat mempersiapkan diri jika hal tersebut terjadi. Untuk itulah peta kerawanan bencana gempabumi dibuat.

Kemudian dalam penelitian ini, penulis menggunakan delapan parameter yang cocok untuk memetakan kerawanan gempa bumi. Parameter tersebut diantaranya adalah informasi geologi, kemiringan lereng, jenis tanah, *peak ground acceleration*, data intensitas gempa bumi, penggunaan lahan, kepadatan penduduk, dan peta buffer dari Sesar Lembang. Lalu parameter-parameter tersebut, diolah menggunakan sistem informasi geografis dengan mengintegrasikan antara parameter satu dengan parameter lainnya, sehingga dihasilkan informasi baru, berupa peta kerawanan gempa bumi Sesar Lembang.

Kecamatan Lembang memiliki Sesar aktif yang berada di tengah Kecamatan Lembang, dengan jarak antara 0 – 7 km dari Sesar Lembang. Kecamatan Lembang memiliki formasi geologi berupa endapan kuartar, Batuan Gunungapi Plio – Plistosen dan Batuan Gunungapi Neogen (Mio - Plio). Dari ketiga formasi geologi tersebut, endapan kuartar lah yang sangat sensitif terhadap pergerakan tanah ketika terjadi gempa bumi. Intensitas gempa yang dihasilkan Sesar Lembang cukup kecil, sehingga ia termasuk ke dalam skala III – IV (MMI), karena hanya dirasakan beberapa orang saja dan tidak

menimbulkan kerusakan yang berarti. Meskipun begitu tidak menutup kemungkinan akan timbul gempa yang lebih besar, karena penyimpanan energi yang terlalu lama.

Jenis tanah di Kecamatan Lembang didominasi oleh lempung dan liat di bagian utara hingga selatan, dan sedikit pasir di arah barat laut. Nilai PGA (*Peak Ground Acceleration*) di wilayah selatan Kecamatan Lembang lebih besar dibandingkan dengan wilayah utara yang mengindikasikan bahwa di wilayah selatan Kecamatan Lembang terdapat faktor endogen lain yang lebih besar, seperti zona subduksi di Samudera Hindia.

Penggunaan lahan di Kecamatan Lembang didominasi oleh pemukiman ladang dan hutan, hal ini cukup membahayakan jika gempa terjadi, karena kerugian yang akan ditimbulkan akan besar. Desa-desa yang berada di Kecamatan Lembang rata-rata terletak pada lereng atau punggung bukit, hal ini akan sangat merugikan, jika terjadi gempa bumi, karena semakin besar kemiringan lereng yang ada maka potensi longsor akibat gempa bumi akan semakin besar. Hal ini juga sama pengaruhnya untuk faktor kepadatan penduduk, semakin banyak dan padat penduduk mendiami suatu desa, maka korban jiwa yang akan timbul pun semakin besar.

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat tiga zonasi rawan gempa bumi di Kecamatan Lembang yang rata-rata membentang dari timur ke barat mengikuti bentuk Sesar Lembang. Tiga zonasi tersebut diantaranya adalah 'tidak rawan', 'rawan', dan 'sangat rawan'. Zona 'sangat rawan' gempa bumi Sesar Lembang berada di sekitar wilayah Sesar Lembang, dengan luas wilayah 1.246 Ha atau 12,94 % dari luas area Kecamatan Lembang. Zona 'rawan' gempa bumi Sesar Lembang berada di wilayah antara 1 – 3 kilometer dari Sesar Lembang, dengan luas wilayah 5.804 Ha atau 60,24 % dari luas area Kecamatan Lembang. Zona 'tidak rawan' gempa bumi Sesar Lembang berada di wilayah dengan jarak 5 – 7 km dari Sesar Lembang, dengan luas wilayah 2.584 Ha atau 26,82 % dari luas area Kecamatan Lembang.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, kesimpulan dari penelitian ini adalah zonasi kerawanan bencana gempa bumi Sesar Lembang dengan menggunakan aplikasi Sistem Informasi Geografis dan penginderaan jauh di wilayah administratif Kecamatan Lembang terbagi menjadi tiga kelas zonasi yaitu zona sangat rawan, zona rawan, zona tidak rawan.

Zona sangat rawan masuk ke dalam empat belas wilayah administratif desa di Kecamatan Lembang, wilayah desa yang paling terdampak yaitu Desa Cibodas dengan luas 375 Ha. Kemudian zona rawan masuk ke dalam seluruh desa di Kecamatan Lembang dengan luas zonasi antara 908 – 51 Ha, sedangkan zona tidak rawan masuk ke dalam sebelas wilayah administratif dengan luas antara 671 – 1,5 Ha. Berdasarkan hasil penelitian zonasi kerawanan bencana gempa bumi Sesar Lembang menunjukkan bahwa Desa Cibodas merupakan wilayah yang sangat rawan terhadap dampak dari ancaman gempa bumi Sesar Lembang dan Desa Cikidang merupakan wilayah yang relatif aman terhadap dampak dari gempa bumi sesar lembang. Daerah yang relatif aman terhadap bencana gempa bumi Sesar Lembang berada di wilayah utara Kecamatan Lembang karena didominasi oleh penggunaan lahan bukan permukiman dan jauh dari zona sesar.

4.2. Saran

Sebuah informasi spasial (peta) sudah seharusnya tidak hanya menyajikan data pada satu masa, tetapi mampu memberikan informasi mengenai peristiwa yang akan datang, begitu juga terhadap informasi spasial dari hasil penelitian ini bisa diambil beberapa rekomendasi diantaranya:

- Wilayah dengan jarak lurus ≤ 3 kilometer dari garis Sesar Lembang tidak direkomendasikan untuk dijadikan wilayah permukiman.

- Wilayah permukiman yang masuk dalam zona sangat rawan gempa bumi Sesar Lembang direkomendasikan untuk meningkatkan kapasitas lingkungan dari ancaman gempa bumi, meliputi konstruksi bangunan yang relatif kuat untuk sebuah guncangan gempabumi dan kemampuan masyarakat dalam mitigasi bencana gempabumi.
- Penduduk yang berada di wilayah Kecamatan Lembang selain mewaspadaai aktifitas pergerakan Sesar Lembang juga direkomendasikan untuk memahami keterkaitan antara aktivitas Gunung Tangkuban Prahau dengan pergerakan Sesar Lembang, karena Sesar Lembang terbentuk pada tahap pasca pembentukan kaldera Gunung Sunda, kejadian tersebut kemudian diikuti oleh lahirnya Gunung Burangrang, dan Gunung Tangkuban Prahau. Sehingga antara Gunung Tangkuban Prahau dan Sesar Lembang masih memiliki keterkaitan struktur geologis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terselesaikan atas bantuan dari berbagai pihak yang senantiasa selalu memberikan kemudahan dan kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Oleh karena itu, penulis dalam kesempatan ini ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

- Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi.
- BAPPEDA Provinsi Jawa Barat.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bandung Barat.

DAFTAR PUSTAKA

Mudrik R. Daryono. (2015). Riset Terbaru: Panjang Sesar Lembang 29 Kilometer, Potensi Gempa Cukup Besar. Pusat Penelitian Geoteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Bandung.

- Peraturan Kepala BNPB No. 8 tahun 2011 tentang Standarisasi Data Kebencanaan.
- Sulaeman, Cecep dan S. Hidayati. (2011). Gempa Bumi Bandung 22 Juli 2012. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, 2 (3), hlm. 185-190.
- Surono (2008) Katalog Gempabumi Merusak di Indonesia, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Bandung.
- Undang-Undang Republik Indonesia nomor 4 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial.
- Undang-Undang Republik Indonesia nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana.

KAJIAN SPASIAL TINGKAT KERENTANAN RUMAH TANGGA DI KAWASAN RAWAN BENCANA JATUHAN PIROKLASTIK GUNUNGAPI KELUD

Achmad Fandir Tiyansyah

Magister Geo-Informasi untuk Manajemen Bencana Sekolah Pascasarjana UGM
Jl. Teknika Utara, Pogung, Yogyakarta - 55281

E-mail: achmad_fandir@gmail.com

Abstract

This research was conducted in the Kutut hamlet, Pandansari village, where located on the area that potentially affected by tephra fall and heavy ash fall and also located on third ring of disaster prone area of Kelud Volcano. Kutut hamlet has 235 of household. This hamlet is one of the worst affected area during eruption of Kelud Volcano in 2014. On of effort on disaster risk reduction to face pyroclastic flow which threatens on the future can be done through vulnerability analysis. The aims of this study is to determine the spatial distribution of vulnerability household's level in the Kutut Hamlet. The unit of analysis is the household. Data were collected through the census and image interpretation. Image interpretation used to make building block map and determine the types of roofs. This study mapped the vulnerability considering four types of vulnerabilities (physical, social, economic, and environmental). Spatial Multi Criteria Evaluation (SMCE) Method used as the data analysis. This method can combine spatial and non-spatial data which is expected to produce a balanced decision. The results of physical vulnerability analysis there are 18.3 % of household categorized as high vulnerability. Social vulnerability level generate that 14.9 % of household categorized as high vulnerability. Economic vulnerability level generate 21.3 % of household, and environment vulnerability generate 13.2 % of household. While for the total vulnerability with 4 scenario, there are about 6.4 % of the population are always categorized as high vulnerability.

Keywords : Vulnerability, Spatial, Pyroclastic, SMCE, Kelud.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Erupsi terakhir Gunungapi Kelud pada 13 Februari 2014 merupakan salah satu letusan terbesar yang pernah terjadi bahkan lebih besar dari erupsi tahun 1990 (BNPB, 2014). Letusan tersebut memiliki ketinggian lontaran vulkanik mencapai 17 km dan abu vulkanik menyebar sampai wilayah Jawa Barat. Material erupsi Gunungapi Kelud tersebut mengakibatkan beberapa wilayah yang terletak di sekitar Kelud yakni Kabupaten Kediri, Kabupaten Malang, dan Kabupaten Blitar terkena dampak yang cukup parah. Nilai kerusakan dan kerugian akibat erupsi Kelud di berbagai sektor di tiga kabupaten

tersebut mencapai angka Rp. 685.577.854.100 (BNPB, 2014).

Tingginya nilai kerusakan dan kerugian dari jatuhnya piroklastik Gunungapi Kelud tahun 2014 menunjukkan besarnya dampak yang ditimbulkan dari bencana gunungapi. Oleh karena itu diperlukan sebuah upaya untuk mengurangi dampak bencana yang mengancam di kemudian hari. Berbagai macam skenario dapat diterapkan untuk mengurangi dampak bencana, salah satunya dengan menguatkan aspek kerentanan. Hal ini dikarenakan didalam paradigma pengurangan risiko bencana, kerentanan bersama-sama dengan bahaya dan kapasitas dapat digunakan sebagai pendekatan untuk menilai risiko bencana (Westen *et al.*, 2011).

Pengkajian kerentanan merupakan suatu sarana pengumpulan data yang terstruktur yang diarahkan untuk pemahaman tingkat potensi ancaman, kebutuhan, dan sumber daya yang dapat segera terpenuhi (Sumekto, 2011). Pengkajian kerentanan perlu dilakukan karena kerentanan bersifat dinamis dan berubah sejalan dengan perubahan kondisi manusia dan lingkungan hidupnya (Mardiatno *et al.*, 2013). Pengkajian kerentanan mencakup dua kategori informasi umum, yang pertama yakni informasi tentang infrastruktur yang relatif lebih statis serta kerugian fisik di suatu wilayah. Kedua informasi sosio-ekonomis yang relatif dinamis seperti perubahan demografi dan aktivitas ekonomi.

Penilaian kerentanan idealnya dilakukan secara menyeluruh, dengan melihat kerentanan fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan (ISDR 2004). Selain itu informasi mengenai kerentanan juga akan lebih mudah dipahami apabila ditampilkan dalam sebuah peta (Hizbaron, 2012). Oleh karena itu dalam penelitian ini peneliti ingin mengetahui sebaran spasial kerentanan fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan di KRB Gunungapi Kelud.

Kajian kerentanan dapat dilakukan pada level individu, rumah tangga, desa, bahkan level negara. Setiap level kajian akan memberikan tingkat kedetailan informasi yang berbeda. Sehingga upaya manajemen bencana yang dilakukan juga berbeda. Dalam penelitian ini peneliti mencoba melakukan penelitian pada level dusun dengan unit analisis rumah tangga. Dusun yang dipilih adalah Dusun Kutut karena dusun ini mengalami kerusakan terparah saat terjadi erupsi tahun 2014 (Gambar 1). Letak dusun ini berada pada radius < 7 km dari Gunungapi Kelud.



Gambar 1. Kerusakan Pemukiman di Dusun Kutut. (Sumber: BPBD Kab Malang, 2014).

Pemetaan aspek kerentanan dapat dilakukan dengan berbagai macam cara, salah satunya dengan memanfaatkan Evaluasi Multi-Kriteria Keruangan (SMCE). SMCE digambarkan sebagai suatu proses kombinasi data geografis ke dalam suatu keputusan pengguna, yang dalam hal ini ialah pengambil keputusan (Zulkarnaen, 2012). Kelebihan penggunaan SMCE dalam pemetaan kerentanan ialah karena metode ini dapat memberikan cara pengambilan keputusan yang seimbang, meskipun parameter/ indikator yang digunakan beragam (Subarkah, 2009). Keunggulan tersebut sejalan dengan ISDR (2004) yang menyatakan bahwa idealnya kerentanan dinilai dengan memperhatikan keempat jenis kerentanan, yaitu sosial, fisik, ekonomi dan lingkungan

Kerentanan bersifat dinamis sehingga kajian kerentanan hendaknya disusun berdasarkan keterbaruan data di daerah penelitian. Keterbaruan data digunakan untuk memeriksa bahaya, kerentanan, dan risiko disesuaikan dengan variabel dan indikator yang relevan dengan dinamika karakteristik bahaya, kerentanan, dan risiko (Hizbaron, 2012). Pada aspek fisik keterbaruan data dapat diperoleh melalui ekstraksi dari citra satelit, sedangkan untuk aspek sosial ekonomi diperlukan survei lapangan.

1.2. Tujuan Penelitian

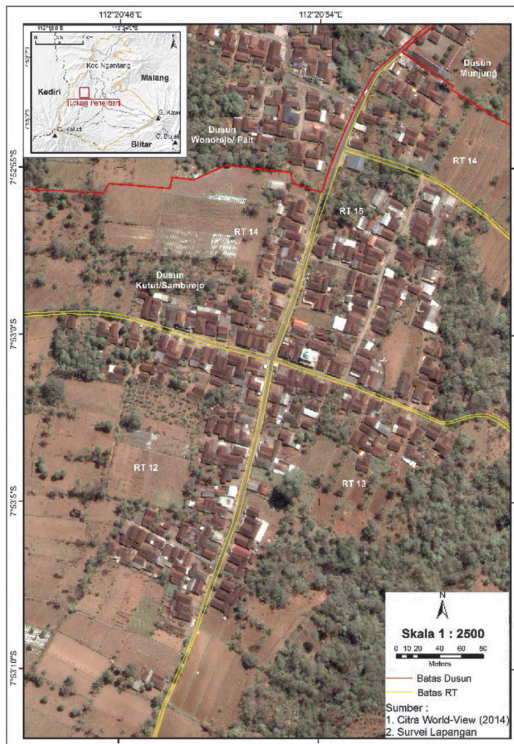
Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan maka dapat dirumuskan beberapa pertanyaan penelitian yakni:

1. Bagaimana tingkat kerentanan fisik rumah tangga di Dusun Kutut terhadap jatuhnya piroklastik?
2. Bagaimana tingkat kerentanan sosial rumah tangga di Dusun Kutut terhadap jatuhnya piroklastik?
3. Bagaimana tingkat kerentanan ekonomi rumah tangga Dusun Kutut terhadap jatuhnya piroklastik?
4. Bagaimana tingkat kerentanan lingkungan rumah tangga terhadap jatuhnya piroklastik?
5. Bagaimana tingkat kerentanan total Dusun Kutut terhadap jatuhnya piroklastik?

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian dilakukan di Dusun Kutut, Desa Pandansari, Kec. Ngantang Kab. Malang. Lokasi ini dipilih karena dusun ini merupakan dusun yang mengalami kerusakan terparah saat terjadi erupsi Gunungapi Kelud Tahun 2014. Lokasi Dusun ini terletak pada radius < 7 km dari Gunungapi Kelud. Citra Lokasi Penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Citra Dusun Kutut.

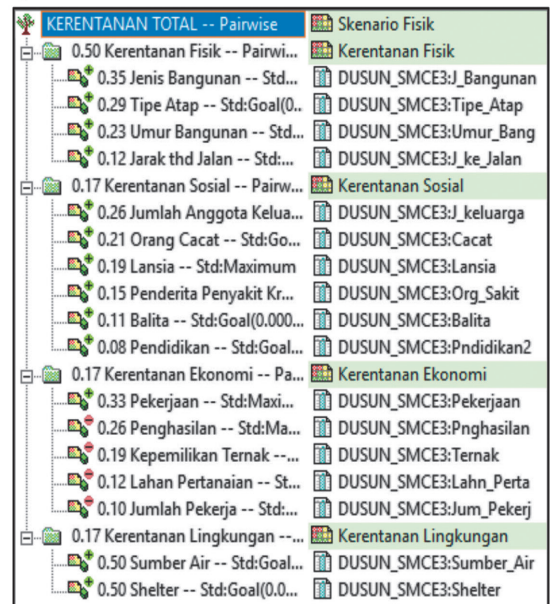
2.2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian berasal dari citra satelit dan survei lapangan. Data citra satelit digunakan untuk ekstraksi tipe atap rumah dan tapak bangunan. Sedangkan survei lapangan digunakan untuk pengumpulan data primer seperti jenis bangunan, umur bangunan, dan kondisi sosial ekonomi penduduk di Dusun Kutut. Teknik pengambilan data melalui sensus yang dilakukan kepada 235 rumah tangga.

2.3. Spatial Multi Criteria Evaluation

Penelitian ini menggunakan metode analisis data dengan *Spatial Multi Criteria Evaluation* (SMCE). Metode SMCE merupakan metode yang menggabungkan analisis data secara spasial dengan menggunakan sistem informasi spasial dan *Multi Criteria Evaluation* (MCE), untuk menghasilkan kebijakan atau keputusan (Hizbaron, 2011). Kelebihan penggunaan SMCE dalam pemetaan kerentanan ialah karena metode ini dapat memberikan cara pengambilan keputusan yang seimbang meskipun indikator yang digunakan beragam (Subarkah, 2009).

Salah satu keunggulan metode SMCE adalah proses penyusunan skenario. Dalam program SMCE, skenario yang dimaksudkan dijelaskan sebagai alternatif. Proses penyusunan skenario tersebut dapat digunakan untuk mengetahui beberapa alternatif yang akan terjadi berdasarkan asumsi peneliti. Pada penelitian ini skenario dibuat untuk mengetahui bagaimana persebaran dan pola kerentanan secara total yaitu gabungan dari kerentanan secara fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan.



Gambar 3. Penyusunan Faktor Kerentanan.

Penelitian ini mencoba menggunakan empat skenario untuk menentukan kerentanan total. Skenario pertama yang dibuat adalah dengan menempatkan kerentanan fisik yang lebih besar terhadap kerentanan sosial, ekonomi dan lingkungan. Skenario kedua adalah dengan menempatkan kerentanan sosial lebih tinggi dibandingkan dengan kerentanan fisik, ekonomi, dan lingkungan. Skenario ketiga menempatkan kerentanan ekonomi lebih tinggi dibanding kerentanan fisik, sosial, dan lingkungan. Sedangkan skenario keempat adalah dengan skenario seimbang (*equal*) dari tiap aspek kerentanan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kerentanan Fisik

Kerentanan fisik menggambarkan potensi dampak secara fisik terhadap bangunan dan populasi (Westen et al., 2011). Pengukuran kerentanan fisik menggunakan 4 indikator kerentanan. Hasil input data pada setiap indikator kemudian dilakukan proses rasterisasi pada program ILWIS 3.3 yang kemudian dilakukan proses SMCE untuk aspek kerentanan fisik.

Proses standarisasi dari indikator kerentanan fisik menggunakan standarisasi dengan *fuzzy logic* dengan metode *benefit* dan *cost*. Indikator yang menggunakan metode *benefit* menunjukkan bahwa semakin besar nilai indikator, maka tingkat kerentanannya juga akan semakin tinggi misalnya semakin tinggi umur bangunan maka kerentanannya akan semakin tinggi. Sedangkan *cost* menunjukkan semakin besar nilai indikator maka tingkat kerentanannya semakin rendah.

Kerentanan fisik pada analisis tingkat dusun dibatasi pada karakteristik bangunan yang ada di Dusun Kutut. Karakteristik bangunan meliputi jenis bangunan, tipe atap, serta umur bangunan. Selain itu juga ditambahkan indikator jarak rumah terhadap jalan yang dianggap dapat mempermudah proses evakuasi saat terjadi bencana erupsi. Pembobotan masing-masing indikator dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pembobotan Indikator Kerentanan Fisik.

No	Indikator	Consider	Bobot
1.	Jenis Bangunan	<i>Cost</i>	0,35
2.	Tipe Atap	<i>Cost</i>	0,29
3.	Umur Bangunan	<i>Benefit</i>	0,23
4.	Jarak terhadap jalan	<i>Benefit</i>	0,13

Berdasarkan hasil pembobotan dan komputasi menunjukkan bahwa sebagian besar rumah tangga berada dalam kategori kerentanan sedang dengan persentase 72,8%. Rumah tangga dengan kategori kerentanan tinggi berjumlah 43 rumah tangga atau sekitar 18%. Sedangkan kategori kerentanan rendah berjumlah 21 rumah tangga atau 9 %.

Berdasarkan hasil analisis, rumah tangga yang termasuk dalam kategori kerentanan tinggi merupakan rumah tangga yang memiliki atap rumah dengan tipe kampung/pelana dengan kondisi bangunan yang sudah tua. Selain itu letak rumah yang jauh terhadap jalan utama juga menyebabkan kerentanan semakin meningkat.

Bangunan tipe kampung memiliki tingkat kerusakan yang lebih tinggi saat terjadi erupsi 2014 (Akbar dkk, 2014). Bangunan tipe kampung memiliki konstruksi rangka yang lebih sederhana dibandingkan dengan rumah limasan. Kontruksi limasan memiliki konstruksi kayu yang lebih rumit sehingga lebih kokoh saat menopang beban jatuhnya piroklastik. Persebaran spasial tingkat kerentanan fisik dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta Tingkat Kerentanan Fisik.

3.2. Kerentanan Sosial

Kerentanan sosial merupakan potensi dampak dari peristiwa pada kelompok rentan yaitu seperti orang miskin, rumah tangga, orang tua tunggal, perempuan hamil, orang difabel, anak-anak, dan orang tua. Kerentanan sosial berkaitan dengan kondisi demografi dan struktur penduduk di suatu daerah. Di dalam penelitian ini indikator kerentanan sosial menggunakan 6 indikator.

Setiap indikator dalam kerentanan sosial menggunakan standarisasi fuzzy maksimum dengan *consider benefit*. Semua indikator menggunakan *consider benefit* karena semakin tinggi jumlahnya, maka akan memengaruhi tingkat kerentanan yang semakin tinggi pula. Misalnya semakin banyak jumlah penduduk *difable* maka tingkat kerentanan akan semakin tinggi. Pembobotan masing-masing indikator dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pembobotan Indikator Kerentanan Sosial.

No	Indikator	Consider	Bobot
1.	Jumlah Anggota Keluarga	<i>Benefit</i>	0,26
2.	Difabel	<i>Benefit</i>	0,21
3.	Lansia	<i>Benefit</i>	0,19
4.	Penderita Penyakit	<i>Benefit</i>	0,15
5.	Balita	<i>Benefit</i>	0,11
6.	Pendidikan	<i>Benefit</i>	0,08

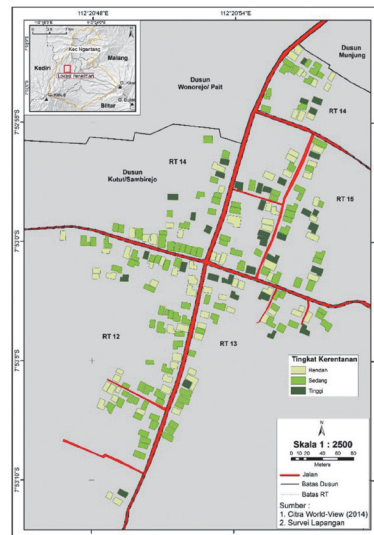
Hasil pengkelasan terhadap atribut data kependudukan menunjukkan bahwa dari total 235 rumah tangga yang ada Dusun Kutut, 35 rumah tangga (14,9%) yang tergolong dalam kategori kerentanan sosial tinggi. Kategori kerentanan sedang sebanyak 117 rumah tangga sedangkan kategori kerentanan rendah berjumlah 83 rumah tangga.

Rumah tangga yang tergolong dalam kategori kerentanan sosial tinggi merupakan rumah tangga yang memiliki jumlah anggota keluarga yang besar serta terdapat kelompok rentan di dalamnya. Jumlah keluarga yang besar akan meningkatkan kerentanan dimana semakin banyak individu yang ada di rumah saat terjadi bencana, maka kemungkinan

terdampak juga semakin tinggi. Selain itu banyaknya jumlah keluarga juga berbanding lurus dengan besarnya tanggungan untuk kebutuhan hidup tiap anggota keluarga.

Berdasarkan hasil analisis data penduduk, dapat diketahui bahwa sebagian besar penduduk Dusun Kutut memiliki jumlah anggota keluarga 1-3 orang dengan persentase 53%. Terdapat 17% rumah tangga yang di dalamnya terdapat lebih dari 5 orang. Pendidikan sebagian besar kepala keluarga adalah jenjang Sekolah Dasar (58%). Hanya terdapat 3% kepala keluarga yang menyelesaikan pendidikan hingga jenjang SMA.

Hasil sensus yang dilakukan menunjukkan bahwa 40% rumah tangga di dalamnya terdapat kelompok rentan. Sebagian besar kelompok rentan merupakan penduduk lansia dan balita. Persentase lansia sebesar 25 % sedangkan balita sebesar 13 %. Kondisi ini memerlukan perhatian khusus saat terjadi bencana. Persebaran spasial tingkat kerentanan sosial dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Peta Tingkat Kerentanan Sosial.

3.3. Kerentanan Ekonomi

Kerentanan ekonomi menggambarkan suatu kondisi tingkat kerapuhan ekonomi dalam menghadapi ancaman bahaya. Secara

individual kerentanan ekonomi terkait dengan tingkat kesejahteraan penduduk. Tingkat kesejahteraan penduduk di suatu daerah dapat dilihat melalui tingkat pendapatan dan jumlah penduduk miskin di suatu daerah.

Keterbatasan ekonomi masyarakat akan mempengaruhi pemenuhan standar keselamatan dalam menghadapi bencana. Keterbatasan ekonomi berpengaruh terhadap pemilihan tempat tinggal dan pengambilan keputusan saat terjadi bencana. Selain itu keterbatasan ekonomi juga akan mempengaruhi kondisi masyarakat setelah terjadi bencana. Masyarakat miskin cenderung memiliki waktu pemulihan yang relatif lebih lama setelah terkena dampak bencana. Hal ini dikarenakan keterbatasan finansial sehingga sangat bergantung pada bantuan pemerintah maupun para relawan.

Penelitian ini menggunakan lima indikator untuk menilai kerentanan ekonomi. Indikator yang digunakan adalah pekerjaan, penghasilan, kepemilikan ternak, kepemilikan lahan pertanian, dan jumlah pekerja. Indikator yang dianggap paling berpengaruh dalam analisis kerentanan ekonomi dalam kajian kerentanan rumah tangga adalah pekerjaan dan penghasilan. Rumah tangga yang memiliki pekerjaan tetap dengan penghasilan yang tinggi dikategorikan sebagai rumah tangga yang sejahtera. Pembobotan indikator dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pembobotan Indikator Kerentanan Ekonomi.

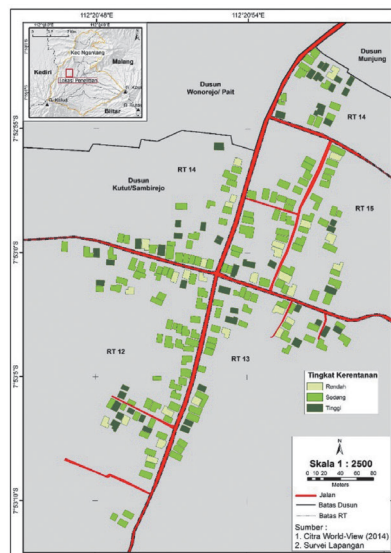
No	Indikator	Consider	Bobot
1.	Pekerjaan	Cost	0,33
2.	Penghasilan	Cost	0,26
3.	Kepemilikan ternak	Cost	0,19
4.	Kepemilikan Lahan Pertanian	Cost	0,12
5.	Jumlah Pekerja	Cost	0,10

Hasil pengkelasan terhadap indikator-indikator ekonomi menunjukkan bahwa dari total 235 rumah tangga yang ada Dusun Kutut 50 rumah tangga (21,3%) yang tergolong dalam kategori kerentanan tinggi. Kategori kerentanan sedang sebanyak 156, sedangkan

kategori kerentanan rendah berjumlah 29 rumah tangga.

Penduduk yang tergolong dalam kategori kerentanan ekonomi tinggi sebagian besar merupakan penduduk dengan pekerjaan tidak tetap/serabutan dan berpenghasilan rendah. Penduduk dengan tingkat ekonomi yang rendah ini sulit untuk memulihkan diri pasca terjadi bencana. Dari sensus yang dilakukan terhadap 235 rumah tangga terdapat 28% rumah tangga yang memiliki pendapatan kurang dari 1 juta. Sedangkan 38% rumah tangga mendapatkan penghasilan antara 1-2 juta rupiah.

Masyarakat di Dusun Kutut sebagian besar bekerja sebagai petani dengan rata-rata pendidikan masih di bawah 9 tahun. Sebagian besar masyarakat memilih untuk tidak melanjutkan sekolah karena membantu orang tua mereka untuk menggarap sawah dan beternak sapi. Terhitung hanya terdapat 10% kepala keluarga yang menyelesaikan pendidikan hingga tingkat sekolah menengah pertama. Distribusi spasial tingkat kerentanan ekonomi di Dusun Kutut dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Peta Tingkat Kerentanan Ekonomi.

3.4. Kerentanan Lingkungan

Lingkungan memberikan daya dukung kepada manusia khususnya dalam konteks

kebencanaan. Lingkungan dengan daya dukung optimal tentunya akan memberikan dampak positif bagi manusia yang hidup di sekitarnya. Daya dukung lingkungan dalam analisis ini terbatas pada ketersediaan sumber air bersih yang dapat mencukupi kebutuhan warga serta jarak rumah tangga terhadap tempat berlindung sementara (*Temporary Shelter*).

Air merupakan kebutuhan utama saat terjadi bencana. Jika suatu daerah memiliki sumber air yang memenuhi standar maka dianggap dapat menurunkan kerentanan di daerah tersebut. Sumber air di daerah penelitian sebagian besar masih mengandalkan sumber dari pegunungan yang dikelola oleh masyarakat setempat. Pada saat terjadi letusan sumber air tersebut langsung terkena dampak sehingga masyarakat setempat langsung kehilangan sumber air untuk kebutuhan sehari-hari.

Temporary Shelter juga menjadi salah satu kebutuhan utama saat terjadi Erupsi. Berdasarkan kejadian erupsi Gunungapi Kelud tahun 2014 jarak antara kondisi awas dan erupsi hanya sekitar 1 jam 40 menit. Kondisi ini mengakibatkan warga untuk dapat berlindung sesegera mungkin ke tempat yang dianggap aman terhadap jatuhnya piroklastik. Beberapa tempat yang digunakan sebagai tempat berlindung diantaranya adalah balai dusun, masjid, musholla, dan rumah cor. Gambaran kondisi tempat berlindung sementara di Dusun Kutut dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. *Temporary Shelter* di Dusun Kutut.

Tempat-tempat yang digunakan untuk berlindung oleh warga dijadikan sebagai

dasar untuk menentukan *temporary shelter* oleh peneliti. Setelah diketahui tempat untuk berlindung, dihitung jarak setiap rumah terhadap tempat berlindung sementara tersebut. Data jarak terhadap *temporary shelter* menjadi salah satu indikator kerentanan lingkungan dengan pembobotan seperti pada tabel 4.

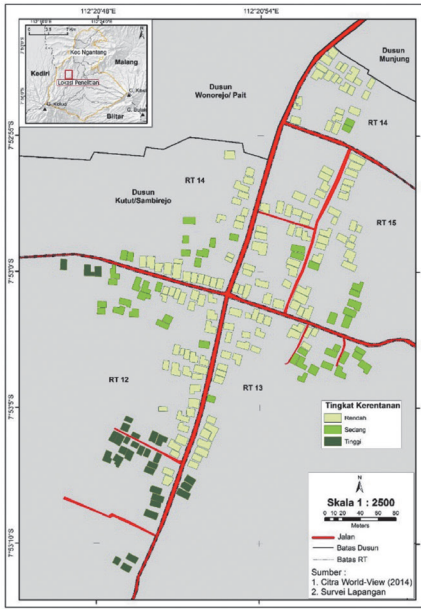
Tabel 4. Pembobotan Indikator Kerentanan Lingkungan.

No	Indikator	Consider	Bobot
1.	Ketersediaan sumber air	Cost	0,5
2.	Jarak terhadap <i>Temporary Shelter</i>	Cost	0,5

Hasil pengkelasan terhadap indikator kerentanan lingkungan menunjukkan bahwa sebagian besar rumah tangga yang ada di Dusun Kutut tergolong dalam kategori kerentanan rendah yakni sebesar 66,4%. Kategori kerentanan sedang sebanyak 48 rumah tangga sedangkan kategori kerentanan tinggi berjumlah 31 rumah tangga atau 13,2%.

Rumah tangga yang tergolong dalam kategori kerentanan tinggi terletak jauh dari tempat berlindung sementara seperti masjid, mushola, maupun balai dusun. Persebaran rumah tangga ini terletak pada RT 12 terutama di bagian selatan. RT 12 merupakan RT dengan pemukiman yang paling dekat dengan Gunungapi Kelud. Jarak rumah menuju masjid yang menjadi tempat berlindung utama sekitar 300 meter. Kondisi ini yang menyebabkan rumah tangga di RT ini tergolong dalam kategori kerentanan tinggi.

Selain faktor jarak terhadap tempat berlindung terdapat faktor ketersediaan sumber air. Faktor sumber air dianggap memiliki pengaruh cukup besar terhadap tingkat kerentanan. Tiap rumah tangga menggunakan sumber air yang sama yakni mata air dari Gunungapi yang dikelola secara swadaya oleh masyarakat. Kerusakan pada sumber air menyebabkan Dusun Kutut sangat bergantung pada bantuan air dari relawan dan pemerintah pasca erupsi. Persebaran spasial tingkat kerentanan lingkungan disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Peta Tingkat Kerentanan Lingkungan.

3.5. Kerentanan Total

Kerentanan total adalah hasil analisis menggunakan SMCE untuk keempat aspek kerentanan yaitu aspek fisik, aspek sosial, aspek ekonomi, dan aspek lingkungan. Keempat aspek kerentanan tersebut selanjutnya dilakukan pembobotan yang berbeda berdasarkan skenario tertentu. Ada 4 skenario yang dilakukan untuk mengetahui kerentanan total. Masing-masing skenario dibuat untuk mewakili tingkat kepentingan masing-masing kerentanan.

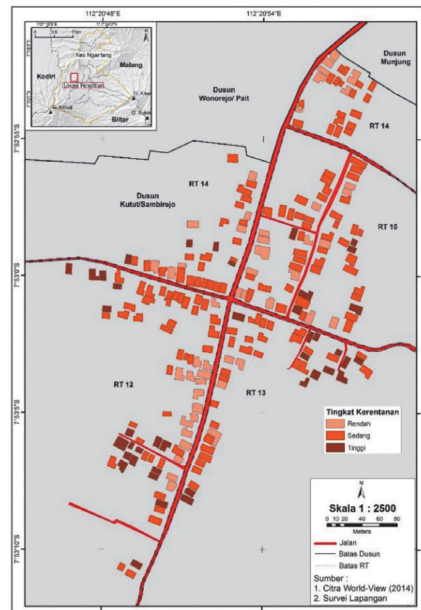
Pembuatan skenario kerentanan menggunakan metode *pairwise* dan *slicing* dalam ILWIS 3.3. *Slicing* merupakan pembagian kerentanan menjadi beberapa kelas sesuai tujuan penelitian. Kelas kerentanan dibagi menjadi 3 kelas yakni tinggi, sedang, dan rendah. Skenario ini dapat digunakan untuk mengambil suatu prioritas kebijakan terhadap wilayah yang termasuk kategori kerentanan tinggi. Jabaran skenario kerentanan dijelaskan sebagai berikut.

3.5.1 Skenario Kerentanan Fisik

Skenario fisik mempertimbangkan bahwa faktor bangunan merupakan elemen

yang paling rentan saat terjadi erupsi. Bangunan dianggap memiliki nilai kerugian yang paling besar. Bobot yang diberikan dalam skenario ini adalah 0,49 untuk aspek fisik sedangkan aspek sosial, ekonomi dan lingkungan masing-masing diberi bobot 0,17. Pembobotan tersebut menggunakan metode *Pairwise Comparison*. Hasil dari pembobotan tersebut kemudian dilakukan komputasi dengan SMCE yang menghasilkan peta kerentanan dengan skenario fisik.

Hasil pengkelasan berdasarkan skenario fisik menunjukkan bahwa dari total 235 rumah tangga yang ada Dusun Kutut 42 rumah tangga tergolong dalam kategori kerentanan tinggi. Kategori kerentanan sedang sebanyak 145 rumah tangga sedangkan kategori kerentanan rendah berjumlah 48 rumah tangga. Persebaran spasial skenario kerentanan fisik dapat dilihat pada Gambar 9.



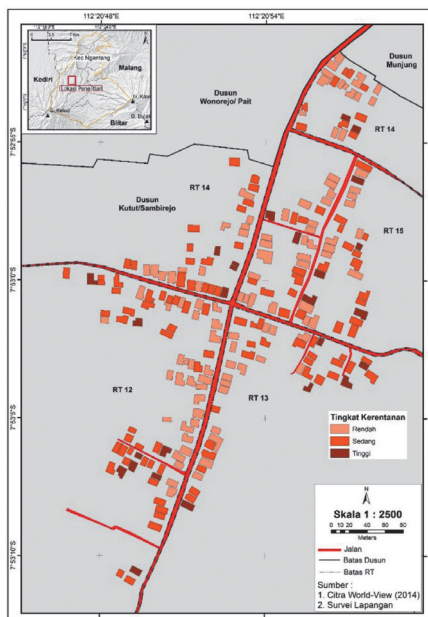
Gambar 9. Peta Tingkat Kerentanan Skenario Fisik.

3.5.2. Skenario Kerentanan Sosial

Skenario ini mempertimbangkan bahwa faktor demografi merupakan elemen yang paling rentan saat terjadi erupsi. Bobot yang digunakan dalam skenario ini adalah 0,49 untuk

aspek sosial sedangkan aspek fisik, ekonomi dan lingkungan masing-masing diberi bobot 0,167. Pembobotan tersebut menggunakan metode *Pairwise Comparison*. Hasil dari pembobotan tersebut kemudian dilakukan komputasi dengan SMCE yang menghasilkan peta kerentanan dengan skenario sosial.

Hasil pengkelasan berdasarkan skenario sosial menunjukkan bahwa dari total 235 rumah tangga yang ada Dusun Kutut, 26 rumah tangga tergolong dalam kategori kerentanan tinggi. Kategori kerentanan sedang sebanyak 107 rumah tangga sedangkan kategori kerentanan rendah berjumlah 102 rumah tangga. Persebaran spasial skenario kerentanan sosial dapat dilihat pada Gambar 10.



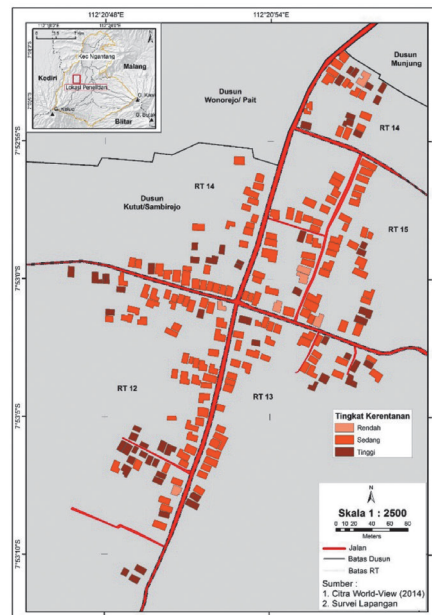
Gambar 10. Peta Tingkat Kerentanan Skenario Sosial.

3.5.3. Skenario Kerentanan Ekonomi

Faktor ekonomi merupakan elemen yang dianggap paling berpengaruh untuk skenario kerentanan ekonomi. Rumah tangga dengan kondisi ekonomi yang baik tidak hanya mengandalkan bantuan dari pemerintah saat terdampak bencana. Sehingga dapat cepat mengatasi kerusakan yang terjadi dan dapat

pulih lebih cepat. Bobot yang digunakan dalam skenario ini adalah 0,49 untuk aspek ekonomi sedangkan aspek fisik, sosial dan lingkungan masing-masing diberi bobot 0,167.

Hasil pengkelasan berdasarkan skenario ekonomi menunjukkan bahwa dari total 235 rumah tangga yang ada Dusun Kutut 26 rumah tangga tergolong dalam kategori kerentanan tinggi. Kategori kerentanan sedang sebanyak 107 rumah tangga sedangkan kategori kerentanan rendah berjumlah 102 rumah tangga. Distribusi spasial skenario kerentanan ekonomi dapat dilihat pada Gambar 11.



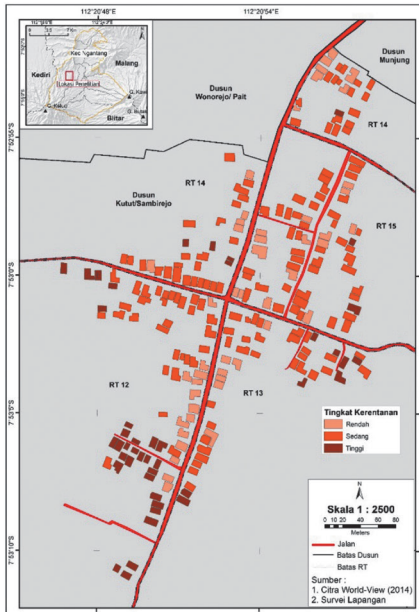
Gambar 11. Peta Tingkat Kerentanan Skenario Ekonomi.

3.5.4. Skenario Equal

Pembobotan skenario *equal* / seimbang mempertimbangkan bahwa semua aspek kerentanan memiliki andil yang sama pada tingkat kerentanan. Nilai bobot untuk masing-masing kerentanan adalah 0,250. Nilai ini akan menjadi faktor pengali untuk setiap kerentanan sehingga akan menghasilkan peta kerentanan dengan skenario *equal*.

Hasil pengkelasan berdasarkan skenario ekonomi menunjukkan bahwa dari total 235 rumah tangga yang ada Dusun Kutut 44 rumah

tangga tergolong dalam kategori kerentanan tinggi. Kategori kerentanan sedang sebanyak 144 rumah tangga sedangkan kategori kerentanan rendah berjumlah 47 rumah tangga. Persentase kelas kerentanan berdasarkan skenario sosial di Dusun Kutut dapat dilihat pada Gambar 12. Berdasarkan hasil 4 skenario yang telah dibuat terdapat 6,4% rumah tangga yang selalu masuk dalam kategori kerentanan tinggi.



Gambar 12. Peta Tingkat Kerentanan Skenario *Equal*.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

1. Penilaian kerentanan fisik menghasilkan 18,3% rumah tangga di Dusun Kutut tergolong dalam kategori kerentanan tinggi.
2. Penilaian kerentanan sosial menghasilkan 14,9% rumah tangga di Dusun Kutut tergolong dalam kategori kerentanan tinggi.
3. Penilaian kerentanan ekonomi menghasilkan 21,3% rumah tangga di Dusun Kutut tergolong dalam kategori kerentanan tinggi.

4. Penilaian kerentanan lingkungan menghasilkan 13,2% rumah tangga di Dusun Kutut tergolong dalam kategori kerentanan tinggi.
5. Penilaian kerentanan total menghasilkan 4 skenario kerentanan dengan hasil yang berbeda. Terdapat 6,4 % atau sebanyak 15 rumah tangga yang selalu masuk dalam kategori kerentanan tinggi

4.2. Saran

1. Pemangku kebijakan (*stakeholder*) dapat menggunakan hasil penilaian kerentanan untuk merumuskan kebijakan dalam menghadapi bencana. *Stakholder* dapat menentukan lokasi rumah tangga yang menjadi prioritas pengurangan tingkat kerentanan bencana.
2. Penelitian ini terbatas pada penilaian kerentanan, perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai analisis kapasitas masyarakat dalam menghadapi bencana sehingga diharapkan dapat melengkapi penilaian kerentanan yang telah dibuat.
3. Perlu adanya skenario evakuasi khususnya untuk kelompok rentan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian tesis. Ucapan terimakasih diucapkan Kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan Kementerian Keuangan yang telah memberikan bantuan dana dalam penyelesaian tesis ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, F., Heru S., dan Subhan R. 2014. Model Atap Rumah tanggap terhadap Abu/Pasir Vulkanik. Studi Kasus; Letusan Gunung Kelud Kecamatan Ngantang Malang. *Jurnal Arsitektur*. Universitas Brawijaya.
- BNPB. 2014. Rencana Aksi Rehabilitasi dan Rekonstruksi Pasca Bencana Erupsi dan Lahar Dingin Gunungapi Kelud, 2014-2015.
- BPBD Kab. Malang. 2014. Paparan Kronologi Erupsi Gunung Kelud 13 Pebruari 2014.

- Hizbaron, D. R., 2011. Urban Risk Management: An Overview from Geographical Studies. International Conference on the Future of Urban and Peri Urban Area (pp. 84-96). Yogyakarta: Environmental Geography Departemen, Universitas Gadjah Mada.
- Hizbaron, D. R., 2012. Integration of Vulnerability Assessment Into Seismic Based Planning in Bantul Yogyakarta, Indonesia, Disertasi: Ilmu Lingkungan UGM.
- ISDR. 2004. Living with Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives. Geneva, Switzerland: UNISDR.
- Mardiatno, D., Marfai M.A, Rachmawati., K., Tanjung, R., Septriayadi, R., Y.S 2012. Penilaian Multirisiko Banjir dan Rob di Kecamatan Pekalongan Utara, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada.
- Subarkah, P., 2009, Spatial Multi Criteria Evaluation for Tsunamis Vulnerability Case Study of Coastal Area Parangtritis, Yogyakarta, Indonesia, Tesis. Yogyakarta, Universitas Gadjah Mada.
- Sumekto, Didik Rinan. 2011. Pengurangan Risiko Bencana Melalui Analisis Kerentanan dan Kapasitas Masyarakat dalam Menghadapi Bencana. Seminar Nasional Pengembangan Kawasan Merapi: Aspek Kebencanaan dan Pengembangan Masyarakat. DPPM UII.
- Westen, C.J. Van., Alkema, D., Damen, M.C.J., Kerle, N., and Kingma, N.C. 2011. Multi Hazard Risk Assessment. United Nation University-ITC School on Disaster Geoinformation Management (UNU-ITC DGIM).
- Zulkarnaen, M.W.D., 2012, Evaluasi Multi-Kriteria Keruangan untuk Penilaian Risiko Total Tsunami di Pacitan, Tesis, Yogyakarta, Universitas Gadjah Mada.

**EVALUASI EFEKTIVITAS SATUAN REAKSI CEPAT PENANGGULANGAN
BENCANA WILAYAH BARAT
(EVALUATION THE EFFECTIVENESS OF DISASTER RAPID RESPONSE UNIT
IN WESTERN AREA OF INDONESIA)**

Jajat Suarjat

Alumni Mahasiswa Pasca Sarjana Manajemen Bencana Universitas Pertahanan Indonesia
Widyaiswara Ahli Pertama Pusdiklat PB BNPB

Arielriza@gmail.com

Abstract

Disaster Rapid Response Unit (SRC PB) was formed in 2009. As a guide to manage the units and operations in the field, then made blueprint SRC PB in 2010. Implementation SRC PB during 2010 to 2015 have not been evaluated for their overall effectiveness. So it is felt necessary to evaluate the implementation of SRC PB is in accordance with the blueprint as a guide that has been determined or even a blueprint that should be revised because it does not comply with the demands and needs on the ground. The purpose of this study was to evaluate the effectiveness of SRC PB especially in the western region after established. Then blueprint was made as a reference to run fast SRC PB in dealing with disasters. After Knowing blueprint's obstacles and challenges, then exploration the stakeholder strategy to improve the effectiveness of SRC PB in the future. This study uses combination method (a combination of qualitative and quantitative methods). Qualitative methods using in-depth interviews, observations, review of documents, while quantitatively using a checklist and organizational effectiveness index. The result of this research is the effectiveness index of western region SRC PB that was compared between blueprint and the implementation index is equal to 0.358, meaning the effectiveness of the medium level. Thus require improvement action in the short term. The effectiveness of SRC PB adequate, but the purpose and functions of SRC PB in disaster response still potential failure.

Keywords : *Rapid Response Unit, Disaster Management, Blueprint SRC PB, Effectiveness.*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam konsep keamanan manusia (*human security*) terdapat hak manusia untuk bebas dari rasa takut (*freedom from fear*), bebas menginginkan sesuatu (*freedom from want*), dan bebas untuk hidup bermartabat (*freedom to live in dignity*). Menurut Brauns dan Hans (sebagaimana dikutip dalam Hadisuryo, 2012), keamanan manusia (*human security*) merupakan konsep keamanan yang sangat dipengaruhi oleh segala kejadian/ fenomena/ kegiatan yang dapat berpotensi menghasilkan risiko atau ancaman kematian terhadap individu.

Ancaman dalam bidang keamanan menjadi semakin kompleks dan berkembang, diantaranya: terorisme internasional, pengembangan senjata pemusnah massal, kriminal terorganisasi, *cybercrime*, kelangkaan energi, degradasi lingkungan dan berbagai risiko keamanan yang terkait dengannya, bencana alam ataupun bencana yang disebabkan oleh manusia sendiri, dan lain sebagainya (Kementerian Pertahanan RI, 2008,p.25). Bencana alam dan non alam menjadi ancaman keamanan nasional selain perang, sehingga perlu penanganan yang komprehensif dari seluruh *stakeholders*. "Bencana termasuk ancaman nirmiliter yang memerlukan penanganan atau operasi militer selain perang (OMSP)." (Kementerian

Pertahanan, 2008). Salah satu upaya penanganan bencana di Indonesia yaitu dengan melibatkan kolaborasi sumber daya yang dimiliki sipil dan militer.

Pada tanggal 5 November 2009 Presiden RI Bapak Dr. Susilo Bambang Yudhoyono memberikan arahan untuk membentuk *Standby Force*. Hal ini Berdasarkan pengalaman penanggulangan bencana di Indonesia yang selalu melibatkan unsur pemerintah, TNI/POLRI, masyarakat, dan dunia usaha. Implementasi perintah tersebut adalah dengan dibentuknya Satuan Reaksi Cepat Penanggulangan Bencana (SRC PB).

Kolaborasi sipil dan militer dalam penanggulangan bencana seringkali terganggu dengan perbedaan budaya diantara keduanya, Hal ini diungkapkan juga oleh Nugroho sebagai berikut: "Beberapa permasalahan lain yang ditemui di lapangan, dalam level operasional antara lain perbedaan budaya militer dengan otoritas sipil khususnya dalam menangani masalah-masalah yang bersifat *urgent* atau membutuhkan keputusan yang cepat. Ada dua kemungkinan mengapa hal ini bisa terjadi. Pertama, kemungkinan memang budaya militer yang terlalu kuat sehingga merasa kurang nyaman ketika kepemimpinan diambil oleh sipil yang tidak mempunyai jalur komando. Kedua, kepemimpinan yang dilaksanakan oleh pejabat sipil tersebut memang tidak sesuai dalam arti tidak optimal untuk mengambil keputusan secara cepat pada saat dibutuhkan." (Nugroho, 2012, p.155).

Implementasi dan kendala SRC PB dalam penanggulangan bencana jika dibandingkan dengan tujuan, mekanisme, dan manajemen dalam *blueprint* SRC PB terdapat beberapa hal yang tidak sesuai, jika melihat teori efektivitas organisasi maka kesenjangan tersebut akan mempengaruhi efektivitas organisasi. Menurut Steers (1984,p.6) "Efektivitas dinilai menurut ukuran seberapa jauh organisasi berhasil mencapai tujuan yang layak dicapai". Emitai dan Etzioni (1982,p.54) mengemukakan bahwa "efektivitas organisasi dapat dinyatakan sebagai tingkat keberhasilan organisasi dalam usaha untuk mencapai tujuan atau sasaran".

Sehingga untuk melihat efektivitas SRC PB perlu membandingkan antara tujuan dengan implementasi. Efektivitas SRC PB ini dianalisis dengan menggunakan acuan *blueprint* dan dikaitkan dengan beberapa teori efektivitas organisasi dan teori manajemen.

1.2. Rumusan Masalah

Pelaksanaan tugas dan fungsi SRC PB sudah tertulis dalam *blueprint*. Isi *blueprint* menguraikan secara rinci mulai dari latar belakang, dasar hukum, sampai pedoman teknis dan dukungan yang diberikan untuk meningkatkan efektivitas pencapaian tujuan pembentukan SRC PB. Dengan adanya acuan tersebut, seharusnya implementasi SRC PB berjalan efektif dan efisien. Namun kenyataannya SRC PB masih mengalami beberapa hambatan dalam melaksanakan *blueprint* secara efektif diantaranya: belum tersosialisasinya *blueprint* kepada anggota, dan pimpinan instansinya, belum adanya standar penentuan status darurat dalam pengerahan, tidak operasionalnya *home-based* dan *standby force*.

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka dirumuskan beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut :

1. Bagaimana tingkat efektivitas SRC PB wilayah barat?
2. Apakah hambatan dan tantangan yang dihadapi oleh SRC-PB wilayah barat?
3. Bagaimana strategi yang perlu dilakukan dalam meningkatkan efektifitas SRC PB wilayah barat?

1.3. Tujuan dan Signifikansi Penelitian

1.3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan khusus yang ingin dicapai dalam menjawab permasalahan di atas diantaranya:

1. Mengetahui tingkat efektivitas SRC PB wilayah barat.
2. Mengetahui hambatan dan tantangan yang dihadapi oleh SRC-PB.
3. Mengetahui strategi yang perlu dilakukan dalam meningkatkan efektifitas SRC PB wilayah barat.

1.3.2. Signifikansi Penelitian

Evaluasi secara menyeluruh belum pernah dilakukan sejak SRC PB dibentuk pada tahun 2010, sehingga kegiatan yang dilakukan masih belum dapat dinilai tingkat efektivitasnya.

Operasionalisasi SRC PB masih di prediksi kurang mendapat dukungan dari kementerian dan lembaga. Koordinasi dan pengelolaan dari BNPB disinyalir belum maksimal sehingga perlu dilakukan perbaikan pengelolaan SRC PB dan dukungan peraturan untuk memperkuat organisasi. Keberadaan organisasi SRC PB masih menjadi pertanyaan, sehingga jika tidak dilakukan evaluasi tidak akan diketahui pencapaian hasil dari kegiatan dan program SRC PB, selain itu jika tidak mendapat perhatian, dan tidak jelas efektivitasnya, SRC PB bisa saja berhenti atau dibubarkan.

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang positif terhadap perkembangan ilmu manajemen bencana di bidang pertahanan, yang terkait pula dengan keamanan nasional Indonesia.

1.4.2. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi dalam meningkatkan efektivitas organisasi SRC PB, khususnya bagi:

- a. BNPB sebagai bahan evaluasi SRC PB.
- b. SRC PB sebagai upaya meningkatkan efektivitas organisasi
- c. Kementerian/Lembaga, NGO, dan TNI/Polri menjadi dasar untuk mendukung SRC PB.

2. Metodologi

2.1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan

pendekatan deskriptif analitik serta menggunakan metode kombinasi (campuran kualitatif dan kuantitatif). Data yang diambil berupa data primer dan sekunder, dengan melakukan wawancara secara langsung dan melakukan observasi dibantu dengan *checklist* dan memberikan *scoring* terhadap data yang diperoleh dan merupakan data kuantitatif yang harus dikualitatifkan. Setelah dikualitatifkan baru data tersebut bisa dinarasikan dan menjadi data kualitatif.

Desain penelitian dibagi ke dalam tiga tahap yaitu pra lapangan, pekerjaan lapangan dan pasca lapangan. Pra lapangan melalui beberapa tahapan diantaranya: Survei atau observasi, *study literature*, kemudian pemilihan lokasi penelitian, identifikasi masalah, menentukan sampel penelitian, membuat kisi-kisi pertanyaan penelitian. Tahap kedua yaitu menetapkan pertanyaan penelitian dan teknik wawancara, membuat *instrument checklist*, serta sekaligus melakukan observasi terhadap objek penelitian. Tahap akhir adalah menganalisis hasil wawancara dan menginterpretasikan hasil *instrument checklist* yang selanjutnya dituangkan ke dalam laporan yang akan menjadi hasil penelitian.

2.2. Sumber Data/Subjek/Objek Penelitian

Data yang dikumpulkan dalam penelitian kualitatif meliputi data pengamatan, wawancara, hasil *instrument checklist*, dan dokumentasi. Fokus pengamatan dilakukan terhadap tiga komponen utama, yaitu *space* (ruang, tempat), *actor* (pelaku) dan aktivitas (kegiatan). Fokus wawancara adalah dengan mengambil informan kunci dari subjek penelitian yang dianggap memenuhi kategori sebagai pemberi informasi kunci (*key informan*). Fokus *checklist* adalah perbandingan implementasi SRC PB dengan *blueprint* SRC PB. Fokus dari dokumentasi adalah mengambil data baik dari *literature* maupun dari aktivitas subjek penelitian. Adapun jenis data yang diambil adalah data primer dan data sekunder.

Subjek dalam penelitian ini mengambil *interview* yang terlibat langsung baik dalam pembentukan, penugasan, pengembangan, sampai pada pengurus, serta anggota SRC PB wilayah barat itu sendiri. Subjek dalam penelitian ini yaitu; 1. Deputi Bidang Pencegahan dan Kesiapsiagaan BNPB, 2. Deputi Bidang Penanganan Darurat BNPB, 3. Direktur tangggap darurat BNPB, 4. Kepala Pusat Pendidikan dan Pelatihan Penanggulangan Bencana, 5. Kepala Bidang Kurikulum dan Penyelenggara Pusdiklat PB, 6. Komandan SRC PB wilayah barat, 7. Kepala Bidang Operasi SRC PB wilayah Barat, 8. Kepala Bidang Sumber daya SRC PB Wilayah Barat, 9. Staf Ahli Deputi Bidang Pencegahan dan Kesiapsiagaan BNPB, 10. Kepala Sub Direktorat Penyelamatan dan Evakuasi BNPB.

Dalam penelitian ini yang menjadi objek adalah bagaimana efektivitas SRC PB wilayah barat, Apa hambatan dan tantangan, serta bagaimana strategi untuk meningkatkan efektivitas SRC PB.

2.3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini terbagi menjadi dua kelompok, yaitu teknik pengumpulan data kualitatif dan kuantitatif. Pengumpulan data kualitatif melalui wawancara mendalam, observasi, *checklist* dan dokumentasi. Pengumpulan data kuantitatif melalui teknik observasi dan melakukan *checklist*.

2.4. Teknik Analisis Data

2.4.1. Analisis Data Kualitatif

Setelah semua data terkumpul, maka dilakukan analisis data dengan mode Miles dan Huberman (1992) dalam (Sugiyono : 2010) dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a) Hasil wawancara direkam dengan *tape recorder* dan atau catatan lapangan disalin dalam bentuk transkrip
- b) Reduksi data dengan pembuatan koding dan kategori. Reduksi data

merupakan cara analisis dengan tujuan menajamkan, menggolongkan, mengarahkan, dan membuang hal-hal yang tidak relevan, selanjutnya data disusun sedemikian rupa. Semua transkrip harus dibaca dan kemudian dilakukan pengkodean dengan membuat simbol yang mempunyai arti berdasarkan topik pada setiap kelompok kata, kalimat dan paragraf. Selanjutnya melakukan pengelompokan kategori sesuai dengan kategorinya.

- c) Menyajikan data, data disajikan dalam bentuk narasi sesuai dengan variabel penelitian
- d) Menarik kesimpulan dan verifikasi, yaitu dengan cara membandingkan pertanyaan penelitian dengan hasil penelitian setelah wawancara, kemudian di triangulasi dengan observasi dan telaah dokumen.

2.4.2. Analisis Data Kuantitatif

Peneliti membuat *checklist* berdasarkan pada variabel dan menentukan indikator yang terdapat di *blueprint*, kemudian membuat kriteria penilaian. Setelah *checklist* terhadap semua variabel selesai dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah menghitung tingkat efektivitas SRC PB. Tingkat efektivitas dibagi menjadi tiga yaitu rendah, sedang dan tinggi. Efektivitas rendah dinilai dengan 0, sedang=1, dan tinggi=2. Perhitungan kumulatif menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Tingkat Efektivitas} = \frac{\{(\text{jumlah item checklist dengan hasil rendah} \times 0) + (\text{jumlah item checklist dengan hasil sedang} \times 1) + (\text{jumlah item checklist dengan hasil tinggi} \times 2)\}}{\text{jumlah total nilai item checklist}}$$

Sumber: Adopsi Penentuan Indeks dari PAHO (*Pan America Health Organization*).

Setelah indeks efektivitas didapatkan, selanjutnya berdasarkan nilai tingkat efektivitas SRC PB dibagi menjadi 3, yaitu level rendah, sedang dan tinggi seperti dijelaskan pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Klasifikasi Tingkat Efektivitas SRC PB.

Tingkat efektivitas	Klasifikasi	Apa yang harus dilakukan
0-0,35	Rendah	Tindakan perbaikan sangat dibutuhkan. Perbaikan memerlukan perhatian khusus dari semua instansi yang terlibat dalam pengelolaan SRC PB.
0,36-0,65	Sedang	Tindakan perbaikan diperlukan dalam jangka pendek. Tingkat efektivitas SRC PB cukup memadai, tetapi masih berpotensi gagalanya tujuan dan fungsi SRC PB dalam merespons bencana.
0,65-1	Tinggi	Kemungkinan SRC PB dapat berfungsi jika bencana terjadi, sesuai tugas dan fungsi SRC PB, namun direkomendasikan untuk meningkatkan kapasitas dan kapabilitas SRC PB.

Sumber: Diadaptasi dari *Blueprint* SRC PB 2010.

2.5. Prosedur Penelitian

2.5.1. Data Primer

Data primer dalam penelitian ini akan diambil dari komponen pembentukan SRC PB mulai dari komponen awal pembentukan, pengerahan, pengembangan, serta anggota dari SRC PB itu sendiri.

2.5.2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari buku-buku, jurnal, artikel, dan internet yang relevan dengan masalah penelitian.

3. Analisis Data dan Pembahasan

3.1. Gambaran Sebaran Data Penelitian

SRC PB merupakan sumber daya nasional yang berada di bawah komando dan kendali BNPB dan bertanggung jawab terhadap kepala BNPB. Deputi Bidang Pencegahan dan Kesiapsiagaan bertugas membuat kebijakan, standar operasional dan pedoman atau *blueprint* SRC PB. Deputi Bidang Penanganan Darurat sebagai pengguna dan kendali operasi SRC PB, sedangkan peningkatan kompetensi personal ada dibawah kendali Pusat Pendidikan dan Pelatihan Penanggulangan Bencana. SRC PB sendiri memiliki dua kekuatan berdasarkan wilayah tugasnya, wilayah tugas pertama adalah SRC PB wilayah barat yang berpusat di Pangkalan Udara Halim Perdana Kusuma, sedangkan SRC PB wilayah timur berada di Pangkalan Udara Abdul Rahman Saleh Malang.

3.2. Analisis Data dan Hasil Penelitian

3.2.1. Efektivitas SRC PB

Tingkat efektivitas Satuan Reaksi Cepat Penanggulangan Bencana periode tahun 2010– 2015 berdasarkan hasil *checklist* perbandingan *blueprint* dan implementasi, serta observasi langsung ke lapangan adalah 0,358 termasuk kategori efektivitas sedang. Dari hasil tersebut maka tindakan yang perlu dilakukan adalah perbaikan dalam jangka pendek, tingkat efektivitas SRC PB cukup memadai, tetapi masih berpotensi gagalanya tujuan dan fungsi SRC PB dalam merespons bencana.

3.2.1.1. Kebijakan/ Legislasi SRC PB

Kebijakan/ legislasi ataupun perundang undangan sejenisnya merupakan pedoman dasar yang dibutuhkan dalam melaksanakan suatu kegiatan atau program. Kebijakan/ Legislasi SRC PB ini dibagi dalam 5 (lima) elemen, yaitu Undang-undang, Peraturan Pemerintah, Peraturan Presiden, SOP, dan

MoU. Dilihat dari segi kebijakan atau legislasi, SRC PB telah memiliki kebijakan yang menjadi dasar pedoman yaitu berupa SOP dan MoU. Jika dilihat dari segi Undang-undang dan Peraturan Pemerintah belum ada kebijakan yang mendasari SOP dan MoU tersebut.

Tabel 2. Klasifikasi Tingkat Efektivitas SRC PB.

Kebijakan/ Legislasi khusus SRC	Tingkat Efektivitas		
	Rendah	Sedang	Tinggi
1. Undang-undang	V		
2. Peraturan Pemerintah	V		
3. Perpres	V		
4. SOP		V	
5. MoU		V	

Sumber: Peneliti, 2016.

Dari tabel 2 didapatkan bahwa efektivitas ketersediaan dan dukungan legislasi mengenai SRC PB, maka nilai indeks tingkat efektivitas rendah yaitu 0.2, dan dikategorikan pada level rendah sesuai dengan indeks efektivitas SRC PB. Permasalahan terhadap keberadaan SRC PB belum didukung secara khusus baik Undang-undang, Peraturan Pemerintah maupun Peraturan Presiden. Usulan pembuatan Peraturan Presiden khusus SRC PB pada tahun 2015 tidak mendapat persetujuan dari Kementerian Koordinator Kesejahteraan Rakyat. Selain itu sosialisasi serta kurang mengikatnya MoU yang dibuat mengakibatkan dukungan dari kementerian dan lembaga menjadi kurang.

Pemikiran untuk penguatan SRC PB sudah dilakukan oleh pimpinan BNPB yaitu dengan mengajukan Peraturan Presiden mengenai SRC PB pada tanggal 24 Desember tahun 2013 melalui surat Nomor :B.1392/Ka.BNPB/Hk.10/12/2013 tentang draft Peraturan Presiden tentang Tim Nasional SRC PB yang di dalamnya berisi penjelasan sebagai berikut :

- Pembentukan Tim Nasional SRC PB tersebut adalah didasarkan pada arahan Presiden pada Sidang Kabinet Indonesia Bersatu II tanggal 5 November

2009, tentang perlunya dibentuk Satuan Reaksi Cepat Penanggulangan Bencana (SRC PB).

- Dalam rapat koordinasi terbatas tingkat Menteri bidang Kesejahteraan Rakyat yang dipimpin oleh Menko Kesra pada tanggal 10 November 2009 dalam rangka 100 (seratus) hari kerja Kabinet Indonesia Bersatu II, Kepala BNPB memaparkan tentang konsep SRC PB.
- Berdasarkan arahan Bapak Presiden dan Rapat Koordinasi tersebut, telah dibentuk SRC PB yang hingga saat ini SRC PB telah melaksanakan tugasnya dengan baik.
- Untuk memperkuat keberadaan SRC PB diperlukan payung hukum bagi para pimpinan kementerian/lembaga/organisasi dalam rangka memudahkan koordinasi dan untuk efektivitas pemanfaatan SRC PB, yaitu melalui produk hukum (peraturan Presiden tentang Tim Nasional SRC PB).

Pada tanggal 12 Maret 2014 BNPB menerima surat keputusan dari Nomor B.136/Seskab/III/2014/Sekretaris Kabinet yang menjelaskan bahwa permohonan ijin prakarsa peraturan presiden tentang tim nasional satuan reaksi cepat penanggulangan bencana SRC PB tidak dapat disetujui. Pembentukan SRC PB dikhawatirkan akan menimbulkan tumpang tindih kewenangan/pelaksanaan tugas dan fungsi BNPB dalam penanggulangan bencana. Oleh sebab itu, diamanatkan jika SRC PB diperlukan maka keberadaannya di bawah BNPB, sehingga tidak ditetapkan melalui Peraturan Presiden.

MoU dan SOP memerlukan sosialisasi dan komitmen dari *stakeholder*, sehingga implementasinya dapat berjalan dengan efektif. Perlunya dibentuk landasan hukum yang khusus mengenai SRC PB, diungkapkan juga oleh responden sebagai berikut:

“...Landasan konstitusional nya jelas, yaitu undang-undang dasar. Undang-undangnya ada, pake UU Nomor 34 tahun 2004 tentang TNI itu ada namanya o.... itu bagian dari OMSB, nah tinggal turunan di bawahnya dari pada undang- undang itu. (R7, B3).”

3.2.1.2. Tujuan SRC PB

SRC PB sebagai organisasi kemanusiaan memiliki tujuan yang terbagi kedalam 6 (enam) elemen, yaitu membantu pemerintahan daerah, sebagai penindak awal, memberi bantuan manajemen, memberi bantuan teknis, menyediakan peralatan, dan dukungan logistik. Dilihat dari segi tujuan, SRC PB memiliki tingkat efektivitas rendah pada 5 poin tujuan, yaitu membantu pemerintahan daerah, sebagai penindak awal, memberi bantuan manajemen, memberi bantuan teknis, menyediakan peralatan. Sedangkan jika dilihat dari segi dukungan logistik, tingkat efektivitasnya berada pada kategori sedang. Gambaran secara lebih rinci dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil *Checklist* Variabel Tujuan SRC PB.

Indikator	Tingkat Efektivitas		
	Rendah	Sedang	Tinggi
1. Membantu Pemerintah Daerah	V		
2. Penindak awal	V		
3. Memberi bantuan manajemen	V		
4. Bantuan Teknis	V		
5. Peralatan	V		
6. Dukungan Logistik		V	

Sumber: Peneliti, 2016.

Dari tabel 3 didapatkan bahwa nilai indeks efektivitas pencapaian tujuan SRC PB yaitu: 0.083, dan berada pada kategori level rendah sesuai dengan indeks efektivitas SRC PB. Tujuan SRC PB adalah sebagai penindak awal pada saat pemerintah daerah lumpuh, namun semenjak dibentuk belum terjadi bencana yang melumpuhkan pemerintahan daerah sehingga pengerahan SRC PB hanya menjadi pendamping pemerintah atau hanya supervisi saja. Anggota SRC PB yang dikerahkan pun tidak lengkap. Pada saat gempa Aceh Bener Meriah personil yang dikirim hanya berjumlah dua orang yaitu

atas nama Letkol Sabarijanto dan Mayor Hasto Atmoko, kemudian diganti oleh empat orang atas nama: Kolonel Widjanarko, Lettu Indra Bayu, Lettu Abiyazto, dan Pratu Muslimin. Hal ini sejalan dengan hasil wawancara sebagai berikut: "Nah itu, pemahaman saya dulu itu, ini adalah pasukan khusus gitu, yang ke-2 penindak awal, di tahap awal, nah ini kalau saya melihat ya puji Tuhan belum ada bencana yang..,"(R3,26) "Iya seperti itu, salah satu yang jadi yang biasa saja lah, begitu. Jadi bencana yang biasa saja lah, maksudnya yang seperti itu, nah waktu kita evaluasi untuk revisi *blueprint* ini, yang kita tanyakan ke D2 karena mereka *user*, itu SRC ini tugasnya ngapain? Kalau di dalam dan luar negeri, kalau di luar negeri dia tinggal ikut saja dengan negara yang terdampak, misi kemanusiaan yang harus mereka emban apa, tapi biasanya ga jauh-jauh, pemberian kebutuhan dasar, bisa dalam bentuk uang, bisa dalam bentuk barang nya trus pulang, bisa juga SAR, *Rescue*, bisa juga kesehatan ini, sama membawa pulang, atau mengidentifikasi WNI yang ada di negara terdampak" (R3,B30).

Disamping itu dapat dilihat dari rata-rata jumlah kejadian bencana pada tahun 2010 -2015 yang terdaftar di DIBI BNPB adalah sebanyak 12.389 kejadian. Data kejadian tiap tahun terlihat dalam tabel 4.

Tabel 4. Data Kejadian Bencana Periode 2010-2015 di Indonesia.

Tahun	Kejadian Bencana
2010	2261
2011	2177
2012	2342
2013	1816
2014	2053
2015	1740

Sumber: Disarikan dari www.dibi.go.id.

Data kejadian bencana tahun 2010 sampai dengan 2015 menunjukkan bahwa kejadian bencana di Indonesia sangat tinggi, namun pengerahan SRC PB yang harus didasarkan pada permintaan pemerintah daerah, maka SRC PB sangat jarang sekali dikerahkan dalam penanggulangan bencana. Data Kejadian

bencana periode 2010-2015 didominasi bencana banjir, sedangkan masyarakat terdampak lebih dari 50% masyarakat mengungsi, selebihnya korban meninggal, hilang, dan terluka. Sehingga dari data di atas perlu pengembangan pengerahan SRC PB tidak sebatas bencana besar saja, namun dikerahkan juga pada saat terjadi bencana menengah. Hal ini didukung oleh pernyataan responden yang menyebutkan, "SRC PB dikerahkan untuk kejadian bencana menengah dan ekstrem." (R10.B.19)

Sedangkan data pengerahan SRC PB Wilayah barat selama tahun 2010 – 2015 ke luar negeri dan dalam negeri adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Pengerahan SRC PB Wilayah Barat.

NO	TAHUN	LOKASI	BENCANA
1	2009	HAITI	GEMPABUMI
2	2010	JEPANG	GEMPABUMI TSUNAMI
3	2010	PAKISTAN	BANJIR
4	2010	KARAWANG	BANJIR
5	2010	CIWIDEY	LONGSOR
6	2013	JAKARTA	BANJIR
7	2013	ACEH	GEMPA
8	2014	JAKARTA	BANJIR
9	2014	SINABUNG	GUNUNG MERAPI
10	2014	JAKARTA	BANJIR
11	2015	JAKARTA	BANJIR
12	2015	RIAU	KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN

Sumber: Dokumentasi Surat Perintah Mabes TNI.

Selain itu SRC PB dikerahkan dalam membantu negara lain yang terkena bencana. Hal ini perlu *review* dari *blueprint* supaya tidak menyalahi pedoman, karena pengerahan ini sangat penting dan perlu di lindungi oleh payung hukum.

3.2.1.3. Ruang lingkup SRC PB

Indikator yang digunakan dalam menilai tingkat efektivitas SRC PB dilihat dari segi ruang lingkup adalah dukungan instansi/lembaga/

organisasi dan pergerakan pada saat periode *panic*. Dukungan instansi/lembaga/organisasi dikategorikan pada tingkat efektivitas sedang, sedangkan jika dilihat dari pergerakan pada saat periode *panic* dikategorikan pada tingkat efektivitas rendah. Seperti dapat dilihat dari tabel 6.

Tabel 6. Hasil *Checklist* Indikator Ruang Lingkup SRC PB.

Indikator	Tingkat Efektivitas		
	Rendah	Sedang	Tinggi
1. Dukungan Instansi/ Lembaga		V	
2. Bergerak pada periode panik	V		

Sumber: Peneliti, 2016.

Dari tabel 6 didapatkan bahwa nilai indeks efektivitas pencapaian tujuan SRC PB yaitu 0.25, dan dikategorikan pada level rendah sesuai dengan indeks efektivitas SRC PB.

SRC PB merupakan pasukan *elite* dalam penanggulangan bencana. Namun karena permasalahan personil SRC PB yang tidak memiliki surat keputusan pengangkatan sehingga tidak terdata dalam struktur organisasi SRC PB. Hal ini sesuai dengan pernyataan responden, "SRC itu merupakan tim *elite* sehingga orangnya termasuk terpilih dan harus mendapat penghargaan, sehingga anggota SRC merasa bangga." (R.10.B.12).

Kendala lainnya adalah personil SRC PB masih terikat oleh instansi masing- masing sehingga akan berpengaruh terhadap jenjang kariernya. Seperti yang diungkapkan responden, "Dalam membentuk SRC PB terkendala pada masalah personil karena berkaitan dengan karir mereka." (R10.B21). Masalah ini perlu adanya kesepakatan antara BNPB dan instansi yang pegawainya menjadi anggota SRC PB sehingga jenjang kariernya tetap diperhitungkan.

3.2.1.4. Kelembagaan dan Organisasi SRC PB

Indikator Kelembagaan dan organisasi SRC PB sesuai *blueprint* terdapat 4 indikator

yaitu prinsip, tugas pokok dan fungsi, struktur organisasi, dan rincian pembagian tugas dan fungsi. Indikator tersebut terlihat dalam tabel berikut:

Tabel 7. Hasil *Checklist* Indikator Kelembagaan dan Organisasi SRC PB.

Indikator	Tingkat Efektivitas		
	Rendah	Sedang	Tinggi
1. Prinsip		V	
2. Tugas dan Fungsi	V		
3. Struktur Organisasi		V	
4. Rincian Pembagian Tupoksi	V		

Sumber: Peneliti, 2016.

Dari tabel 7 didapatkan bahwa nilai indeks efektivitas pencapaian tujuan SRC PB yaitu: 0.25, dan dikategorikan pada level rendah sesuai dengan indeks efektivitas SRC PB.

Bencana skala nasional atau besar belum terjadi setelah dibentuk SRC PB, maka tugas pokok dan fungsi SRC PB memang belum teruji, walau beberapa kejadian SRC PB dikerahkan. Pengerahan ini hanya sebatas pada pendampingan, sehingga tugas dan fungsi pokok belum terlaksana secara maksimal. Tugas Pokok yang dapat dilaksanakan hanya mencakup pelayanan kesehatan, pengungsian dan hunian sementara penyaluran logistik dari titik penerimaan hingga ke sasaran. "...Sebenarnya gini, SRC itu, itu satu tim yang memang kita perlu kita butuhkan untuk penanganan darurat bencana pada situasi-situasi ekstrem. Ekstrem itu artinya gini, ada ketidakmampuan daerah pada saat penanganan darurat awal, penanganan darurat awal, itu kita butuh tim pemukul atau apa, dia akan masuk *mentsetting* untuk penanganan darurat awal, paling untuk beberapa hari ya, setelah itu dia tarik, baru masuk yang apa, yang *settlenya*."(R9,3)..." Jadi pengertian ekstrem ini kan kita tau bahwa keadaan darurat itu ada kabupaten kota level nya, ada provinsi, ada

nasional. Jadi ini bisa mereka kita kirim misalnya ada satu kabupaten kolaps, dalam artian satu kabupaten kolaps nih, tidak mampu dia kan, ini bisa masuk duluan dia ke situ. SRC ini tugasnya dua, 1 dia tentunya akan melakukan kaji cepat situasi, yang kedua melakukan kaji cepat awal."(R9,12)

3.2.1.5. Keanggotaan SRC PB

Untuk menghitung efektivitas keanggotaan SRC PB, maka diambil tiga indikator dalam *checklist* penelitian ini sesuai dengan isi *blueprint*. Hasil dari *checklist* tersebut sebagai berikut :

Tabel 8. Hasil *Checklist* Indikator Anggota SRC PB.

Indikator	Tingkat Efektivitas		
	Rendah	Sedang	Tinggi
1. Komposisi	V		
2. Pasukan <i>Stand By Force</i>	V		
3. Mekanisme Perekrutan		V	

Sumber: Peneliti, 2016.

Dari tabel 8 didapatkan bahwa nilai indeks efektivitas pencapaian tujuan SRC PB yaitu: 0.167, dan dikategorikan pada level rendah sesuai dengan indeks efektivitas SRC PB.

Dalam *blueprint* sudah tercatat komposisi sesuai kebutuhan sebagai tim penindak awal dalam penanggulangan bencana yang melibatkan kolaborasi dari semua unsur kebencanaan, namun dalam implementasinya hanya dari TNI yang tercatat dan dapat dikerahkan baik pada saat terjadi bencana maupun pada saat permintaan personil untuk peningkatan kapasitas. Personil dari TNI juga terkadang silih berganti apabila personil tersebut berpindah tugas, tanpa ada proses seleksi maka personil lain menggantikan. Komposisi yang tercatat dalam *blueprint* adalah terlihat dalam tabel 9: "...Strukturnya ada tapi tidak *by name by address*, jadi cuma divisi 1 Kostrad 200 orang, (R7,B114)."

Tabel 9. Komposisi Personil SRC PB.

NO	INSITRAN (K/L)	PELAKSANA												STAF			TOTAL	
		Kor Cadat & Penerimaan		Bidang Operasi				Bidang Sumberdaya						Intan Medis		Admin		
		Kg Berat	Perencanaan	SR	Debid Peng dan No Pisan	Layanan Kes	Pengaji dan Focin	Penyuluhan	Disant	Pengadilan Logistik	Pelatihan	Komunik	Transportasi	Personil & Binaan	Intan Medis	Kuangan	Admin	
1	BNPb	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	1	1	1	4	3	25
2	TNI	3	3	20	15	40	15	60	1	10	47							222
3	PKLRI	2		6	5	10	2		4	2	10	9						61
4	BKASADNAS	1	1	22					1	2	1	1	1	1				30
5	Depkes	1	1	3	30			1	1	1	1	1	1					40
6	Depasos	2	2	25		15		11		2	2	2	1					60
7	Dep. PU	2	2	3		5	5											15
8	Dep. Kominfo								5		3				3			9
9	Dep. ESDM	2	1	7					2						1			16
10	Deplogis																	3
11	Dephub	1	1										3					6
12	INSUBSANTANA	3	2															5
13	BRIGAD																	2
14	PMH	1	1	27	5	10	15		5	1	1	1	1	1				70
TOTAL		17	18	91	87	91	63	74	23	8	33	66	6	8	4	5		660

Sumber: *Blueprint*, 2010.

3.2.1.6. Dukungan SRC PB

SRC PB pada awal pembentukan didukung dengan peralatan dan logistik yang sangat lengkap, mulai dari peralatan tim, individu, kesehatan, depo logistik dan basis satuan. Secara materil SRC PB sangat lengkap dan peralatan yang disediakan termasuk peralatan canggih. Dari uraian di atas maka Indikator Dukungan SRC PB sebagai implementasi *blueprint* adalah sebagai berikut:

Tabel 10. Hasil *Checklist* Indikator Dukungan SRC PB.

Indikator	Tingkat Efektivitas		
	Rendah	Sedang	Tinggi
1. Peralatan/perengkapan		√	
2. Peralatan Perorangan			√
3. Basis Lokasi		√	
4. Depo Logistik Regional	√		

Dari tabel 10 didapatkan bahwa nilai indeks efektivitas pencapaian dukungan SRC PB yaitu: 0.50, dan dikategorikan pada level sedang sesuai dengan indeks efektivitas SRC PB. Peralatan SRC PB di gudang Halim dan Pusdiklat PB termasuk peralatan canggih. Namun dalam pemeliharaan dan pemakaian peralatan tersebut masih kurang, kendaraan taktis, dan ambulans khususnya di gudang logistik INA DRTG jarang dipanaskan dan dipakai dalam latihan, peminjaman terkendala birokrasi yang lama dan berbelit.

3.2.1.7. Mekanisme Pengerahan SRC PB

Pengerahan satuan reaksi (*emergency response team*) biasanya diawali dari permintaan daerah terdampak karena sudah tidak mampu mengendalikan keadaan. Dalam SASOP (2008) mekanisme pengerahan meliputi tahapan :

1. *Request for assistance/Offer of Assistance*
2. *Joint Assessment of Required Assistance*
3. *Mobilization of Assets and Capacities*
 - *Response time*
 - *Custom, immigration, and quarantine*
 - *Briefing and coordination*
4. *On-site deployment of Assets and capacities*
5. *Direction and control of assistance*
6. *Disaster situation Update*
7. *Demobilization of assistance*
8. *Reporting*

Sedangkan dalam *blueprint* tahapan tersebut dibagi ke dalam tahapan besar yang dijadikan indikator penelitian yaitu sebagai berikut :

Tabel 11. Hasil *Checklist* Indikator Mekanisme Pengerahan SRC PB.

Indikator	Tingkat Efektivitas		
	Rendah	Sedang	Tinggi
1. Persiapan			√
2. Pengerahan (mobilisasi)	√		
3. Pengakhiran		√	

Sumber: Peneliti, 2016.

Dari tabel 11 didapatkan bahwa nilai indeks efektivitas pencapaian tujuan SRC PB yaitu: 0.50, dan dikategorikan pada level sedang sesuai dengan indeks efektivitas SRC PB. Pengerahan SRC PB baik untuk penanggulangan bencana di dalam negeri maupun di luar negeri selalu melakukan rapat persiapan dan koordinasi di gedung BNPB, penentuan tujuan dan penetapan personil direncanakan dengan pasukan yang akan diberangkatkan.

Untuk pengerahan karena SRC PB tidak memiliki anggota tetap maka pengerahan

ditentukan dari MABES TNI yang ditindaklanjuti oleh komandan SRC PB. Pengakhiran yang sering dilupakan adalah pembuatan laporan. Laporan sangat penting sebagai bahan evaluasi untuk pengerahan selanjutnya. Kemudian walaupun membuat laporan terkadang laporan hanya menjadi dokumen.

3.2.1.8. Keterlibatan Instansi/Lembaga/Organisasi Terkait

Indikator *Checklist* mengenai keterlibatan instansi dan organisasi terkait tidak beda jauh dengan permasalahan di atas.

Tabel 12. Hasil *Checklist* Indikator Keterlibatan Instansi/Lembaga/Organisasi Terkait.

Indikator	Tingkat Efektivitas		
	Rendah	Sedang	Tinggi
1. Lembaga Instansi Utama			V
2. Pendukung tingkat nasional		V	
3. Organisasi Pendukung Tingkat Internasional	V		

Sumber: Peneliti, 2016.

Dari tabel 12 didapatkan bahwa nilai indeks efektivitas pencapaian tujuan SRC PB yaitu: 0.50, dan dikategorikan pada level sedang sesuai dengan indeks efektivitas SRC PB. Hal ini dikarenakan unsur utama yang aktif hanya dari BNPB dan TNI unsur lainnya tidak aktif dan hanya tercatat jumlah saja. Begitupun unsur tingkat nasional dan pendukung tingkat internasional. Bahkan salah seorang responden mengatakan bahwa SRC PB personilnya hanya ada dan terbentuk pada saat terjadi bencana. "Ya yang bikin nama SRC kan kita, organisasi nya seperti apa kan belum ada sampe sekarang. Artinya kita menyebutnya SRC dalam banjir DKI misalnya, dalam kapasitas yang gimana? TNI dengan seragam lorengnya, untuk apa, di bawah koordinasinya BNPB untuk penanganan banjir DKI. Lalu sama kita dikasihlah kaos orange satu satu. Jadi lah itu SRC." (R5,B197).

3.2.1.9. Pembinaan SRC PB

Pusat Pendidikan dan Pelatihan Penanggulangan Bencana meningkatkan personil SRC PB setiap tahun. Program yang diamanatkan adalah pelatihan yang dilaksanakan setiap bulan, tiga bulan, dan enam bulan. Sehingga dari hasil observasi dan laporan penyelenggaraan peningkatan SRC PB setiap tahun didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 13. Hasil *Checklist* Indikator Pembinaan SRC PB.

Indikator	Tingkat Efektivitas		
	Rendah	Sedang	Tinggi
1. Pelatihan tingkat seksi tiap bulan	V		
2. Pelaksanaan Pelatihan tingkat bidang tiap 3 bulan		V	
3. Pelaksanaan Pelatihan tingkat satuan tiap 6 bulan			V

Sumber: Peneliti, 2016.

Dari tabel 13 didapatkan bahwa nilai indeks efektivitas pencapaian tujuan SRC PB yaitu: 0.50, dan dikategorikan pada level rendah sedang dengan indeks efektivitas SRC PB. Pencapaian efektivitas ini dikarenakan pelaksanaan pembinaan oleh Pusdiklat PB untuk tiga program pelatihan sejak tahun 2010 baru tahun 2012 terlaksana setiap tahunnya, sebelum tahun 2012 peningkatan kapasitas dilaksanakan dalam bentuk gelar pasukan dan latihan gabungan keluar negeri. Setelah tahun 2012 peningkatan kapasitas tingkat teknis, bidang dan satuan dapat dilaksanakan setiap tahun, namun tiap tahunnya hanya bisa dilaksanakan satu kali, jika dipersentasekan maka untuk pelatihan tingkat seksi hanya 8,3 % realisasinya setiap tahun, tingkat bidang 25%, dan tingkat satuan 50 %. Permasalahan lainnya pelatihan yang dilaksanakan tidak bertahap bertingkat dan berlanjut, hal ini diakibatkan dari tidak tetapnya personil dan selalu berganti

ganti dalam setiap pelatihan sehingga materi terkesan berulang. "...SRC PB bermanfaat namun belum efektif perlu adanya perampingan maksimal 50 orang namun orang yang benar - benar terlatih dan profesional anggota bisa dari TNI bisa juga dikontrak selama 2 tahun dan anggota tetap sehingga dalam melatih ada keberlanjutan, tidak seperti sekarang latihan terus itu saja tanpa ada kenaikan kelas, kita rugi dan kurang efisien kita perlu prajurit walau sedikit tetapi sekali tembak kena sasaran." (R10,B 9).

Tabel 14. Peningkatan Kapasitas SRC PB Tingkat Internasional.

NO.	TAHUN	LOKASI	KEGIATAN
1	2010	HAWAII	DISASTER MANEGEMENT EXCHANGE
2	2012	CHINA	MEDICAL RESPONSE TEAM
3	2013	VIETNAM	ARDEX
4	2014	PADANG	MM DIREX
5	2015	MALAYSIA	ARF DIREX

Sumber: Surat Perintah BNPB dan Mabes TNI (setelah diolah kembali).

Kegiatan peningkatan secara berkala dilaksanakan setiap tahun terlihat dalam tabel di bawah ini. Namun pelaksanaan tersebut masih kurang dari target pelaksanaan yang di rencanakan dalam *blueprint*. Semua kegiatan dilaksanakan hanya satu kali per tingkat latihan.

Tabel 15. Peningkatan kapasitas SRC PB.

NO.	TAHUN	LOKASI	KEGIATAN
1	2011	Ciracas Jaktim	Urban SAR
2	2012	Kalibata	Gelar pasukan
		Pondok cabe	Gelar pasukan
3	2013	Bogor	1. Peningkatan kapasitas tingkat seksi 2. Peningkatan kapasitas tingkat bidang 3. Peningkatan kapasitas tingkat satuan

4	2014	Padang	Mm direx 1. Peningkatan kapasitas tingkat seksi 2. Peningkatan kapasitas tingkat bidang 3. Peningkatan kapasitas tingkat satuan
5	2015	Bogor	1. Peningkatan kapasitas tingkat seksi 2. Peningkatan kapasitas tingkat bidang 3. Peningkatan kapasitas tingkat satuan

Sumber : Surat Perintah BNPB dan Mabes TNI Didukung Laporan Penyelenggaraan Peningkatan Kapasitas SRC PB oleh Pusdiklat PB (setelah diolah kembali)

3.2.1.10. Pembiayaan SRC PB

Pembiayaan SRC PB seluruhnya berasal dari anggaran BNPB. Pembiayaan yang ditanggung BNPB diantaranya untuk pengerahan, peningkatan kapasitas, dan operasional termasuk pasukan siaga bencana (*stand by force*). Efektivitas pembiayaan terlihat dalam *checklist* sebagai berikut:

Tabel 16. Hasil *Checklist* Indikator Pembiayaan SRC PB.

Indikator	Tingkat Efektivitas		
	Rendah	Sedang	Tinggi
1. Pembiayaan Pengerahan			V
2. Pembiayaan Peningkatan kapasitas			V
3. Pembiayaan Operasional (<i>Stand by force</i>)	V		

Sumber: Peneliti, 2016.

Hasil *checklist* 0.66 adalah kategori tinggi ada sebagian aktivitas SRC PB ter

akomodasi dan biaya ditanggung dari DIPA dan dana *On call* BNPB. Aktivitas SRC PB yang tidak terakomodasi adalah aktivitas *standby force* yang hanya tahun pertama bisa berjalan selanjutnya pembiayaan tidak dapat mendukung aktivitas tersebut.

3.2.1.11. Koordinasi SRC PB

Salah satu indikator yang tidak termasuk dalam *blueprint* adalah koordinasi, peneliti memasukan indikator ini dikarenakan dalam sebuah organisasi koordinasi memegang peranan yang sangat penting. Tanpa koordinasi maka pencapaian tujuan akan sulit tercapai. Menurut G.R. Terry dalam Hasibuan (2003) koordinasi adalah suatu usaha yang sinkron dan teratur untuk menyediakan jumlah dan waktu yang tepat, dan mengarahkan pelaksanaan untuk menghasilkan suatu tindakan yang seragam dan harmonis pada sasaran yang telah ditentukan. Dari hasil observasi, wawancara mendalam maka indikator koordinasi yaitu koordinasi SRC PB dengan BNPB, lintas sektor, TNI/Polri dapat diambil hasil sebagai berikut:

Tabel 17. Hasil *Checklist* Indikator Koordinasi.

Indikator	Tingkat Efektivitas		
	Rendah	Sedang	Tinggi
1. Koordinasi dengan BNPB		V	
2. Koordinasi dengan Lintas sector	V		
3. Koordinasi TNI/Polri)		V	

Sumber: Peneliti, 2016.

Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa koordinasi SRC PB baik internal BNPB, lintas sektor, dan koordinasi dengan TNI/Polri adalah : 0.33 dan masuk kategori rendah. Hasil ini didukung dengan hasil wawancara mendalam kepada responden. "... yang sekarang menjadi kendala itu dukungan dari kementerian dan lembaga seperti kurang jelas gitu perannya, mereka itu sering tidak ada,

karena mereka sering ditugaskan mewakili kementeriannya, padahal di sini kan juga sama, jadi misalnya Kementerian Sosial, disini ada seksinya di dalam SRC, misalnya ngurus pengungsi, penyediaan shelter, ada lagi apa namanya logistik. Nah itu mereka bergerak di sana, kadang-kadang sering terjadi perbedaan itu. Mereka itu mewakili siapa, mewakili institusinya, atau mewakili SRC." (R8,B118) "Dari dalam dulu, BNPB sendiri engga memahami SRC itu apa, pentingnya apa, komitmen untuk membangun ini, ya contohnya D2 tadi, D2 juga ga peduli dengan bagaimana pembinaannya, dia ga pernah mikirin SOP nya, ada draft SOP dipake atau tidak, pastinya engga, ini kan pentingnya SRC dan sebagainya dari dalam. Dari luar, KL ga paham, mungkin kurang sosialisasi, mungkin mereka tau, tapi payung hukumnya ga kuat, mungkin ga ada sanksi, ga ada dasarnya koq, bisa juga kan, seperti itu. Yang ketiga pengetahuan kita mengenai SRC, saya baru ngeh ternyata di TNI tidak bisa kita ini kan, tapi yang bisa kita minta adalah 1 omongan ini, nah itu tadi, pokoknya pastikan."(R3,B317)

3.2.2. Hambatan dan Tantangan

Rendahnya tingkat efektivitas SRC PB dikarenakan adanya hambatan dan tantangan. Hasil *checklist*, wawancara dari responden penelitian dan hasil observasi peneliti hambatan dan tantangan tersebut terlihat dalam tabel berikut:

Tabel 18. Rekapitulasi *Checklist* Per Indikator.

NO.	INDIKATOR	NILAI	KATEGORI
1.	Kebijakan/legislasi	0.2	Rendah
2.	Tujuan	0.083	Rendah
3.	Ruang Lingkup	0.025	Rendah
4.	Kelembagaan	0.025	Rendah
5.	Keanggotaan	0.167	Rendah
6.	Dukungan	0.5	Sedang
7.	Mekanisme Pengerahan	0.5	Sedang
8.	Keterlibatan instansi	0.5	Sedang

9.	Pembinaan	0.5	Sedang
10.	Pembiayaan	0.66	Tinggi
11.	Koordinasi	0.33	Rendah

Sumber: Peneliti, 2016.

Dari tabel di atas dapat diambil beberapa permasalahan yang menjadi faktor penghambat efektivitas satuan reaksi cepat penanggulangan bencana di Indonesia diantaranya:

1. Tidak ada aturan khusus yang jelas dan kuat mengenai SRC PB sebagai payung hukum.
2. Kurang sosialisasi mengenai kebijakan dan program SRC PB terhadap *stakeholders*.
3. Belum terjadinya bencana besar, dan tidak adanya standar penentuan tingkatan status bencana mengakibatkan SRC PB tidak memiliki dasar untuk dikerahkan.
4. Anggota SRC PB tidak terikat karena tidak ada surat keputusan dari BNPB *By name by Address* serta tidak ada persetujuan atau surat keputusan dari instansi asalnya mengakibatkan personil tidak jelas kedudukannya.
5. Tidak terjadi periode panik membuat SRC PB tidak teruji dalam melaksanakan TUPOKSI dalam periode tersebut.
6. Struktur Organisasi SRC PB tidak jelas.
7. Tidak ada *Vocal Point* yang bisa menjembatani ke deputian di BNPB, Pusdiklat PB, SRC PB, serta Kementerian/Lembaga.
8. Tidak ada tempat (Markas untuk berkoordinasi dan konsolidasi)
9. Belum ada aturan teknis mengenai SRC PB yang lebih mengikat *stakeholder* dari instansi lain dan TNI/Polri.
10. Realisasi komposisi tidak terpenuhi, Pasukan *Standby Force* tidak jalan, dan Mekanisme perekrutan tidak jelas.
11. *Basecamp* tidak berfungsi karena kurang dukungan anggaran
12. Masih kurang koordinasi baik di tingkat internal BNPB, maupun BNPB,

- TNI/ Polri, Kementerian/Lembaga, Organisasi Nasional dan Internasional.
13. Tidak adanya Surat Keputusan dan penetapan personil yang mengikat mengakibatkan kurang dukungan dari Kementerian/Lembaga maupun TNI/ Polri
 14. Tidak jelasnya personil mempengaruhi struktur organisasi dan sekaligus akan mengganggu pembagian rincian tugas dan fungsi masing-masing bagian.
 15. Kurang tepat sasaran peningkatan kapasitas personil SRC PB.
 16. Hambatan birokrasi dalam penggunaan peralatan latihan.
 17. Belum terealisasi dua belas titik depo logistik untuk mempermudah jangkauan bantuan ke tempat terdampak.
 18. Masih adanya ego sektoral, sehingga pengerahan penanggulangan bencana didasarkan pada kepentingan politis.

Berdasarkan analisis tersebut maka peneliti melihat bahwa ada satu faktor penghambat yang mempengaruhi yang lainnya (penghambat bersifat sistemis). Sehingga jika penghambat tersebut diperbaiki maka akan menjadi pengungkit dan memperbaiki indikator lainnya. Faktor penghambat yang bersifat sistemis tersebut adalah kurang jelasnya payung hukum SRC PB yang dapat memperkuat implementasi *blueprint* dan SOP, ataupun petunjuk teknis turunan lainnya. Dimulai dari payung hukum yang jelas, dipahami, dipedomani oleh *stakeholders* maka program apapun yang dijalankan akan terlindungi dan pelaku merasa tenang dalam melaksanakan kegiatan.

3.2.3. Strategi Meningkatkan Efektivitas SRC PB

3.2.3.1. Penguatan Legislasi dan turunannya serta sosialisasi

Dukungan dalam penanggulangan bencana sebenarnya telah terbersit kuat dengan Undang-Undang No. 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, Peraturan

Pemerintah No. 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana. Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2008 tentang Pendanaan dan Pengelolaan Bantuan Bencana. Peraturan Pemerintah No. 23 Tahun 2008 tentang Peran Serta Lembaga Internasional dan Lembaga Asing Non Pemerintah dalam Penanggulangan Bencana, kemudian arahan Presiden RI yang disampaikan pada Sidang Kabinet Indonesia Bersatu II tanggal 5 November 2009. Undang-undang no 34 tahun 2004 tentang Tentara Nasional Indonesia juga memberikan dukungan dalam pelaksanaan penanggulangan bencana yaitu bencana sebagai operasi militer selain perang.

Permasalahan terhadap keberadaan SRC PB adalah dalam Undang-undang No 24 tahun 2007 tersebut tidak menyebutkan adanya satuan khusus dalam hal ini SRC PB. Selain itu sosialisasi serta kurang mengikatnya MoU yang dibuat mengakibatkan dukungan khususnya dari kementerian dan lembaga menjadi kurang. Hal ini perlu turunan dari undang-undang yang lebih tersosialisasi dan mengikat kementerian dan lembaga termasuk TNI/Polri.

3.2.3.2. Penetapan Personil

- a. Penetapan personil secara legal melalui surat keputusan dari BNPB dan ada persetujuan serta didukung surat tugas dari instansi awal, dan pengisian struktur organisasi dengan sistem kontrak atau sejenisnya yang lebih mengikat, sehingga adanya penghargaan dan hukuman untuk meningkatkan rasa memiliki dan profesionalisme.
- b. Memperbaiki cara perekrutan personil sesuai dengan kebutuhan, personil diupayakan terdiri dari kelompok ahli dan terampil.
- c. Perampingan anggota, namun memiliki pengaruh untuk mengerahkan anggota dari instansi nya (bisa sebagai liaison)
- d. Membuat perjanjian kerja sama dengan lembaga instansi utama, pendukung tingkat nasional dan internasional

untuk meningkatkan kapasitas dan eksistensi SRC PB.

3.2.3.3. Vocal Point

Perlu adanya *Vocal Point* dari BNPB sebagai *leader/* komando yang berfungsi juga sebagai penghubung baik di internal BNPB maupun dengan TNI/ Polri, Kementerian/ lembaga, serta lembaga nasional dan internasional yang terlibat dalam SRC PB. *Vocal point* juga bertugas membuat sinkronisasi program, pengerahan, dan monitoring evaluasi.

3.2.3.4. Pendidikan dan Pelatihan

Adanya peningkatan kapasitas yang bertahap bertingkat dan berlanjut didasarkan pada analisis kebutuhan dan tuntutan kompetensi yang harus dimiliki (adanya sertifikasi kompetensi dan lulusan). Hal ini dapat dilakukan bila pembuat kebijakan Deputi Bidang Pencegahan dan Kesiapsiagaan, pengerahan personil (*user SRC PB*) Deputi Bidang Penanganan Darurat, dan Pusdiklat PB BNPB selalu merumuskan jenis pelatihan dan peningkatan kapasitas secara bersama didasarkan pada kebutuhan penanggulangan bencana.

3.2.3.5. Review Pedoman

Blueprint, SOP, serta turunannya disesuaikan dengan latar belakang perkembangan bencana, tujuan pengerahan jumlah personil dll.

3.2.3.6. Aktivasi Basis Satuan

Adanya basis sebagai *standby force* yang berfungsi sebagai gudang logistik dan peralatan untuk memudahkan pengerahan. Menyesuaikan fungsi SRC PB seperti yang sudah berjalan seperti bantuan kemanusiaan di luar negeri. Membuat mekanisme pengerahan tidak hanya di *panic periode* namun dapat bergerak dan menjadi tutor bagi TRC PB di daerah. Serta realisasi dua belas depo logistik.

3.2.3.7. Birokrasi

Mengurangi hambatan yang berhubungan dengan lambatnya pelayanan karena birokrasi yang terlalu panjang.

3.2.3.8. *Monitoring dan Evaluasi Melekat*

Melakukan monitoring dan evaluasi secara melekat dalam setiap aktivitas sehingga akan cepat beradaptasi dan memperbaiki kesalahan, atau bisa dengan membentuk tim *quality control* khusus SRC PB. SRC PB diharapkan dapat cepat beradaptasi dan berinovasi terhadap kebutuhan yang cepat.

Dari beberapa strategi di atas maka strategi yang paling direkomendasikan untuk memecahkan masalah serta dapat menjadi “pengungkit” atau secara tidak langsung pemecah masalah pokok yang bisa memecahkan masalah lainnya. Berdasarkan hasil analisis maka penulis merekomendasikan untuk memperbaiki dan menyempurnakan kebijakan/legislasi. Kebijakan/legislasi yang kuat akan menjadi landasan pencapaian tujuan, modal dasar untuk membuat program, dan memperjelas arus pengeluaran anggaran yang akan dipakai. Kebijakan/legislasi harus dibuat sampai aturan teknis dan memiliki kekuatan yang mengikat kementerian/lembaga dan TNI/polri.

3.2.4. Pembahasan

Efektivitas SRC PB setelah diukur dengan indeks dengan indikator diambil *blueprint* berada pada kategori sedang. Indikator yang diambil jika dikaitkan dengan teori Richard M. Steers maka indikator tersebut menjadi bagian faktor yang mempengaruhi efektivitas organisasi. Faktor tersebut yaitu: ciri organisasi, ciri lingkungan, ciri pekerja, dan kebijakan serta praktik manajemen.

Untuk meningkatkan efektivitas SRC PB memerlukan perhatian seluruh *stakeholders* yang terlibat. Langkah strategis yang harus diambil pertama kali adalah membuat peraturan khusus mengenai SRC PB. Peraturan ini sangat penting untuk memberikan pedoman

sekaligus menjadi dasar pengelolaan SRC PB selanjutnya.

Anggota SRC PB yang tidak tetap akibat dari SRC PB sebagai organisasi *ad Hoc* secara tidak langsung mengakibatkan tidak berjalannya beberapa program, salah satunya peningkatan kapasitas yang seharusnya bertahap berjenjang dan berlanjut terkendala dengan peserta yang berganti-ganti sehingga kurikulum terus berulang tanpa peningkatan. Jumlah peserta yang terdaftar dengan jumlah pengerahan tidak sebanding karena eskalasi bencana yang masih bisa dikendalikan pemerintah daerah. Dengan minimnya pengerahan sebagian masyarakat menganggap SRC PB tidak efektif dan efisien. Sehingga perlu kaji ulang program dan dialihkan ke peningkatan kapasitas TRC daerah agar memiliki kemampuan tingkat nasional.

Pengerahan SRC PB pada banjir Jakarta dan kebakaran hutan di Provinsi Riau dalam *blueprint* sebenarnya tidak sesuai, namun tuntutan penanggulangan bencana yang memerlukan fleksibilitas tinggi mengharuskan SRC PB untuk menangani bencana tersebut. Pengerahan yang seharusnya ada permintaan dari pemerintah DKI Jakarta tidak dilakukan, namun SRC PB langsung dikerahkan sebagai pendampingan dan membantu mengelola bantuan logistik. Pengerahan di Provinsi Riau berjalan lebih dari satu bulan, SRC PB seharusnya dikerahkan pada periode panik pada saat pemerintah lumpuh, namun dengan alasan politis dan dampak yang luas sampai ke negara tetangga maka SRC PB dikerahkan dalam jangka waktu yang lama.

Tuntutan penanggulangan bencana yang semakin berkembang, menuntut pengembangan tujuan, dan ruang lingkup dari SRC PB. Selain itu pengiriman pasukan SRC PB keluar negeri untuk kemanusiaan maupun latihan bersama belum dimasukkan dalam *blueprint*. Dari kasus tersebut perlu dilakukan kaji ulang *blueprint* untuk melindungi pengerahan personil supaya tidak menyalahi aturan yang berlaku.

Struktur organisasi SRC PB akan tergantung pada jumlah anggota yang ditetapkan. Pengisian struktur dan pembagian

tugas pokok dan fungsi selama ini belum berjalan dengan baik, permasalahannya karena anggota SRC PB tidak memiliki penetapan secara jelas dan mengikat baik itu melalui surat penugasan dari kementerian/lembaga asal maupun surat keputusan dari BNPB.

Penetapan Personil SRC PB agar mengikat dan mendapat dukungan dari Kementerian/Lembaga asal anggota perlu ditindaklanjuti dengan surat perjanjian antara BNPB dan Kementerian lembaga dan menetapkan secara tegas mengenai hak dan kewajiban masing-masing. Personil SRC PB wilayah barat berjumlah 550, jumlah yang banyak ini tidak diikuti dengan jumlah pengerahan yang signifikan. Dalam wawancara dengan Deputi Bidang Penanganan Darurat dan Kepala Pusdiklat PB menganggap jumlah SRC PB sejumlah 550 terlalu gemuk sehingga sulit untuk mengelola dan mengetahui kompetensi yang dibutuhkan.

Permasalahan selanjutnya adalah *standby force* yang terletak di Pangkalan Halim Perdana Kusuma yang didukung dengan peralatan dan logistik selama periode 2010-2015 tidak berjalan karena tidak ada anggaran untuk operasional sehari-hari. Tidak berfungsinya *standby force* dan *basecamp* SRC PB mengakibatkan kurangnya koordinasi antara anggota, dukungan personil, dan latihan pun minim sekali dipakai. Sehingga aktivasi *basecamp* dan *standby force* memiliki banyak keuntungan mulai dari koordinasi bisa terjaga, pemakaian dan pemeliharaan peralatan dan logistik di Pangkalan Udara Halim Perdana Kusuma bisa terawat. Selain itu, aktivasi dan aktivitas pasukan *standby force* diharapkan dapat menjadi perangsang untuk mempercepat pembangunan dua belas depo logistik yang sudah direncanakan. Komposisi personil yang kurang didukung kementerian/lembaga menjadi mengurangi sumber daya yang memiliki keahlian dalam bidang yang lebih khusus. Permasalahan keanggotaan menjadi prioritas untuk dipecahkan terlebih dahulu selain membuat peraturan khusus tentang SRC PB. Sistem seleksi yang didasarkan pada kebutuhan dan tuntutan organisasi, akan mendukung komposisi dan struktur organisasi

lebih dinamis, fleksibel dan efektif mencapai tujuan.

Dukungan anggaran selama periode 2010-2015 sebenarnya tidak mengalami kendala yang serius khususnya dalam pengerahan dan pengiriman personil keluar negeri untuk latihan bersama. BNPB mendukung secara penuh untuk dua kegiatan tersebut. Namun dukungan operasional khususnya pasukan *standby force* dan perawatan peralatan di gudang belum sepenuhnya terakomodir.

BNPB ke depan perlu mendukung operasional sehari-hari bahkan jika perlu memberlakukan sistem *reward* bagi personil yang berprestasi, dan *punishment* bagi peserta yang kurang berperan dalam organisasi untuk meningkatkan motivasi.

Monitoring dan Evaluasi dalam sebuah organisasi sangat diperlukan karena dapat mengendalikan pencapaian tujuan, mengendalikan organisasi supaya tidak keluar dari perencanaan yang sudah ditetapkan. Monitoring dan evaluasi yang melekat dapat mengambil langkah strategis secara cepat jika mendapat keadaan yang sangat penting dan mendesak.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka tingkat efektivitas SRC PB pada tahun 2010 - 2015 berada pada level sedang. Hal ini diperoleh dari data hasil observasi langsung, *checklist*, serta wawancara mendalam dengan responden yang terlibat langsung dalam pembentukan, pengerahan, peningkatan kapasitas, serta pejabat SRC PB. Implementasi *blueprint* terkendala beberapa hal baik yang berasal dari BNPB, SRC PB, maupun dari instansi lainnya yang terlibat dalam SRC PB.

Hambatan dan tantangan tercapainya efektivitas SRC PB diantaranya: karena belum ada payung hukum yang kuat khusus SRC PB, tidak jelasnya status anggota, berkembangnya tuntutan penanggulangan bencana di Indonesia, kurang sosialisasi dan dukungan dari kementerian/lembaga, disfungsinya basis

satuan, pendidikan dan pelatihan yang salah sasaran.

Sehingga perlu strategi yang tepat untuk meluruskan hal tersebut diantaranya penguatan legislasi dan turunannya serta melakukan sosialisasi, penetapan personil, menentukan *Vocal Point* dari BNPB, pendidikan dan pelatihan yang berdasarkan pada analisis kebutuhan, *Review* Pedoman baik blue print atau SOP, aktivasi basecamp, mengurangi lambatnya birokrasi, melakukan monitoring dan evaluasi melekat.

4.2. Saran

Dari hasil temuan penelitian diatas, maka peneliti memberikan saran kepada instansi yang terlibat dalam SRC PB untuk meningkatkan efektivitas SRC PB sebagai berikut :

BNPB

- Membuat payung hukum berupa Peraturan Kepala BNPB tentang SRC PB, melakukan Sosialisasi dan meminta dukungan secara nyata dari *stakeholder* yang terlibat.
- *Review* Pedoman (*blueprint*) dan SOP serta turunan teknis lainnya serta sesuaikan dengan kebutuhan yang semakin berkembang.
- Menunjuk *Vocal Point* untuk meningkatkan koordinasi baik internal BNPB maupun dengan instansi terkait.
- Aktivasi *Basecamp* dan realisasi dua belas depo logistik.
- Melakukan monitoring dan Evaluasi yang melekat.

SRC PB

- Merampingkan struktur agar mudah berkoordinasi dan evaluasi.
- Menentukan personil yang memiliki keahlian dan kemampuan sebagai penghubung terhadap kementerian/ tempat mereka bekerja.
- Meningkatkan koordinasi internal dan eksternal.
- Menggunakan teknologi dan media sosial untuk mempercepat koordinasi dan laju informasi.

Kementerian Lembaga

- Lebih terlibat aktif dan dukungan penuh terhadap personil yang terpilih menjadi anggota SRC PB.
- Siap menjadi pendukung baik sumber daya manusia, logistik dan peralatan jika terjadi bencana yang berdampak luas.
- Mengirimkan anggota SRC PB terpilih, selain menjadi anggota SRC PB tetapi menjadi penghubung antara SRC PB, BNPB, dan instansi masing-masing sehingga ketika memerlukan pengerahan yang memerlukan personil tambahan dan peralatan serta logistik yang ada di instansinya bisa lebih cepat.

Pemerintah Daerah dan BPBD

- Mengenal dan mengetahui tugas pokok dan fungsi SRC PB, sehingga memberikan ruang lingkup yang luas kepada SRC PB dalam memberikan bantuan, pada akhirnya akan tercapai harmonisasi dalam penanggulangan bencana yang efektif di daerah.

Saran penelitian selanjutnya

Dengan memperhatikan pembahasan kesimpulan dan keterbatasan penelitian, maka saran yang diberikan untuk penelitian lanjutan adalah :

- Studi kasus pengerahan SRC PB dalam penanganan darurat bencana di daerah
- Efektivitas TRC PB di daerah
- Analisis Kolaborasi Sipil –militer dalam penanggulangan bencana di Indonesia
- Analisis perbedaan budaya sipil dan militer dalam darurat bencana.

DAFTAR PUSTAKA

BUKU

- Arikunto, Suharsimi dan Safruddin, Cepi. (2008). *Penilaian, Evaluasi Program Pendidikan*. Jakarta. Bumi Aksara
- ASEAN. (2013). *ASEAN Agreement on Disaster Management and Emergency Response*. ASEAN 9th Reprint. Jakarta. ASEAN Secretariat.

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2010). *Blue Print Satuan Reaksi Cepat Penanggulangan Bencana*. Jakarta. BNPB
- Basrowi dan Suwandi. (2008). *Memahami Penelitian Kualitatif*. Jakarta. Rineka Cipta.
- Darmono Bambang. (2010). *Keamanan Nasional Sebuah Konsep dan Sistem Keamanan Bagi Bangsa Indonesia*. Jakarta. Sekretariat Jenderal Dewan Ketahanan Nasional
- Etzioni, Amitai. (1982). *Organisasi-organisasi Modern*. Alih Bahasa oleh Suryatma. Jakarta: diterbitkan atas kerja sama Universitas Indonesia dan Pusaka Bradjaguna.
- Gibson et al. (1996). *Organisasi, Prilaku, Struktur, Proses*. (terjemahan) edisi delapan. Jakarta. Bina Rupa Aksara.
- Gie. *The Liang*. (2000). *Administrasi Perkantoran Modern*. Yogyakarta: Liberty. Hasibuan, Melayu S., P. (2003). *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Simanjuntak, Payaman, J.. (2011). *Manajemen dan Evaluasi Kinerja*. Lembaga Penerbit. Jakarta. Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Kementerian Pertahanan RI. (2008). *Buku Putih Pertahanan Indonesia 2008*. Jakarta: Dephan RI
- Kementerian Pertahanan RI. (2007). *Strategi Pertahanan*. Jakarta. Dephan RI
- Komarudin. (1994). *Ensiklopedia Manajemen*. Jakarta: Bumi Aksara
- Maarif, Syamsul. (2012). *Pikiran dan Gagasan Dr.Syamsul Maarif, M.Si Penanggulangan Bencana di Indonesia*. Jakarta. BNPB.
- Moleong. (1989). *Metode Penelitian Kualitatif*. Bandung Remaja Rosda Karya.
- OCHA. (2010). *Asia-Pacific Regional Guidelines For The Use of Foreign Military Assets In Natural Disaster Response Operations*. The Asia-Pacific Conferences on Military Assistance to Disaster Relief Operations. APC-MADRO.
- Pusat Operations. APC-MADRO Pendidikan dan Pelatihan Penanggulangan Bencana. (2012). *Panduan Fasilitator Modul Pelatihan Dasar Penanggulangan Bencana*. Jakarta. BNPB.
- Pusat Pendidikan dan Pelatihan Penanggulangan Bencana. (2014). *Pedoman umum manajemen penyelenggaraan Pelatihan*. Jakarta. BNPB.
- Pusdiklat Teknis Dan Fungsional Lembaga Administrasi Negara. (2016). *Bahan Ajar Diklat Manajemen Of Training. (MOT)*. Jakarta. Lembaga Administrasi Negara Republik Indonesia.
- Purwanto, Ngalm. (2002). *Prinsip-prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*. Bandung. PT Remaja Rosdakarya.
- Spradley, James P. (1979). *The Ethnographic Interview*. Dialih bahasakan oleh Misbah Zulfah Elizabeth. dengan judul *Metode Etnografi*. Yogyakarta. Tiara Wacana Yogya.
- Steers, Richard M. (1984). *Efektivitas Organisasi*. Jakarta: Erlangga.
- Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Bisnis (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung. Alfabeta.
- Prisilia, Rahma. (2011). *Koordinasi yang efektif dalam Organisasi*. Bandung. Universitas Pendidikan Indonesia.

JURNAL DAN MAKALAH

- Ahmadi. (2014). *Proteksi Diri Relawan SAR Terhadap Injury pada Tanggap Bencana*. Jakarta. *Jurnal Penanggulangan Bencana Volume 5, Nomor 1, Tahun 2014*, 48.
- Abramson, Myriam et al. (2008). *Coordination in Disaster Management and Response: A Unified Approach*. Naval Research Laboratory 4555 Overlook Ave., Washington DC 20375, USA.
- Alharthi, Hana Mohammed. (1998). *A comparative study on the effectiveness of group decision support systems in the disaster management domain*.

Chung-Fah Huang • Jieh-Jiuh Wang • Tai-Jun Lin. (2010). Resource sufficiency, organizational cohesion, and organizational effectiveness of emergency response. Springer Science+Business Media B.V. 2010. Nat Hazards (2011) 58:221–234 DOI 10.1007/s11069-010-9662-y.

Gunawan, (2013). Studi Kebijakan Penanggulangan Bencana Alam Berbasis Masyarakat: (Studi Kasus Kampung Siaga Bencana Dalam Mengurangi Risiko Bencana Alam Di Kota Padang Sumatera Barat dan Kabupaten Sleman D.I.Jogyakarta). Jakarta. P3KS Press.

Nugroho, Sundoro Agung. (2012). Analisis Kerjasama Sipil- Militer dalam Bantuan Kemanusiaan di Indonesia Studi Kasus Masa Tanggap Darurat Penanggulangan Bencana Alam Letusan Gunung Merapi 2010. Jurnal Pertahanan Mei 2012, Volume 2, Nomor 2 155

Praselia, Ade. (2013). Analisis Peran TNI Angkatan Laut Pada Mobilisasi Sumber daya dalam Tanggap Darurat Bencana (Study Kasus Tsunami Mentawai 2013). Jakarta. Universitas Pertahanan.

DISERTASI, TESIS, DAN SKRIPSI

Paolin, E Thomas.(1996) Tesis Regional Emergency Response Teams (Case Studies in Hampton Road. Virginia). USA

Neil, Joyce.(2006). Tesis Civilian – Military in Emergency Response in Indonesia / 2006). Virginia. USA

Hadisuryo, Danang.(2012). Pengintegrasian Kebijakan ARB dan AMDAL untuk Pembangunan Berisiko Tinggi Hubungannya terhadap Keamanan Nasional. Jakarta. Tesis Universitas Pertahanan Indonesia.

Puspitasari, Gani. (2015). Tesis Implementasi Sistem Komando Tanggap Darurat Bencana Erupsi Gunung Kelud di Kabupaten Malang tahun 2014. Jakarta. Universitas Pertahanan Purnomo,

Andri Joko. (2006). Analisis Efektivitas Organisasi Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Batang, Tesis, Semarang: Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.

PERATURAN DAN PERUNDANG-UNDANGAN

Undang-undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana. Jakarta. BNPB

Undang-undang Republik Indonesia No. 3 Tahun 2002 tentang Pertahanan Negara. Jakarta. Departemen Pertahanan RI

Undang- undang Republik Indonesia nomor 34 tahun 2004 tentang Tentara Nasional Indonesia. Jakarta. Departemen Pertahanan RI.

DOKUMEN LAIN

ASEAN. (2011). Standard Operating Procedure for Regional Standby Arrangements and Coordination of Joint Disaster Relief and Emergency Response Operation. Section I-V at the 11th ASEAN Committee Disaster Management Meeting. Jakarta. ASEAN Secretariat.

Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2009). Standar Prosedur Operasi Satuan Reaksi Cepat Penanggulangan Bencana. Jakarta. BNPB

Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2014). Gema BNPB Vol 5, 2 September 2014. Jakarta. BNPB

Commonwealth of Australia. (2003). Hazard, Disaster, And Your Community, Sixth Edition. Victoria. Emergency Management Australia.

Kesepakatan Bersama antara Kementerian Pertahanan RI, Markas Besar Tentara Nasional Indonesia, dengan Badan Nasional Penanggulangan Bencana, Nomor: MoU/01/M/I/2011, Nomor : MoU : Kerma/1/I/2011, Nomor: MoU.1/BNPB/I/2011 Tentang Kerjasama dalam Penanggulangan Bencana. Jakarta. BNPB

- Pusdiklat PB BNPB. (2014). Laporan kegiatan pengembangan kapasitas teknis unit Satuan Reaksi Cepat Penanggulangan Bencana wilayah barat 2014. Bogor. BNPB.
- United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR). (2013). Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters.
- United Nation. 2006.Guidelines on The use of military and civil defense assets To Support United Nation Humanitarian Activities in Complex emergencies-Revision I. UN
- UN/ISDR. (2008) Disaster Preparedness for Effective Response (Guidance and Indicator Package for Implementing Priority Five of the Hyogo Framework). Geneva. UN/ ISDR.
- United Nations. (2012). Mewujudkan Kota yang Tangguh Panduan untuk Pemerintah Daerah. UN/ISDR.
- [Http://ochaonline.un.org/mcdu/guidelines](http://ochaonline.un.org/mcdu/guidelines). Civil Military Relation in Complex Emergencis (An IASC Reference Paper held on 24 June 2004). di download pada tanggal 18 Agustus 2015 pukul 09.00
- <http://news.liputan6.com/read/2152802/bnpb-jumlah-pengungsi-banjir-bandung-10168-orang-melalui-keterangan-tertulis>, Jumat (26/12/2014) malam dan longsor di Banjarnegara. di download tanggal 11 September 2015 Pukul 08.00
- <http://kamusbahasaindonesia.org/analisis> didownload 1 Februari 2016 Pukul 09:00
- <http://nizmassegaf.blogspot.co.id/2012/04/efektivitas-organisasi.html> didownload 8 Februari 2016 Pukul 12:13
- <http://www.forces.gc.ca/en/operations-abroad-recurring/dart>. didownload 8 Februari 2016 Pukul 10:48
- http://www.jica.go.jp/english/our_work/types_of_assistance/emergency.html didownload 6 Februari 2016 pukul 9:49
- Data Informasi Bencana Indonesia. www.bnpb.dibi.go.id. Diakses tanggal 14 februari 2016.
- Bambang Wahyu Nugroho. Kuliah XII penelitian Evaluatif. <http://bambangwn.staff.umy.ac.id/kuliah/kuliah-xii/>). Diakses tanggal 20 februari 2016.

MAJALAH DAN ARTIKEL

<http://www.mediaindonesia.com/editorial/view/19/Terlambat-Berarti-Sekarat/2014/01/23>, didownload pada tanggal 18 Agustus 2015 pukul 08.00

FORMAT PENULISAN
UNTUK JURNAL DIALOG PENANGGULANGAN BENCANA

Judul

(UPPERCASE, CENTER, BOLD FONT ARIAL 12)

Nama Lengkap Penulis

} Huruf dll lay
out hal berikut

Abstract : Tuliskan tujuan dari kesimpulan artikel anda secara jelas dan singkat; dalam BAHASA INGGRIS maksimal 250 kata. Abstrak ditulis 4 cm dari sisi kiri dan sisi kanan dengan sentence, Justify, Italic, Font Arial 10.

Keywords : bahasa Inggris paling banyak 10 kata (Sentence case, Justify, Italic, Arial 10).

1. PENDAHULUAN (UPPERCASE, LEFT, BOLD, FONT ARIAL 10)

Jurnal ini hanya memuat artikel yang disusun dengan isi dan format yang sesuai dengan ketentuan pada halaman ini dan contoh LAY OUT di halaman berikutnya.

1.1 Latar Belakang (Tinjauan Pustaka). (Titlecase, left, Bold, font Arial 10).

Uraian tentang substansi penelitian atau tinjauan yang dilakukan penulis dengan dasar publikasi mutakhir.

1.2 Tujuan (huruf seperti 1.1)

Menjelaskan dengan singkat tujuan penelitian ataupun tujuan yang akan dilakukan.

2. METODOLOGI

Pada BAB ini penulis bisa membagi 2 atau 3 sub bab.

2.1 Tempat dan waktu penelitian ; menjelaskan di mana dan kapan penelitian dilakukan;

2.2 Sampling dan analisis sampel; yang menjelaskan bagaimana mengambil sampel dan dianalisis di mana dengan metode apa.

2.3 (jika perlu)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN (huruf seperti 1.)

Pada BAB ini penulis dapat membagi 2 sub bab atau lebih.

3.1 Laporan Penelitian (huruf seperti 1.1)

Penulis harus menyampaikan data/ hasil pengamatannya. Hubungkan dan diskusikan dengan referensi hasil/hasil penelitian lain. Jelaskan mengapa hasil penelitian anda berbeda atau sama dengan referensi yang ada, kemudian ambil kesimpulannya.

3.2 Artikel Ulasan (Huruf seperti 1.1)

Penulis menyampaikan “teori, pandangan dan hasil penelitian” peneliti lain tentang sebuah substansi/isu yang menarik. Diskusikan/kupas perbedaan dan persamaan referensi yang anda sampaikan tersebut. Ambil kesimpulan; yang akan lebih baik jika penulis mampu mensinergikan referensi yang ada menjadi sebuah pandangan baru.

Tabel dan Gambar dapat disisipkan di tengah-tengah artikel. Contoh :

Tabel 1. Judul Tabel (Capital Each Word, regular, ditulis di atas tabel).

Gambar 1. Judul Gambar (Capital Each Word, regular, ditulis di bawah gambar).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penulis bisa membagi 2 sub bab: 4.1 kesimpulan yang berisi kesimpulan pada pembahasan dan 4.2. Saran diberikan jika ada hasil penelitian yang perlu ditindak lanjuti.

UCAPAN TERIMAKASIH

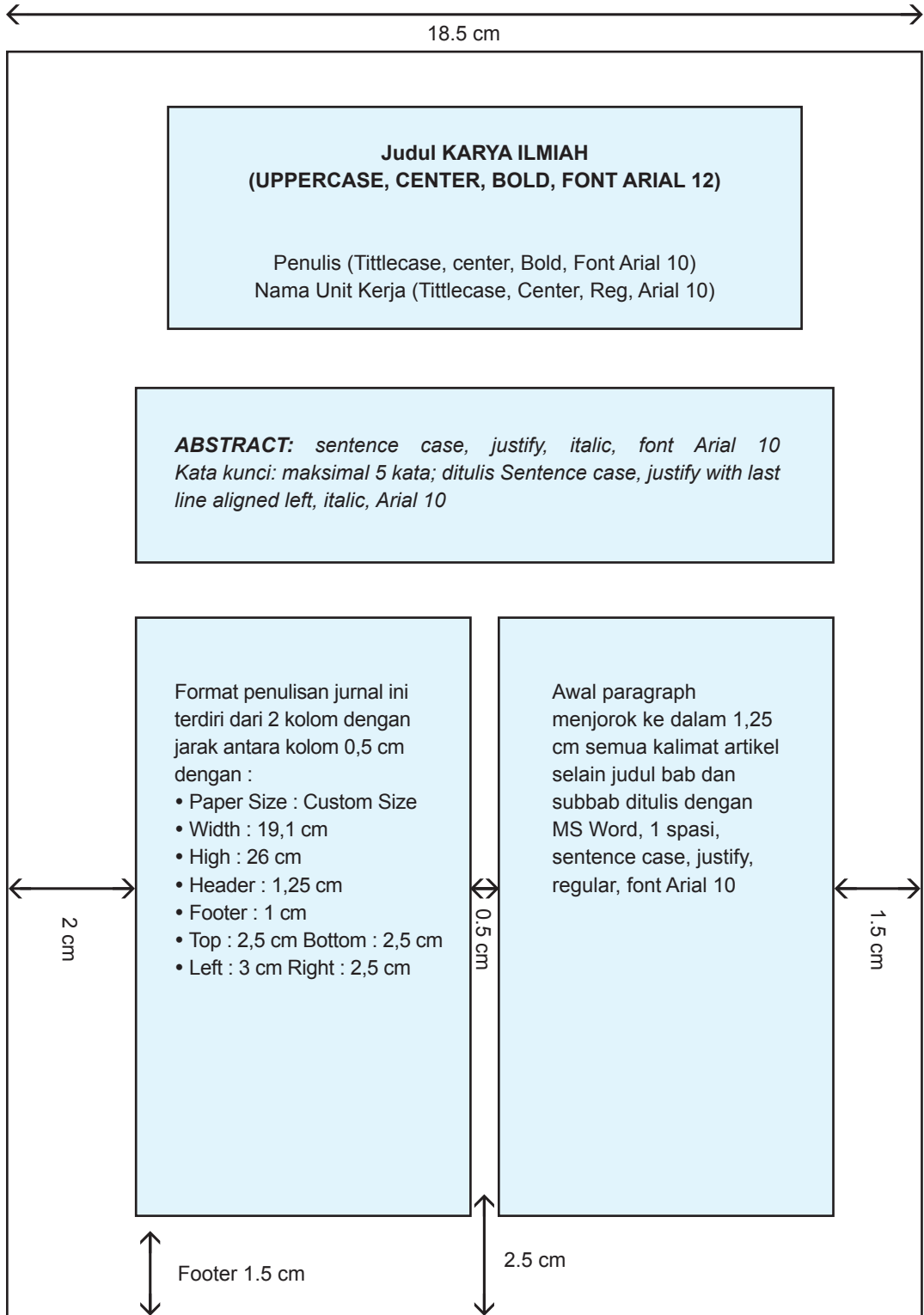
Berisikan ucapan terima kasih penulis pada pihak yang membantu (kalau perlu saja).

DAFTAR PUSTAKA

Berisi referensi yang diacu yang dalam artikel ditulis dengan superscript dan ditulis dengan cara berikut:

1. Author, tahun Judul paper, jurnal/prosidang/ buku, Vol (no), hal/jumlah hal. (perhatikan cara menaruh singkatan nama sebagai author ke-1: Garno, Y.S. dan nama ke-2: Y.S. Garno).

LAYOUT PENULISAN





BNPB

Diterbitkan oleh:

Pusat Data Informasi dan Humas

BADAN NASIONAL PENANGGULANGAN BENCANA

Graha BNPB Jl. Pramuka Kav. 38 Jakarta Timur 13120



+62 21 2982 7793



+62 21 2128 1200



contact@bnpb.go.id



ppid@bnpb.go.id



www.bnpb.go.id



+62 812 955 900 90



@BNPB_Indonesia



BNPB Indonesia



BNPB Indonesia



BNPB



bnpbindonesia.tv



+62 812 - 123 7575

ISSN 2087-636X



9 772087 636007