

Analisis Resiko Bencana Sebelum dan Setelah Letusan Gunung Kelud Tahun 2014 (Studi kasus di Kecamatan Ngantang, Malang)

Disaster Risk Assessment of Kelud Vulcano, Before and After Eruption in 2014 (Study case of Ngantang Subdistrict, Malang, Indonesia)

Sitti Febriyani Syiko¹, Turniningtyas Ayu Rachmawati², Arief Rachmansyah³

¹Program Magister Teknik Sipil Minat Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Brawijaya

²Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

³Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Abstrak

Sebagian besar wilayah Indonesia berada pada zona the ring of fire (cincin api) sebagai akibat dari pertemuan lempeng tektonik. Di Jawa Timur terdapat 19 gunungapi, salah satunya adalah Gunung Kelud. Gunung Kelud terletak di perbatasan antara Kabupaten Malang, Kediri dan Blitar. Letusan Gunung Kelud pada Februari 2014 menyebabkan Kecamatan Ngantang terkena dampak paling parah. Material vulkanik Gunung Kelud juga mengakibatkan kerusakan infrastruktur seperti jaringan jalan, jaringan air bersih dan lahan pertanian. Dampak dari letusan tersebut tidak seperti letusan sebelumnya dikarenakan aliran lahar maupun material vulkanik yang dikeluarkan mengarah pada Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang yang sebelumnya tidak diperkirakan. Penilaian resiko bencana Gunung Kelud bertujuan untuk mengetahui sebaran resiko pada kawasan terdampak sebelum dan setelah letusan pada tahun 2014 di Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang. Metode analisis yang digunakan yaitu scoring pada aspek kerentanan dan overlay peta untuk menghasilkan peta resiko bencana. Teknik overlay dilakukan pada peta bahaya dan peta kerentanan dengan aplikasi GIS. Hasil analisis resiko bencana Gunung Kelud sebelum letusan 2014 menyimpulkan bahwa Kecamatan Ngantang memiliki resiko rendah hingga sedang. Namun, hasil analisis resiko bencana Gunung Kelud setelah letusan menunjukkan Kecamatan Ngantang yang sebelumnya beresiko rendah menjadi resiko tinggi. Kawasan yang mempunyai resiko tinggi setelah letusan yaitu Desa Pandansari, Desa Ngantru dan Desa Pagersari.

Kata kunci : letusan gunung api, kerentanan, resiko bencana

Abstract

Almost all region of Indonesia located in the ring of fire zone, because there moving of tectonic plates. In East Java have 19 active volcanoes, one of which is Mount Kelud. Mount Kelud located between Malang, Kediri and Blitar Regency. Eruption of Kelud in February 2014 causes Ngantang District have the most damage. Impact of material vulcanic eruption are damage infrastructure such as street, clean water and agriculture. The impact of eruption didn't estimated like previous eruptions because flow of lava and volcanic material lead toward Pandansari Village. Disaster risk assessment of Mount Kelud aims to determine risk map before eruption and risk map after eruption year 2014 in Ngantang Subdistrict, Malang Regency. Analysis method used are scoring for vulnerability aspect and overlay maps for disaster risk maps. Overlay technicquedo for hazard map and vulnerability map with GIS. Result of disaster risk analysis of Mount Kelud before eruption in 2014 of that Ngantang have a low risk to medium risk. But, result of disaster risk analysis after eruption in 2014 showed that Ngantang have low to high risk areas. Region had high risk after eruption are Pandansari Village, Ngantru Village and Pagersari Village.

Keywords : vulcano eruption, vulnerability, disaster risk

PENDAHULUAN¹

Indonesia merupakan negara yang berada pada wilayah *the ring of fire* (cincin api) dikarenakan dikelilingi pertemuan lempeng tektonik dengan barisan gunungapi aktif [1].

Indonesia memiliki 127 gunungapi aktif yang terdiri atas 76 gunungapi tipe A, 30 gunungapi tipe B dan 21 gunungapi tipe C. Gunungapi tipe A tersebar di beberapa lokasi seperti di Jawa Timur sebanyak 19 gunungapi, salah satunya adalah Gunung Kelud yang terletak diantara Kabupaten Kediri, Kabupaten Blitar dan Kabupaten Malang [2]. Letusan Gunung Kelud pada tahun 2014 menyebabkan Kecamatan Ngantang terkena dampak paling parah. Kondisi tersebut

¹ Alamat Korespondensi Penulis:

Sitti Febriyani Syiko

Email : syikofebriyani@yahoo.com

Alamat : Program Magister Teknik Sipil Minat

Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Brawijaya

disebabkan Kecamatan Ngantang merupakan daerah yang paling dekat dengan Kawah Kelud yaitu 7-10 km. Abu vulkanik yang mencapai Kecamatan Ngantang memiliki ketebalan 20-30 cm dengan diameter mencapai 5-8 cm [3].

Akibat material vulkanik Gunung Kelud menyebabkan sarana dan prasarana di Kecamatan Ngantang mengalami kerusakan antara lain jaringan air bersih, jaringan jalan dan lahan pertanian [4]. Dampak dari letusan tersebut tidak seperti letusan sebelumnya dikarenakan aliran lahar maupun material vulkanik yang dikeluarkan mengarah pada Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang yang sebelumnya tidak diperkirakan dan tidak sesuai dengan peta Kawasan Rawan Bencana yang dikeluarkan oleh Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG).

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa penilaian resiko pasca bencana sangat diperlukan untuk mengevaluasi peta Kawasan Rawan Bencana. Data yang diperlukan harus diperbarui sesuai dengan kondisi sebelum dan setelah terjadi bencana.[5]. Tindakan dari penilaian resiko bencana diharapkan mampu mengarahkan kapasitas rumah tangga, institusi dan masyarakat untuk melindungi mata pencaharian dan aset penghidupan [6].

Berdasarkan kondisi dampak bencana letusan Gunung Kelud yang mengakibatkan kerusakan yang parah bagi infrastruktur maupun lahan pertanian di Kecamatan Ngantang maka dalam penelitian dilakukan pengkajian resiko bencana Gunung Kelud. Tujuan dari penelitian yaitu mengetahui peta sebaran resiko sebelum dan setelah letusan Gunung Kelud di Kecamatan Ngantang dengan mempertimbangkan tingkat kerentanan yaitu kerentanan fisik, sosial, ekonomi dan lingkungan.

METODE PENELITIAN

Hasil penilaian resiko terhadap bencana bervariasi antar daerah, tergantung pada karakteristik wilayah, tingkat kerentanan lingkungan, fisik dan sosial ekonomi masyarakat [7]. Variabel analisis resiko bencana terdiri dari variabel bahaya dan variabel kerentanan. Penilaian terhadap kedua variabel tersebut sesuai dengan indikator-indikator pada Tabel 1 sehingga menghasilkan tingkat resiko suatu kawasan terhadap bencana. Teknik analisis yang digunakan yaitu skoring dan overlay peta [8].

Lokasi penelitian yang digunakan yaitu Kecamatan Ngantang di Kabupaten Malang

dengan jarak 7-10 km dari kawah Gunung Kelud. Gunung Kelud secara terletak pada 7°56' 00² LS dan 112° 18' 30² BT dengan ketinggian 1731 mdpl. Variabel yang digunakan dalam penelitian dijabarkan sesuai dengan parameter (Tabel 1).

Tabel 1. Variabel penelitian

No	Variabel	Sub variabel	Parameter
1	Kawasan bahaya dan dampak letusan	Kawasan terlanda dampak primer Kawasan terlanda dampak sekunder	Kawasan yang terlanda awan panas, lava, material pijar Kawasan terlanda banjir lahar dingin
2	Kerentanan	Fisik Ekonomi Sosial Lingkungan	Kawasan terbangun, kepadatan bangunan, persentase kerusakan jalan Persentase penduduk miskin Kepadatan penduduk, laju pertumbuhan penduduk, persentase usia tua dan balita, tingkat pendidikan Kawasan hutan, semak belukar

Sumber:Kompilasi penelitian terdahulu [9], [10], [11], [12]

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian terkait penilaian resiko bencana letusan Gunung Kelud menggunakan dua metode yaitu secara primer maupun sekunder. Data primer dilakukan dengan observasi lapangan terkait kondisi lingkungan dan masyarakat yang terkena dampak letusan Gunung Kelud. Data sekunder terkait dengan data peta radius kawasan rawan bencana, peta dampak bencana, data kerentanan dan penggunaan lahan di Kecamatan Ngantang.

Metode Analisis Data

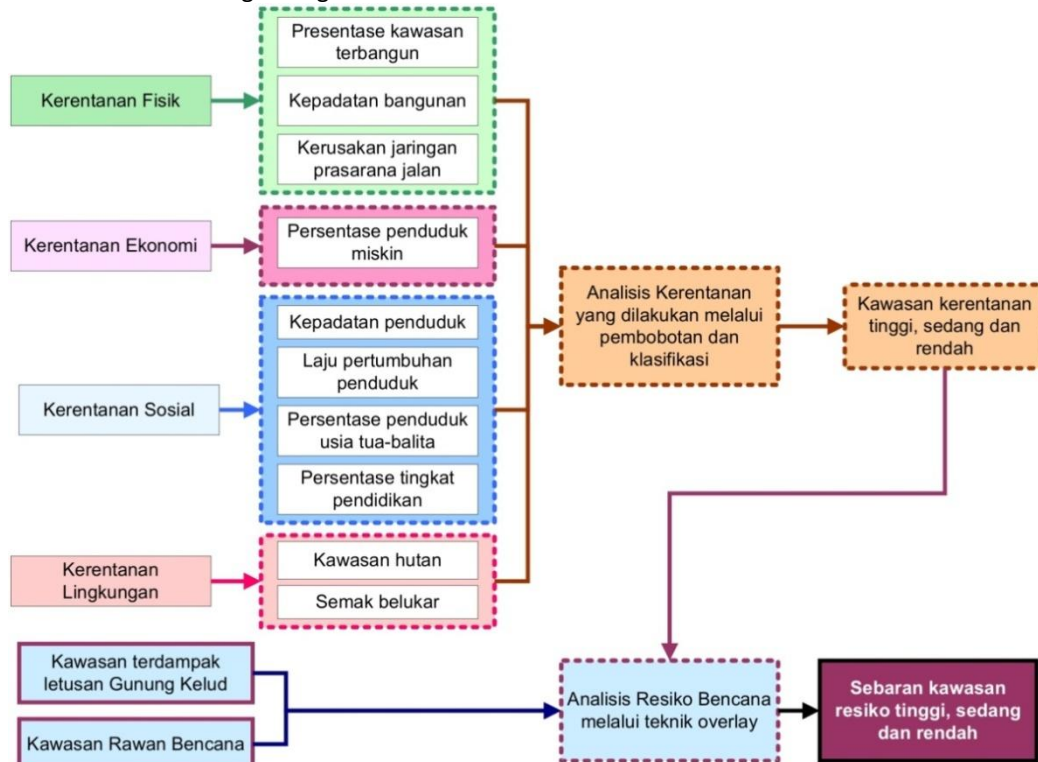
Analisis resiko menggunakan teknik overlay antara hasil dari peta kawasan rawan bencana, pemetaan dampak bencana dan analisis kerentanan[13]. Analisis kerentanan merupakan salah satu analisis yang dilakukan sebelum dilanjutkan kembali pada analisis resiko bencana[14]. Analisis kerentanan terdapat empat aspek kerentanan yaitu kerentanan fisik, kerentanan ekonomi, kerentanan sosial dan kerentanan lingkungan[15]. Keempat aspek tersebut kemudian dijumlahkan sehingga mendapat kerentanan secara keseluruhan [9].

Pada analisis kerentanan, data diklasifikasikan atau skoring kondisi di lapangan dengan standar klasifikasi. Semakin tinggi nilai kerentanan maka semakin tinggi pula tingkat kerentanan terhadap bencana. Skema analisis yang digunakan pada penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.

Kecamatan Ngantang merupakan salah satu kawasan yang berada pada bagian barat Kabupaten Malang. Secara geografis terletak diantara 7048'15"-7057'25" LS antara 112018'30"BT-112026'30" BT. Luas kawasan Kecamatan Ngantang secara keseluruhan adalah 147,70 km² atau 4,96 % dari total luas Kabupaten Malang. Kecamatan Ngantang terdiri dari 13 desa dan 57 dusun.

Berdasarkan luas penggunaan lahan terlihat bahwa di Kecamatan Ngantang luas lahan

terbesar sebagai perkebunan dengan luas sebesar 3299.42 ha atau 22.32% dari seluruh luas lahan di Kecamatan Ngantang. Selain itu, penggunaan lahan pertanian yang terdiri dari sawah irigasi dan sawah tadah hujan yaitu 1722,07 ha atau sebesar 11,65% dari total lahan di Kecamatan Ngantang. Luas permukiman di Kecamatan Ngantang yaitu 2.691,20 ha dengan jumlah rumah 17.866 unit. Kondisi tersebut dapat mempengaruhi dalam aspek kerentanan jika permukiman dengan kepadatan tinggi maka kerentanan terhadap bencana pun tinggi, namun sebaliknya jika permukiman berkepadatan rendah maka tingkat kerentanan terhadap bencana pun rendah.



Gambar 1. Skema Analisis Penelitian

Sejarah Letusan Gunung Kelud

Gunung Kelud termasuk dalam tipe stratovulkan (strato-vulcano) dengan karakteristik letusan yang eksplosif. Selain itu, merupakan salah satu gunungapi yang letusannya bersifat mendadak dan merusak. Terbukti dalam catatan sejarah, bahwa Gunung Kelud termasuk gunung yang pernah memakan banyak korban jiwa hingga ribuan, namun tipe letusan Gunung Kelud cepat mereda. Sejak 1901, Gunung Kelud tercatat pernah meletus sebanyak delapan kali ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Sejarah letusan Gunung Kelud

No	Tahun	Interval	Luncuran Awan Panas (km)	Korban Jiwa
1	1901	40		
2	1919	40	37,5	5160
3	1951	1,8	6,5	7
4	1966	216	31	210
5	1990	2,4	5	34
6	2007	2,5	-	-
7	2014	1,5	3	6

Sumber: BPBD Kabupaten Malang, 2014

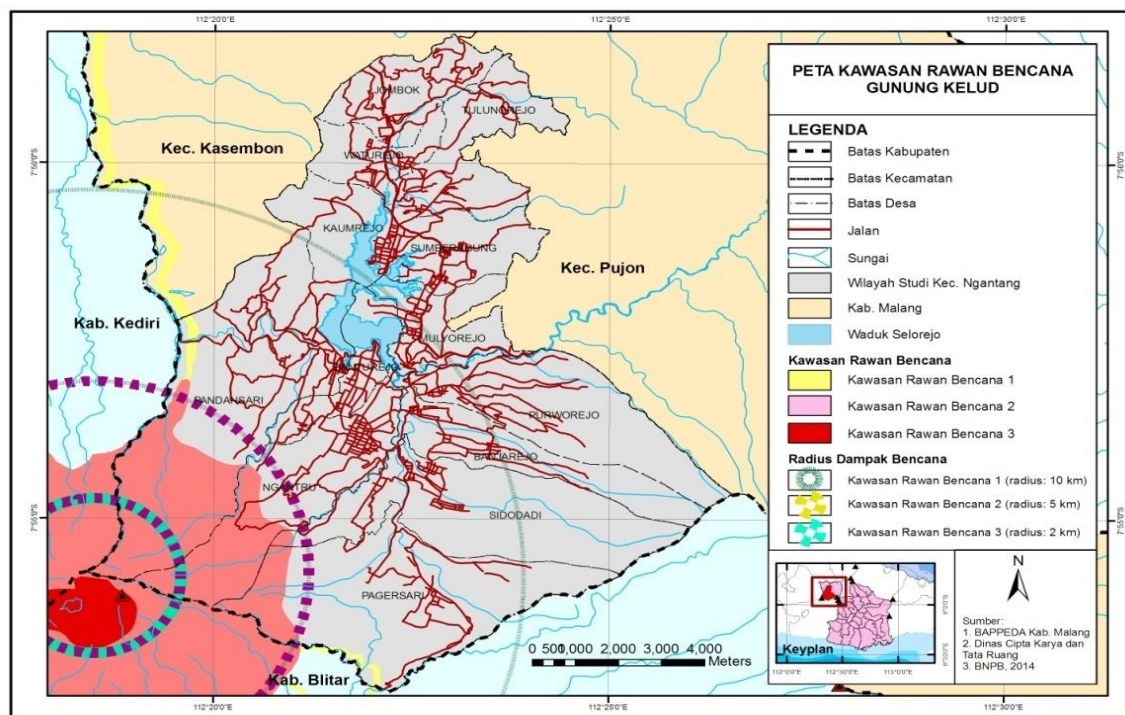
Bahaya dan Dampak Letusan Gunung Kelud

Berdasarkan kondisi geologi dan resiko yang terjadi saat letusan gunungapi, tipologi kawasan rawan bencana gunungapi dibagi menjadi tiga sesuai dengan bahaya sekunder maupun primer. Kawasan Rawan Bencana (KRB) Gunung Kelud yang terdampak di Kecamatan Ngantang ditetapkan dua tipologi antara lain (**Gambar 2**):

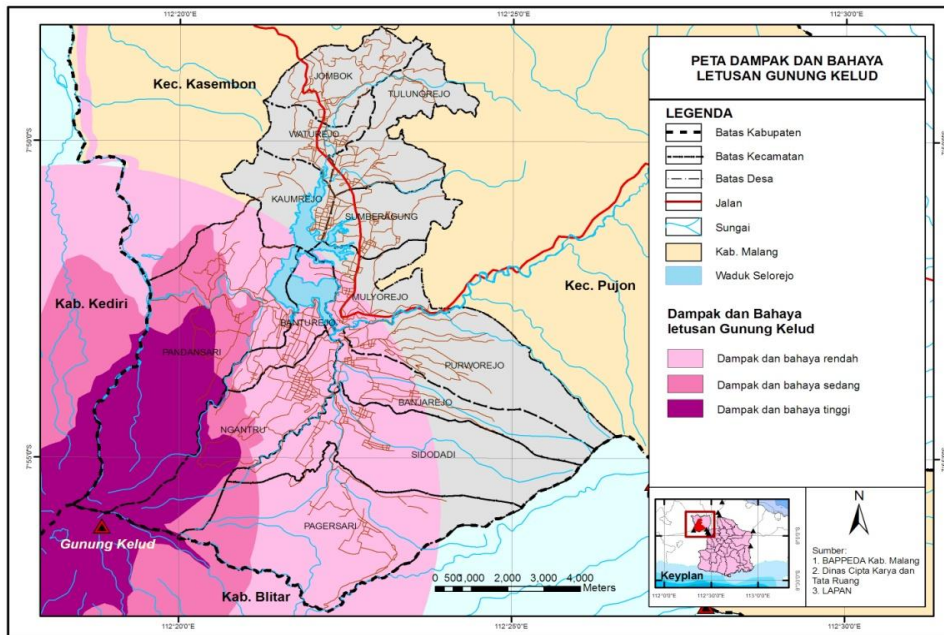
- KRB II yaitu kawasan yang mempunyai resiko sedang terhadap letusan gunungapi. Kawasan permukiman yang terlanda yaitu Desa Pandansari (Plumbang), Desa Pagersari (Celaket, Pagersari), Desa Sidodadi (Salam, Sidomulyo, Sekar, Sumantoro), Desa Ngantru (Bayanan, Tepus) dan Desa Banturejo (Banu, Sromo)
- KRB I yaitu kawasan tersebut mempunyai resiko rendah terhadap bencana. Kawasan permukiman yang merupakan KRB I antara lain,

Desa Pandansari (Bales, Sambirejo, Wonorejo, Munjung, Klangon), Desa Pagersari (Gombong), Desa Sidodadi (Simo), Desa Ngantru (Kenteng), Desa Banturejo (Ngraban).

Letusan Gunung Kelud selalu mengarah ke selatan dan barat daya menuju Kali Putih dan Kali Badak. Letusan pada tahun 2007 merubah kawah menjadi kubah. Perubahan kawah menjadi kubah tersebut mengakibatkan letusan yang lebih besar pada tahun 2014. Pada Februari 2014, letusan Gunung Kelud bersifat eksplosif dengan lontaran batu dan kerikil hingga radius 8 km serta mengarah ke utara. Jumlah material yang dikeluarkan $\pm 150 \text{jt m}^3$. Dampak letusan Gunung Kelud terlihat dari endapan material vulkanik yang dari citra satelit yang diolah oleh LAPAN (**Gambar 3**)



Gambar 2. Peta Kawasan Rawan Bencana



Gambar 3. Peta Dampak dan Bahaya

Analisis Kerentanan

Analisis kerentanan terdapat empat aspek yaitu kerentanan fisik, sosial, ekonomi dan lingkungan. Seperti yang telah dijelaskan pada Gambar 1. indikator-indikator yang digunakan untuk analisis kerentanan.

Hasil analisis kerentanan fisik Tabel 3 menunjukkan bahwa desa yang memiliki kerentanan fisik tinggi yaitu Desa Tulungrejo. Desa yang memiliki kerentanan fisik sedang yaitu Desa Ngantru, Desa Pandansari, Desa Mulyorejo, Desa Sumberagung dan Desa Kaumrejo.

Tabel 3 menunjukkan terdapat tiga desa di Kecamatan Ngantang yang memiliki kerentanan sosial tinggi terhadap bencana yaitu Desa Sumberagung, Desa Tulungrejo dan Desa Waturejo. Kondisi tersebut disebabkan karena desa-desa tersebut memiliki skor tinggi terhadap beberapa indikator kependudukan. Sedangkan, desa yang memiliki kerentanan sosial yang rendah yaitu Desa Pagersari, Desa Sidodadi dan Desa Ngantru.

Berdasarkan Tabel 3 skoring kerentanan ekonomi terhadap bencana dapat disimpulkan bahwa terdapat tiga desa yang memiliki kerentanan ekonomi tinggi yaitu Desa Pagersari, Desa Banturejo dan Desa Mulyorejo. Selain itu, desa yang memiliki kerentanan ekonomi rendah

yaitu Desa Ngantru (19,31%) dan Desa Sidodadi (10,52%).

Hasil kerentanan lingkungan bahwa terdapat enam desa yang mempunyai klasifikasi kerentanan tinggi terhadap indikator luas kawasan hutan yaitu Desa Pagersari, Desa Sidodadi, Desa Banjarejo, Desa Purworejo, Desa Ngantru dan Desa Pandansari karena memiliki luas kawasan hutan > 75 ha.

Tabel 3 terkait dengan klasifikasi kerentanan lingkungan terhadap bencana setiap desa di Kecamatan Ngantang menunjukkan bahwa kerentanan lingkungan yang tinggi terdapat pada Desa Purworejo, Desa Ngantru dan Desa Pandansari karena memiliki luas kawasan hutan dan semak belukar yang tinggi.

Hasil akhir dari setiap aspek yang dinilai yaitu untuk mengetahui tingkat kerentanan secara keseluruhan pada setiap desa di Kecamatan Ngantang. Tingkat kerentanan keseluruhan aspek diklasifikasikan menjadi tiga yaitu klasifikasi kerentanan tinggi, sedang dan rendah (Tabel 3).

Tabel 3 terkait hasil dari seluruh aspek kerentanan terhadap bencana dapat diketahui bahwa di Kecamatan Ngantang yang memiliki kerentanan yang tinggi terhadap bencana yaitu Desa Pandansari dan Desa Tulungrejo. Sedangkan yang memiliki kerentanan sedang terdapat empat desa yaitu Desa Ngantru, Desa Mulyorejo, Desa Sumberagung dan Desa Kaumrejo (Gambar 5).

Tabel 3. Skoring untuk aspek kerentanan fisik, sosial, ekonomi dan lingkungan terhadap bencana

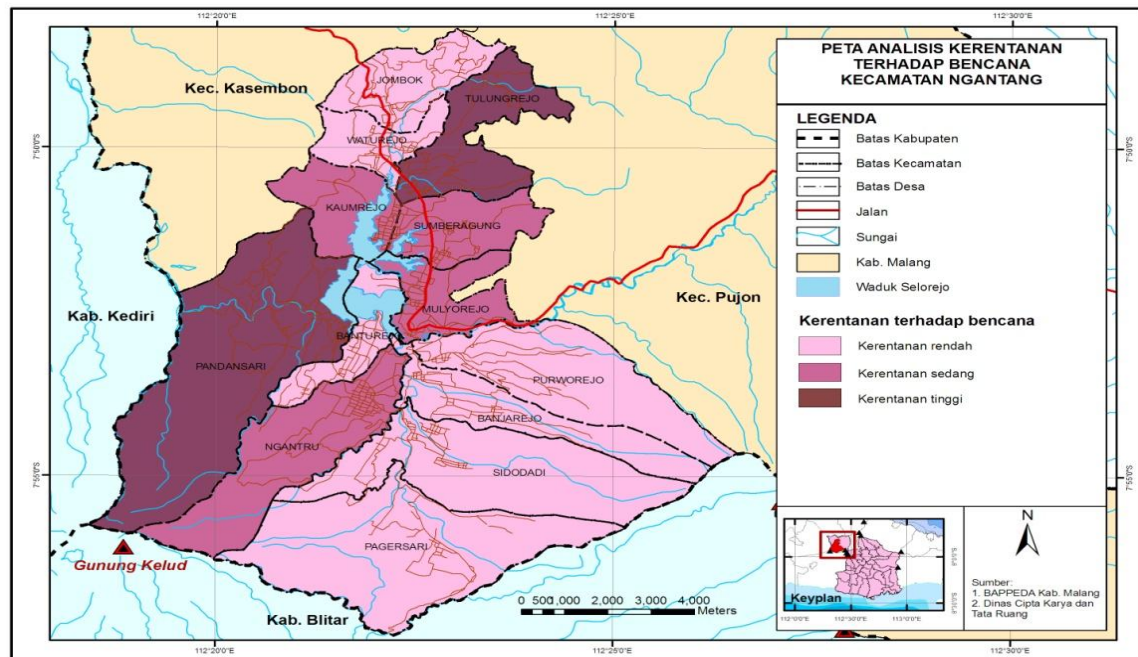
No	Desa	Kerentanan fisik		Kerentanan sosial		Kerentanan ekonomi		Kerentanan lingkungan		Total	Kelas kerentanan
		Skor	Kelas	Skor	Kelas	Skor	Kelas	Skor	Kelas		
1	Pagersari	3	Rendah	6	Rendah	3	Tinggi	4	Sedang	16	Rendah
2	Sidodadi	3	Rendah	6	Rendah	2	Rendah	4	Sedang	15	Rendah
3	Banjarejo	3	Rendah	7	Sedang	2	Sedang	4	Sedang	16	Rendah
4	Purworejo	3	Rendah	7	Sedang	2	Sedang	5	Tinggi	17	Rendah
5	Ngantru	5	Sedang	6	Rendah	1	Rendah	6	Tinggi	18	Sedang
6	Banturejo	3	Rendah	9	Sedang	3	Tinggi	2	Rendah	17	Rendah
7	Pandansari	4	Sedang	8	Sedang	2	Sedang	6	Tinggi	20	Tinggi
8	Mulyorejo	4	Sedang	9	Sedang	3	Tinggi	2	Rendah	18	Sedang
9	Sumberagung	4	Sedang	11	Tinggi	2	Sedang	2	Rendah	19	Sedang
10	Kaumrejo	4	Sedang	8	Sedang	2	Sedang	4	Sedang	18	Sedang
11	Tulungrejo	6	Tinggi	12	Tinggi	2	Sedang	3	Sedang	23	Tinggi
12	Waturejo	3	Rendah	10	Tinggi	2	Sedang	2	Rendah	17	Rendah
13	Jombok	3	Rendah	8	Sedang	2	Sedang	3	Sedang	16	Rendah

Analisis Resiko Bencana Sebelum Letusan Tahun 2014

Penentuan resiko bencana sebelum letusan 2014, data yang digunakan yaitu peta kawasan rawan bencana yang dikeluarkan oleh PVMGB dan BNPB (**Gambar 2**) kemudian dioverlay dengan peta kerentanan bencana yang telah dianalisis sebelumnya (**Gambar 4**). Hasil overlay antara kedua peta tersebut menghasilkan peta resiko bencana sebelum letusan Gunung Kelud tahun 2014 (**Gambar 5**). Dari hasil kawasan resiko bencana tersebut memiliki kemungkinan terbesar untuk terkena dampak letusan di kemudian hari.

Luas wilayah resiko bencana letusan Gunung Kelud ditunjukkan pada **Tabel 4**.

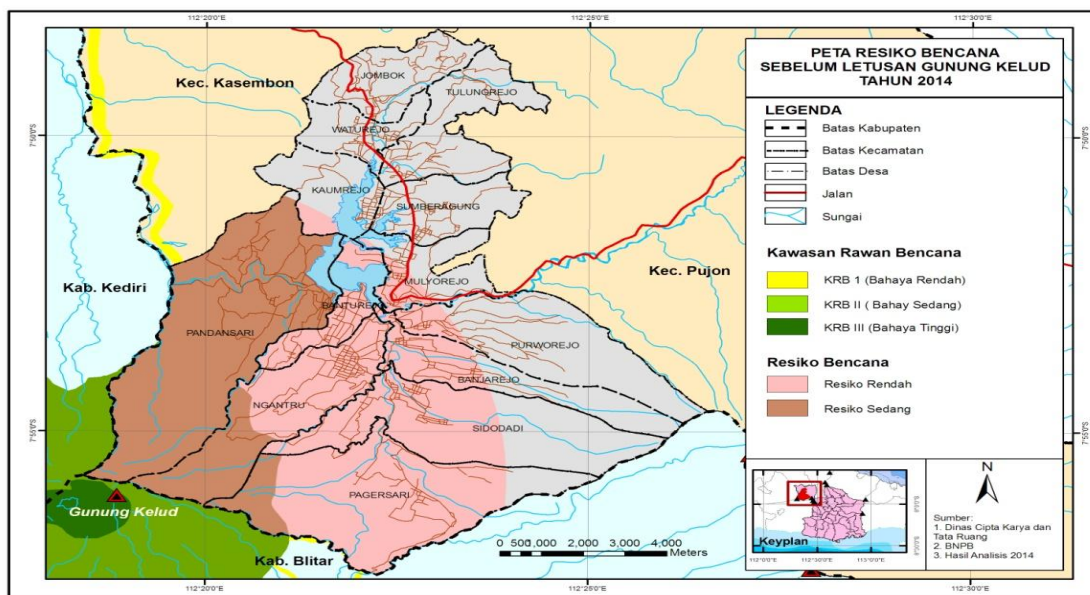
Berdasarkan **Tabel 4**, menunjukkan bahwa di Kecamatan Ngantang sebelum terjadinya bencana letusan Gunung Kelud pada tahun 2014, hanya memiliki kawasan beresiko rendah dan sedang terhadap letusan. Kawasan yang beresiko rendah terdapat 8 desa dengan persentase terhadap luas Kecamatan Ngantang 29,22%. Sedangkan kawasan yang memiliki resiko sedang yaitu terdapat 3 desa yaitu Desa Pagersari, Desa Ngantru dan Desa Pandansari dengan luas 2534 ha dan persentase terhadap luas Kecamatan Ngantang 17,14%.



Gambar 5. Peta kerentanan terhadap bencana

Tabel 4. Luas kawasan resiko bencana sebelum letusan tahun 2014

No	Desa	Resiko		Total (ha)
		Rendah	Sedang	
1	Pagersari	1574.15	211.48	1785.63
2	Sidodadi	919.10	-	919.10
3	Banjarejo	344.64	-	344.64
4	Purworejo	121.71	-	121.71
5	Ngantru	700.45	482.56	1183.01
6	Banturejo	435.78	-	435.78
7	Pandansari	-	554.38	1840.00
8	Mulyorejo	143.77	-	143.77
9	Kaumrejo	79.90	-	79.90
	Jumlah	4319.50	2534.04	6853.54
	Persentase terhadap luas Kec. Ngantang	29,22%	17,14%	46,37%



Gambar 6. Peta resiko bencana sebelum letusan Gunung Kelud tahun 2014

Penilaian resiko bencana harus tetap memperhatikan kondisi riil kebencanaan di kawasan rawan bencana yang ada seperti yang dilakukan penelitian sebelumnya di kawasan terdampak letusan [10]. Hasil dari analisis resiko bencana menjadi pertimbangan dalam optimalisasi sistem peringatan dini, sistem mitigasi bencana dalam penataan ruang wilayah, pemberdayaan masyarakat di kawasan rawan bencana serta mengoptimalkan fungsi dan pelayanan infrastruktur yang mengalami kerusakan akibat bencana. Selain itu, penilaian resiko bencana juga merupakan prioritas nasional dan lokal untuk dasar kelembagaan yang kuat [10].

Berdasarkan penelitian terkait penilaian resiko bencana juga memperlihatkan bahwa dalam perumusan kawasan resiko bencana harus mempertimbangkan faktor lingkungan, fisik, ekonomi dan faktor sosial [16]. Kawasan resiko

bencana sangat diperlukan untuk melakukan mitigasi bencana kedepannya agar dapat mengurangi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis kerentanan terhadap bencana letusan Gunung Kelud di Kecamatan Ngantang dapat disimpulkan bahwa desa yang memiliki kerentanan tinggi terhadap bencana yaitu Desa Pandansari dan Desa Tulungrejo. Kerentanan tinggi terhadap bencana disebabkan karena kedua desa tersebut memiliki skor tinggi terhadap kerentanan fisik, sosial, ekonomi maupun lingkungan.

Peta hasil dari analisis resiko yang didasarkan dari peta kerentanan dan kawasan rawan bencana sebelum bencana dapat disimpulkan bahwa Kecamatan Ngantang memiliki resiko

rendah hingga resiko sedang terhadap letusan Gunung Kelud.

Berdasarkan peta resiko setelah bencana 2014 menunjukkan bahwa Kecamatan Ngantang yang memiliki kawasan yang mempunyai resiko tinggi. Kawasan mempunyai resiko tinggi setelah letusan tahun 2014 yaitu Desa Pagersari, Desa Ngantru dan Desa Pandansari. Namun diantara ketiga desa tersebut yang memiliki luas terbesar untuk kawasan resiko tinggi yaitu Desa Pandansari karena saat letusan 2014, desa tersebut mengalami kerusakan paling parah dari kawasan pertanian maupun permukimannya. Sebelum terjadinya letusan di Kecamatan Ngantang tidak memiliki kawasan yang mempunyai resiko tinggi namun pada saat terjadi letusan kawasan yang mempunyai resiko tinggi cukup luas yaitu 1699,07 ha atau 11,49% dari luas Kecamatan Ngantang.

Saran bagi penelitian selanjutnya yaitu memperhitungkan rekonstruksi dan rehabilitasi terkait lahan permukiman maupun pertanian di Kecamatan Ngantang yang terkena bencana letusan Gunung Kelud, sehingga dapat menjelaskan secara detail tentang proses rehabilitasi lahan serta menjadikan peta resiko bencana sebagai dasar sistem peringatan dini (*early warning system*).

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Putra, Ahmad P. 2011. Penataan Berbasis Mitigasi Bencana Kabupaten Kepulauan Mentawai. *Jurnal Penanggulangan Bencana*. 2(1):11-20
- [2]. UGM, Pusat Studi Bencana. 2010. Sistem Informasi Gunungapi Merapi. *Jurnal Kebencanaan Indonesia*. 1(1):41-46
- [3]. Mahbub, Amri. 2014. *Erupsi Kelud, Ngantang Kena Dampak Paling Parah*. www.tempo.co. Diakses 20 Maret 2014
- [4]. Dinas Komunikasi dan Informatika Jawa Timur. 2014. *Potensi Jawa Timur: Kelud, Sejarah Panjang*. Jatim: Dinas Komunikasi dan Informatika Jatim..
- [5]. OECD. 2012. *Disaster Risk Assessment and Risk Financing*. Mexico: OECD
- [6]. FAO. 2013. *Resilient Livelihoods Disaster Risk Reduction For Food and Nutrition Security*. Rome: FAO
- [7]. Hidayati, Deny. 2008. Kesiapsiagaan Masyarakat Paradigma Baru Pengelolaan Bencana Alam di Indonesia. *Jurnal Kependudukan Indonesia*. III(1):69-84
- [8]. Naryanto, Heru S. 2011. Analisis Resiko Bencana Tanah Longsor di Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Penanggulangan Bencana*. 2(1):21-32
- [9]. BNPB. 2012. *Pedoman Umum Pengkajian Resiko Bencana*. Jakarta: BNPB
- [10]. Sumekto, Didik R. 2011. Pengurangan Resiko Bencana Melalui Analisis Kerentanan dan Kapasitas Masyarakat dalam Menghadapi Bencana, dalam *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Kawasan Merapi: Aspek Kebencanaan dan Pengembangan Masyarakat Pasca Bencana*, hlm. 28-38
- [11]. Chien, S. Chun, L. Chang, S. Chiu, G. Chu, C. 2002. Development of An After Earthquake Disaster Shelter Evaluation Model. *Journal of the Chinese Institute of Engineers*. 25(2):591-596
- [12]. Kardono, P. Edi, S. 2010. Penginderaan Jauh untuk Penanggulangan Bencana. *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*. 1(2):17-29
- [13]. Sengaji, E. Nababan, B. 2009. Pemetaan Tingkat Resiko Tsunami di Kabupaten Sikka, Nusa Tenggara Timur. *E-Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 1(1):48-61
- [14]. Nursa'ban, Muhammad. 2010. Identifikasi Kerentanan dan Sebaran Longsor Lahan sebagai Upaya Mitigasi Bencana di Kecamatan Bener, Kabupaten Purworejo. *Gea*. 10(2):91-103
- [15]. Habibi, Marbruno. Buchori, Imam. 2013. Model Spasial Kerentanan Sosial Ekonomi dan Kelembagaan terhadap Bencana Gunung Merapi. *Jurnal Teknik PWK*. 2(1):1-10
- [16]. Rohmatulloh, Alhuda. Sulistyarso. 2012. Pemintakatan Tingkat Risiko Bencana Tsunami di Pesisir Kecamatan Ngadirojo, Kabupaten Pacitan. *Jurnal Teknik POMITS*. 1(2):1-5