

## PEMETAAN KERENTANAN TERHADAP BAHAYA BENCANA VULKANIK GUNUNG SOPUTAN KABUPATEN MINAHASA TENGGARA

Arflandi Mikhael Tinaiy<sup>1</sup>, Octavianus H.A. Rogi<sup>2</sup> & Frits O.P. Siregar<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Program Studi Perencanaan Wilayah & Kota Universitas Sam Ratulangi  
<sup>2&3</sup> Staf Pengajar Prodi S1 Perencanaan Wilayah & Kota, Jurusan Arsitektur, Universitas Sam Ratulangi

E-mail: [arflanditinaiy05@gmail.com](mailto:arflanditinaiy05@gmail.com)

### Abstrak

Gunung Api Soputan adalah gunung api aktif yang terletak di Kabupaten Minahasa Tenggara dengan tipe gunung A atau *stratovolcano*. Aktifitas letusan dan Bahaya Gunung api Soputan pada umumnya berupa letusan eksplosif dan letusan efusif seperti lontaran material abu, pasir, lapilli, dan bom Vulkanik, serta terjadi guguran – guguran lava pijar pada saat mengalami erupsi, maka diperlukan analisis mengenai tingkat kerentanan yang sangat berkaitan dengan penilaian resiko sebagai upaya penanggulangan bencana di Kabupaten Minahasa Tenggara. Tujuan dari penelitian ini adalah teridentifikasinya tingkatan kerentanan bencana letusan gunung api dan diperolehnya rekomendasi – rekomendasi tentang penanganan di kawasan terdampak Gunung api Soputan. Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif dan kuantitatif dengan melakukan analisis spasial. Sesuai dengan analisis tersebut, maka dalam menganalisis tingkat kerentanan menggunakan metode pembobotan nilai terhadap aspek fisik bangunan, sosial kependudukan, ekonomi dan lingkungan yang parameter pembentuknya berdasarkan PERKA BNPB No. 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana, sehingga diperolehnya indeks penduduk terpapar dan indeks kerugian dari dampak bencana. Analisis kerentanan diolah dalam SIG (Sistem Informasi Geografis) untuk mengklasifikasikan nilai kerentanan yang paling tinggi hingga paling rendah. Berdasarkan hasil studi, didapat 2 hal yaitu; persebaran tingkat kerentanan di Kabupaten Minahasa Tenggara terbagi atas 3 kelas dan yang menjadi pembahasan adalah kelurahan dengan kelas kerentanan tinggi (6 kelurahan) dan rekomendasi – rekomendasi penanganan di wilayah rentan bencana letusan Gunung api Soputan.

**Kata Kunci :** Gunung Api, Kerentanan Bencana, Mitigasi.

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu Negara di dunia yang dilewati oleh dua jalur pegunungan muda dunia sekaligus, yakni pegunungan muda Sirkum Pasifik dan pegunungan muda Sirkum Mediterania. Selain itu, gugusan pulau Indonesia dalam tatanan tektonik dunia merupakan wilayah pertemuan tiga lempeng besar, yaitu Lempeng Eurasia (bagian barat laut), Lempeng Samudera Hindia-Australia (bagian selatan), dan Lempeng Samudera Pasifik (bagian timur laut) yang saling bergerak. Hal ini berdampak pada keadaan topografi, morfologi, dan struktur geologis Indonesia. Indonesia juga merupakan salah satu Negara kepulauan yang mempunyai busur gunung api terpanjang di dunia, dengan potensi bencana geologi terbesar terutama bencana gunung api, Fakta membuktikan besarnya potensi bencana gunung api di

Indonesia dapat diidentifikasi dari letak dan posisi geografis karena berada pada jalur pertemuan lempeng tektonik dengan barisan gunung api aktif atau dikenal sebagai *Ring of Fire* (cincin api). Indonesia memiliki 129 gunung api aktif dan 500 gunung api berstatus tidak aktif, atau sekitar 13% gunung api aktif di dunia terletak di Indonesia, sehingga menjadikan Negara ini sebagai pemilik gunung api terbanyak di dunia. Sekitar 60% dari jumlah tersebut adalah gunung api yang memiliki potensi bahaya cukup besar bagi penduduk yang ada di dekatnya, sehingga demi keselamatan dan kelangsungan hidupnya masyarakat perlu waspada dalam bahaya bencana gunung api.

Di Provinsi Sulawesi Utara terdapat 65 gunung dengan 9 gunung api berstatus aktif, salah satunya Gunung api Soputan yang terletak di Kabupaten Minahasa Tenggara. Gunung ini

memiliki ketinggian mencapai 1783,7 meter di atas permukaan laut. Secara geografis Gunung Soputan terletak pada titik koordinat 01o 06' 30" LU dan 124 o 43' BT dan termasuk dalam tipe gunung A atau *stratovolcano*. Dari kondisi ini menunjukkan bahwa Kabupaten Minahasa Tenggara berpotensi bencana geologi berupa serangkaian peristiwa pergerakan lempeng dan aktivitas vulkanik gunung berapi, Gunung Soputan mulai meletus tahun 1785 saat itu letusan berasal dari kawah utama, selain kawah utama pusat kegiatan lainnya adalah dari Gunung Aesopot dan Aesopot Weru. Berbeda dengan kawah utama, kegiatan dari sumber erupsi tersebut umunya leleran lava (bersifat efusif). Aktifitas letusan dan karakteristik Gunung api Soputan pada umunya berupa letusan eksplosif dan letusan efusif seperti lontaran material abu, pasir, lapilli, dan bom Vulkanik, serta terjadi guguran – guguran lava pijar pada saat mengalami erupsi. Gunung Soputan telah mengalami banyak sekali letusan dengan Periode letusan Gunung Soputan yang terpanjang adalah 47 tahun dan yang terpendek adalah 1 tahun. Sifat letusan Gunung Soputan umumnya dalam satu periode kegiatan terjadi beberapa kali letusan dengan selang waktu antara beberapa minggu hingga beberapa bulan. Seperti yang terjadi pada tahun 1908, 1913, 1915, 1923, 1982 dan 1984, 2000 dan 2008 (Data Dasar Gunungapi Indonesia).

Berdasarkan hasil di atas mengenai bahaya erupsi dari Gunung api Soputan menunjukkan bahwa bahaya geologi yang ditimbulkan oleh letusan gunung api Soputan sangat tinggi. Potensi kerugian dapat berupa kerusakan infrastruktur, tempat tinggal, lahan produktif, harta benda, mata pencaharian, bahkan nyawa penduduk yang tinggal di daerah sekitarnya. Potensi tersebut yang kemudian dalam pengkajian resiko bencana dikenal sebagai indeks kerugian dan indeks penduduk terpapar yang nantinya akan menentukan tingkat kerentanan. Tahapan dalam melakukan perhitungan kerentanan Gunung api yaitu dengan menentukan atau menghitung nilai kerentanan dari empat aspek, yaitu : kerentanan fisik, kerentanan sosial, kerentanan ekonomi, dan kerentanan lingkungan dengan menggunakan metode skoring sesuai Peraturan Kepala BNPB No.2 Tahun 2012 tentang pedoman Umum Pengkajian Resiko Bencana.

Ketiadaan analisis terhadap indeks kerentanan gunung berapi berpengaruh terhadap penilaian resiko bencana sebagai salah satu upaya mitigasi dan timbulnya kendala – kendala dalam mengetahui dampak negatif yang

mungkin timbul akibat suatu bencana. Oleh karena itu, dengan adanya penelitian ini diharapkan mampu memetakan dan menganalisis tingkat kerentanan bencana Gunung api Soputan di Kabupaten Minahasa Tenggara, sehingga nantinya diharapkan menjadi rekomendasi penanganan atau mitigasi awal dalam mengantisipasi dampak negatif terhadap bencana itu sendiri, agar tidak menimbulkan kerugian yang besar.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Bencana

Definisi bencana dalam Undang - Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana Menyebutkan bencana adalah peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan atau non-alam, maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Definisi tersebut menyebutkan bahwa bencana disebabkan oleh faktor alam, non alam, dan manusia. Oleh karena itu, Undang - Undang Nomor 24 Tahun 2007 tersebut juga mendefinisikan mengenai bencana alam, bencana non-alam, dan bencana sosial.

### Gunung Api

Gunungapi adalah gunung yang aktif mengeluarkan/memuntahkan bahan-bahan yang berasal dari perut bumi berupa benda padat, cair dan gas serta campuran diantaranya. Berdasarkan teori tektonik global (pembentukan pegunungan), gunungapi terbentuk karena terjadinya benturan di antara lempeng kerak bumi. Akibat benturan tersebut, di bagian bawah kerak bumi terbentuk cairan magma pijar yang selanjutnya bergerak menerobos lapisan-lapisan kerak bumi menuju ke permukaan, pada waktu magma mencapai permukaan bumi, terjadi suatu proses yang dinamakan letusan gunungapi. Intensitas letusan tidak sama pada semua gunungapi, banyak faktor yang mempengaruhinya, diantaranya: viskositas magma, kedalaman dapur magma, kedalaman titik letusan, kandungan gas dalam magma, dan pengaruh dari luar lainnya. Oleh karena itu setiap gunungapi akan menunjukkan ciri dan hasil letusan yang khas. Sedikit kemungkinan ciri itu sama antara gunungapi yang satu dengan yang lainnya. Gunungapi juga diklasifikasikan ke dalam dua sumber erupsi, yaitu (1) erupsi pusat, erupsi keluar melalui kawah utama dan (2) erupsi samping erupsi keluar dari lereng tubuhnya.

### Mitigasi Bencana

Mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun kesadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana ( UU No. 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana). Dengan mitigasi dilakukan usaha – usaha untuk menurunkan dan/atau meringankan dampak/korban yang disebabkan oleh suatu bencana pada jiwa manusia, harta benda, dan lingkungan. Mitigasi juga merupakan tindakan pencegahan bencana. Pencegahan bencana adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mengurangi atau menghilangkan risiko bencana, baik melalui pengurangan ancaman bencana maupun kerentanan pihak yang terancam bencana. Pengembangan pemukiman dengan berdasarkan mitigasi bencana mutlak dilakukan sebagai salah satu upaya untuk mengurangi resiko bencana

### Pengkajian Resiko Bencana

Menurut Perka BNPB No. 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana, Kajian Risiko Bencana adalah mekanisme terpadu untuk memberikan gambaran menyeluruh terhadap risiko bencana suatu daerah dengan menganalisis Tingkat Ancaman, Tingkat Kerugian, dan Kapasitas Daerah. Tingkat Risiko melakukan perbandingan antara Tingkat Kerugian dengan Kapasitas Daerah untuk memperkecil Tingkat Kerugian dan Tingkat Ancaman akibat bencana. Sehingga pengkajian risiko bencana merupakan sebuah pendekatan untuk memperlihatkan potensi dampak negatif yang mungkin timbul akibat suatu potensi bencana yang melanda. Potensi dampak negatif yang timbul dihitung berdasarkan tingkat kerentanan dan kapasitas kawasan tersebut. Potensi dampak negatif ini dilihat dari potensi jumlah jiwa yang terpapar, kerugian harta benda, dan kerusakan lingkungan. Kajian risiko bencana dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan sebagai berikut :

$$R = \frac{H \times V}{C}$$

Keterangan :

- H : *Hazard* (Bahaya)  
V : *Vulnerability* (Kerentanan)  
C : *Capacity* (Kapasitas)

### Kerentanan ( *Vulnerability* )

Kerentanan adalah suatu kondisi yang ditentukan oleh faktor-faktor atau proses-proses fisik, sosial, ekonomi dan lingkungan yang mengakibatkan peningkatan kerawanan masyarakat dalam menghadapi bahaya (Harjadi, 2005:2). Tingkat kerentanan adalah suatu hal penting untuk diketahui sebagai salah satu faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya bencana, karena bencana baru akan terjadi bila bahaya terjadi pada kondisi yang rentan.

Berdasarkan buku ‘ Resiko Bencana Indonesia’ mengenai pengkajian resiko bencana dengan acuan Perka BNPB No. 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Resiko Bencana membagi atas empat aspek analisis kerentanan yaitu kerentanan fisik, kerentanan sosial, kerentanan ekonomi, dan kerentanan lingkungan.

### Analisis Spasial Berbasis Sistem Informasi Geografis ( GIS )

Menurut Kemenristek (Modul Analisis Spasial, 2013) mengartikan analisis spasial sebagai sekumpulan teknik yang dapat digunakan dalam pengolahan data SIG. hasil analisis data spasial sangat bergantung pada lokasi objek yang bersangkutan (yang sedang di analisis). Analisis spasial juga diartikan sebagai teknik – teknik yang digunakan untuk meneliti dan mengeksplorasi data dari perspektif keruangan (spasial) dilakukan dengan fungsi analisis spasial tersebut.

Secara teknik analisis spasial selalu berhadapan dengan pengolahan informasi dan data spasial, oleh karenanya pemahaman mengenai kekhususan data spasial dibandingkan data pada umumnya sangat diperlukan. Data merupakan suatu representasi numeric atau simbol – simbol pelambang karakteristik manusia, organisasi, obyek, kejadian, atau konsep. Sedangkan informasi merupakan data yang telah terstruktur (melalui permodelan atau konversi data) sebagai upaya membuat gambaran/pemahaman yang lebih mendekati suatu fenomena( Burch, dalam Buku Perencanaan dan pengembangan wilayah Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sistem informasi berbasis computer yang digunakan secara digital untuk menggambarkan dan menganalisa ciri – ciri geografi yang digambarkan pada permukaan bumi dan kejadian – kejadiannya ( atribut – atribut non spasial untuk dihubungkan dengan studi mengenai geografi ) { Feick et all, 1999; Tuman, 2001}.

## METODE PENELITIAN

### Metode Penelitian

Dalam penelitian ini akan menganalisis kerentanan kawasan yang terdampak bencana Gunung api Soputan di Kabupaten Minahasa Tenggara berdasarkan 4 aspek kerentanan yaitu kerentanan fisik, kerentanan sosial, kerentanan ekonomi, dan kerentanan lingkungan. Adapun dasar penelitian berdasarkan pada Perka BNPB nomor 2 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Resiko Bencana. Kemudian hasil pembobotan nilai masing – masing aspek tersebut dijelaskan dengan formula solutif sebagai nilai indeks kerentanan bencana gunung api, yaitu sebagai berikut:

$$IKLGA=(IKS \times 0,4)+(IKF \times 0,25)+(IKE \times 0,25)+(IKL \times 0,1)$$

Pemetaan setiap aspek analisis kerentanan letusan bencana Gunung api Soputan menggunakan metode pengolahan data SIG (Sistem Informasi Geografis) kemudian diperoleh rekomendasi – rekomendasi penanganan di kawasan kerentanan tinggi dengan menggunakan metode deskriptif dan hasil analisis tingkat Kerentanan Gunung api Soputan.

### Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, menggunakan 2 teknik pengumpulan data yaitu data primer dan data sekunder seperti pada tabel di bawah ini:

1. Data Primer  
Yaitu data yang diperoleh dan dikumpulkan secara langsung dari objek yang di teliti dengan cara observasi, wawancara dan dokumentasi
2. Data Sekunder  
Yaitu data sekunder dapat di peroleh dari berbagai sumber dan instansi yang ada di Kabupaten Minahasa Tenggara, Kantor kecamatan Pasan, Ratahan Timur, Ratahan, Tombatu Timur, Tombatu Utara, Silian Raya, BPS Kabupaten Minahasa Tenggara, BPN Minahasa Tenggara, BPBD Kabupaten Minahasa Tenggara, dan BAPPEDA Kabupaten Minahasa Tenggara.

Tabel 1. Kebutuhan Data Penelitian

No	Jenis Data	Aspek	Instansi/ Sumber	Penyajian Data
		Kerentanan Fisik		
1	Data Primer	Mengamati secara visual dan menghitung jumlah unit bangunan per hektar di daerah / zona terdampak Gunung Api Soputan. Dengan indikator : Unit Rumah, Fasilitas Umum, dan Fasilitas Kritis	Observasi Lapangan	Petaan Tabel Deskriptif
2	Data Sekunder	Data konkret sejarah letusan dan kondisi Gunung Api Soputan	Studi Pustaka: Kantor BPBD	Tabel Deskriptif
3	Data Sekunder	Kerentanan Sosial	Studi Pustaka: Kantor Kecamatan & Kantor BPS	Petaan Tabel Deskriptif
		Pengolahan data demografi di daerah/zona terdampak Gunung Api Soputan Dengan indikator: Kepadatan Penduduk Kelompok Rentan		
4	Data Sekunder	Kerentanan Ekonomi	Studi Pustaka Kantor BPN & Kantor BPS	Petaan Tabel Deskriptif
		Pengolahan data luasan pemanfaatan lahan dan perekonomian di daerah/zona terdampak Gunung Api Soputan Dengan indikator: Lahan Produktif Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)		
5	Data Sekunder	Kerentanan Lingkungan	Studi Pustaka Kantor BAPPEDA	Petaan Tabel Deskriptif
		Pengolahan data luasan kawasan kehutanan dengan indikator: Hutan Lindung Hutan Alam Semak Belukar		

### Metode Analisis Data

#### Analisis Tingkat Kerentanan Bencana

Analisis tingkat kerentanan dilakukan dengan memasukkan data – data sesuai dengan parameter – parameter yang sudah ditentukan dan dilanjutkan dengan pembobotan nilai sesuai Perka BNPB No. 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana dengan parameter pembobotan nilai sebagai berikut:

## 1 Fisik

**Tabel 2. Pembobotan Nilai Kerentanan Fisik Parameter Bobot Kelas**

	(%)	Rendah	Sedang	Tinggi
Rumah	40	<400 juta	400-800 juta	>800 juta
Fasilitas Umum	30	<500 juta	500 juta – 1 M	>1 M
Fasilitas Kritis	30	<500 juta	500 juta – 1M	>1 M
<p><b>Kerentanan Fisik =</b>  <math>(0,4 * skor Rumah) + (0,3 * skor Fasum) + (0,3 * skor Faskris)</math></p>				
<p>Perhitungan nilai setiap parameter (kecuali rumah) dilakukan berdasarkan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pada kelas bahaya RENDAH memiliki pengaruh 0%</li> <li>• Pada kelas bahaya SEDANG memiliki pengaruh 50% □ Pada kelas bahaya TINGGI memiliki pengaruh 100%</li> </ul> <p>Perhitungan nilai parameter Rumah dilakukan berdasarkan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pada kelas bahaya RENDAH, jumlah rumah yang terdampak dikalikan 5 juta</li> <li>• Pada kelas bahaya SEDANG, jumlah rumah yang terdampak dikalikan 10 juta</li> <li>• Pada kelas bahaya TINGGI, jumlah rumah yang terdampak dikalikan 15 juta</li> </ul>				

## 2 Sosial

**Tabel 3. Pembobotan Nilai Kerentanan Sosial Parameter Bobot Kelas**

	(%)	Rendah	Sedang	Tinggi
Kepadatan Penduduk	60	< 5 jiwa/ha	5-10 jiwa/ha	>10 jiwa/ha
Kelompok Rentan				
Rasio Jenis Kelamin (10%)	40	>40%	20-40%	<20%
Rasio Kelompok Umur Rentan (10%)		<20%	20-40%	>40%
Rasio Penduduk Miskin (10%)				
Rasio Penduduk Cacat (10%)				
<p><b>Kerentanan Sosial =</b> <math>(0,6 \times skor Kepadatan Penduduk) + (0,1 \times rasio jenis kelamin) + (0,1 \times rasio kelompok umur rentan) + (0,1 \times rasio penduduk miskin) + (0,1 \times rasio penduduk miskin)</math></p>				

## 3 Ekonomi

**Tabel 4. Pembobotan Nilai Kerentanan Ekonomi Parameter Bobot Kelas**

	(%)	Rendah	Sedang	Tinggi
Lahan Produktif	60	<50 juta	50 – 200 juta	>200 juta
PDRB	40	<100 juta	100-300 juta	>300 juta
<p><b>Kerentanan Ekonomi =</b>  <math>(0,6 * skor Lahan Produktif) + (0,4 * skor PDRB)</math></p>				
<p>Perhitungan nilai setiap parameter dilakukan berdasarkan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pada kelas bahaya RENDAH memiliki pengaruh 0%</li> <li>• Pada kelas bahaya SEDANG memiliki pengaruh 50%</li> <li>• Pada kelas bahaya TINGGI memiliki pengaruh 100%</li> </ul>				

## 4 Lingkungan

**Tabel 5. Pembobotan Nilai Kerentanan Lingkungan Parameter Kelas**

	Rendah	Sedang	Tinggi	Skor
Hutan Lindung	<20 Ha	20 – 50 Ha	>50 Ha	Kelas/ Nilai Maks. Kelas
Hutan Alam	<25 Ha	25 – 75 Ha	>75 Ha	
Semak Belukar	<10 Ha	10 – 30 Ha	>30 Ha	
<p>Disesuaikan dengan jenis bencana: □ Letusan Gunung Api</p>				

Setelah pembobotan nilai setiap parameter – parameter dalam analisis kerentanan, dilanjutkan dengan proses skoring sesuai kelas Kawasan Rawan Bencana dari Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi seperti yang dijelaskan dalam tabel berikut:

**Tabel 6. Pembagian Kelas Rawan Bencana**

Kawasan Rawan Bencana (KRB)	Kelas	Nilai	Bobot (%)	Skor
I	Rendah	1	100	0,333333
II	Sedang	2		0,666667
III	Tinggi	3		1,000000

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Berdasarkan pada *hazard Map* atau peta yang memperlihatkan kawasan rawan bencana Gunung api Soputan dengan Identifikasi pada kawasan terdampak berada di 6 Kecamatan yaitu Kecamatan Silian Raya, Tombatu Utara, Tombatu Timur, Pasan, Ratahan, Ratahan Timur.

### Karakteristik Gunung Api Soputan

Gunung Soputan yang terletak di Kabupaten Minahasa Tenggara merupakan salah satu gunung api berstatus aktif dan termasuk dalam tipe gunung A atau *stratovolcano* sehingga mempunyai potensi bahaya erupsi letusan yang cukup besar. Secara geografis Gunung soputan terletak pada titik koordinat 1° 06' 30" LU dan 124° 43' BT, dengan tinggi puncaknya yakni 1783,7 mdpl. Pemantauan secara visual dan instrumental kegiatan erupsi Gunung api Soputan setiap harinya dilakukan dari Pos PGA Soputan Desa Silian Tiga, Kecamatan Silian Raya, Kabupaten Minahasa Tenggara.

### Sejarah Letusan

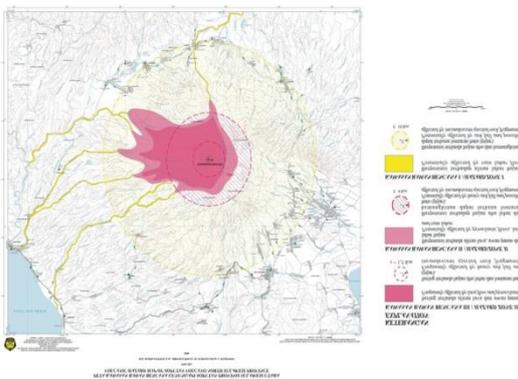
Berdasarkan sejarah letusan Gunung api Soputan pada tabel 4.1. Menunjukkan bahwa Periode letusan Gunung. Soputan yang terpanjang adalah 47 tahun dan yang terpendek

adalah 1 tahun. Sifat letusan G. Soputan umumnya dalam satu periode kegiatan terjadi beberapa kali letusan dengan selang waktu antara beberapa minggu hingga beberapa bulan.

**Kawasan Rawan Bencana**

Berikut adalah Peta Kawasan Rawan Bencana Gunung api Soputan di Provinsi Sulawesi Utara dengan keluaran terakhir tahun 2014, tetapi peta kawasan rawan gunung api ini belum di sesuaikan dengan batas administrasi Kabupaten Minahasa Tenggara seperti terlihat pada gambar 1.

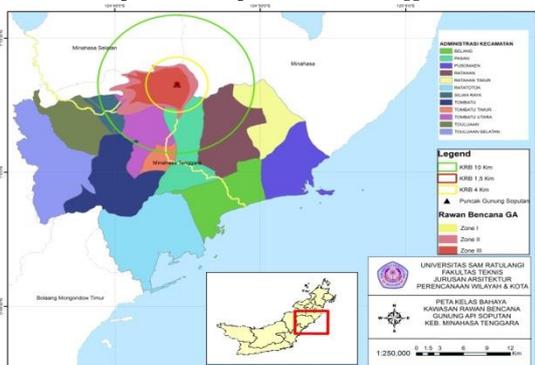
**Gambar 1 Peta Kawasan Rawan Bencana Gunung Api Soputan di Provinsi Sulawesi Utara ( Hazard Map )**



Sumber: Pusat Vulkanologi Mitigasi dan Bencana Geologi, 2014

Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak pengamat pos PGA Soputan di desa Silian Tiga, wilayah Kabupaten Minahasa Tenggara yang dikategorikan sebagai daerah tingkat rawan tinggi dilihat dari jarak radius 1,5 km, 4 km, dan 10 km dari kawah, Kecamatan Silian Raya, Tombatu Utara, Tombatu Timur, Pasan, Ratahan, Ratahan Timur. Maka penulis membuat peta overlay kawasan rawan bencana Gunung api Soputan di Kabupaten Minahasa Tenggara yang memiliki batas administrasi wilayah seperti pada gambar 2.

**Gambar 2 Peta overlay kawasan Rawan Bencana Gunung api Soputan di Kabupaten Minahasa Tenggara**



Sumber: Penulis, 2019

**Pembahasan**

**Indeks Kerentanan Fisik**

Analisis Indeks Kerentanan Fisik (IKF) merupakan proses perhitungan dari keseluruhan hasil nilai kerugian dari kerentanan fisik parameter rumah, fasilitas umum dan fasilitas kritis.

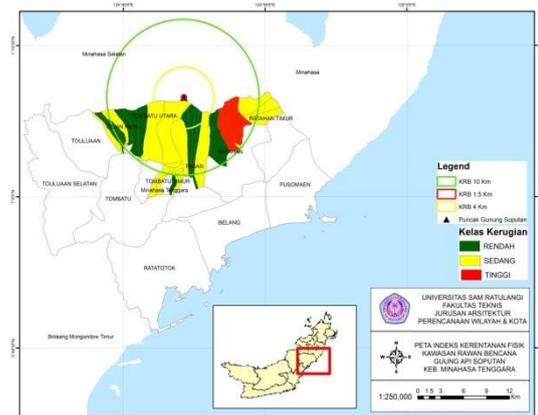
**Tabel 1 Indeks Kerentanan Fisik Kabupaten Minahasa Tenggara**

No	Nama Kecamatan/ Desa	Kecamatan	Rumah	Sarana	Fasilitas Umum	Fasilitas Kritis	Jumlah Fasilitas Risiko	Indeks Kerentanan Fisik (IKF)
1	...	...	...	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...	...	...	...
3	...	...	...	...	...	...	...	...
4	...	...	...	...	...	...	...	...
5	...	...	...	...	...	...	...	...
6	...	...	...	...	...	...	...	...
7	...	...	...	...	...	...	...	...
8	...	...	...	...	...	...	...	...
9	...	...	...	...	...	...	...	...
10	...	...	...	...	...	...	...	...
11	...	...	...	...	...	...	...	...
12	...	...	...	...	...	...	...	...
13	...	...	...	...	...	...	...	...
14	...	...	...	...	...	...	...	...
15	...	...	...	...	...	...	...	...
16	...	...	...	...	...	...	...	...
17	...	...	...	...	...	...	...	...
18	...	...	...	...	...	...	...	...
19	...	...	...	...	...	...	...	...
20	...	...	...	...	...	...	...	...
21	...	...	...	...	...	...	...	...
22	...	...	...	...	...	...	...	...
23	...	...	...	...	...	...	...	...
24	...	...	...	...	...	...	...	...
25	...	...	...	...	...	...	...	...
26	...	...	...	...	...	...	...	...
27	...	...	...	...	...	...	...	...
28	...	...	...	...	...	...	...	...
29	...	...	...	...	...	...	...	...
30	...	...	...	...	...	...	...	...
31	...	...	...	...	...	...	...	...
32	...	...	...	...	...	...	...	...
33	...	...	...	...	...	...	...	...
34	...	...	...	...	...	...	...	...
35	...	...	...	...	...	...	...	...
36	...	...	...	...	...	...	...	...
37	...	...	...	...	...	...	...	...
38	...	...	...	...	...	...	...	...
39	...	...	...	...	...	...	...	...
40	...	...	...	...	...	...	...	...
41	...	...	...	...	...	...	...	...
42	...	...	...	...	...	...	...	...
43	...	...	...	...	...	...	...	...
44	...	...	...	...	...	...	...	...
45	...	...	...	...	...	...	...	...
46	...	...	...	...	...	...	...	...
47	...	...	...	...	...	...	...	...
48	...	...	...	...	...	...	...	...
49	...	...	...	...	...	...	...	...
50	...	...	...	...	...	...	...	...

Sumber: Penulis, 2019

Dapat di lihat dari tabel di atas kelurahan/desa yang termasuk klasifikasi kerentanan Tinggi yaitu ada 3 desa, yang masuk klasifikasi kerentanan sedang 20 desa, dan yang masuk klasifikasi kerentanan Rendah 15. Desa tosuraya, lowu utara, dan tosuraya barat dengan nilai kerentanan tertinggi 0,700, sedangkan untuk kelurahan/desa yang memiliki nilai kerentanan terendah terdapat di 13 desa dengan nilai kerentanan 0,367 Untuk gambar visualisasi di buat peta kerentanan fisik dapat dilihat pada Gambar 3.

**Gambar 3 Peta Indeks Kerentanan Fisik Kabupaten Minahasa Tenggara**



Sumber: Penulis, 2019

**Indeks Kerentanan Sosial**

Analisis Indeks Kerentanan Sosial (IKS) merupakan proses perhitungan dari keseluruhan hasil nilai jumlah penduduk terpapar bencana untuk parameter kepadatan penduduk, rasio jenis kelamin, rasio kelompok umur rentan, rasio penduduk miskin dan rasio penduduk cacat.

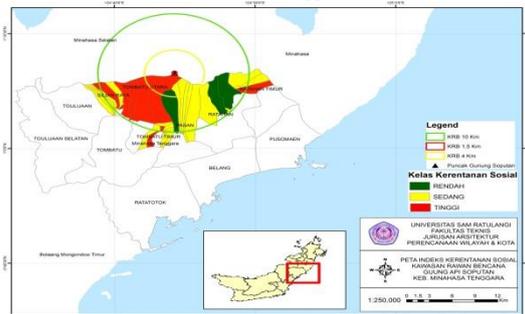
Tabel 2 Indeks Kerentanan Sosial Kabupaten Minahasa Tenggara

NO	Nama Kelurahan / Desa	Kecamatan	Jumlah Penduduk	Rasio			Rasio			Indeks Kerentanan Sosial
				Per Kapita	Per 1000					
1	Mundung Desa	Desa	1	10,31	96	95	0	0	0	20,498
2	Tolombukan Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
3	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
4	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
5	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
6	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
7	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
8	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
9	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
10	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
11	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
12	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
13	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
14	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
15	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
16	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
17	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
18	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
19	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
20	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
21	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
22	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
23	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
24	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
25	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
26	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
27	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
28	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
29	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
30	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
31	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
32	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
33	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
34	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
35	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
36	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
37	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
38	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
39	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
40	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
41	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
42	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
43	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
44	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
45	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
46	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
47	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
48	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
49	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698
50	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0	12,698

Sumber: Penulis, 2019

Dapat di lihat hasil tabel di atas kelurahan/ desa yang termasuk klasifikasi kerentanan tinggi di 9 desa, sedangkan yang termasuk klasifikasi kerentanan sedang di 26 desa, dan termasuk klasifikasi kerentanan rendah di 3 desa. yang termasuk klasifikasi kerentanan tertinggi yaitu desa Mundung dengan nilai kerentanan 20,498 sedangkan untuk kelurahan/desa yang memiliki nilai kerentanan terendah terdapat di desa Tolombukan satu dengan nilai kerentanan 12,698 untu gambar visualisasi di buat peta kerentanan fisik dapat dilihat pada gambar 4.

Gambar 4 Peta Indeks Kerentanan Sosial Kabupaten Minahasa Tenggara



Sumber: Penulis, 2019

**Indeks Kerentanan Ekonomi**

Indeks Kerentanan Ekonomi (IKE) merupakan proses perhitungan dari keseluruhan hasil nilai kerugian dari kerentanan ekonomi parameter lahan produktif dan PDRB.

Tabel 3 Indeks Kerentanan Ekonomi Kabupaten Minahasa Tenggara

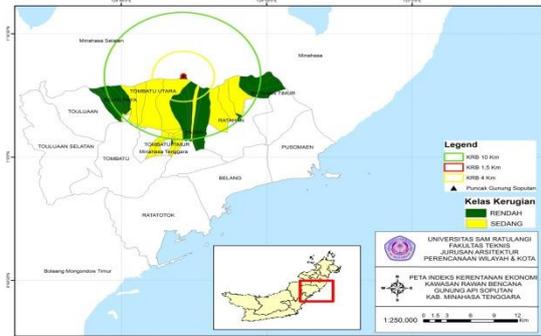
Sumber: Penulis, 2019

NO	Nama Kelurahan / Desa	Kecamatan	Rasio	Nilai Rugak Lahan Produktif (Rp/ha)	Skor	Nilai Rugak PDRB (Rp/ha)	Skor	Indeks Kerentanan Ekonomi (IKE)	
									1
1	Mundung Desa	Desa	1	10,31	96	95	0	0	0,900
2	Tolombukan Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
3	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
4	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
5	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
6	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
7	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
8	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
9	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
10	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
11	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
12	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
13	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
14	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
15	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
16	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
17	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
18	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
19	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
20	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
21	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
22	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
23	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
24	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
25	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
26	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
27	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
28	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
29	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
30	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
31	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
32	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
33	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
34	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
35	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
36	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
37	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
38	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
39	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
40	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
41	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
42	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
43	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
44	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
45	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
46	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
47	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
48	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
49	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033
50	Belung Desa	Desa	1	10,31	101	95	0	0	0,033

Dari hasil di atas tidak ada kelurahan/desa termasuk dalam nilai kerentanan tinggi, sedangkan untuk kelurahan/desa dengan tingkat kerentanan rendah terdapat di 19 kelurahan/desa dengan nilai 0,330 dan untuk bentuk visual peta dapat dilihat dari Gambar 5.

Gambar 5 Peta Indeks Kerentanan Ekonomi Kabupaten Minahasa Tenggara

Sumber: Penulis, 2019



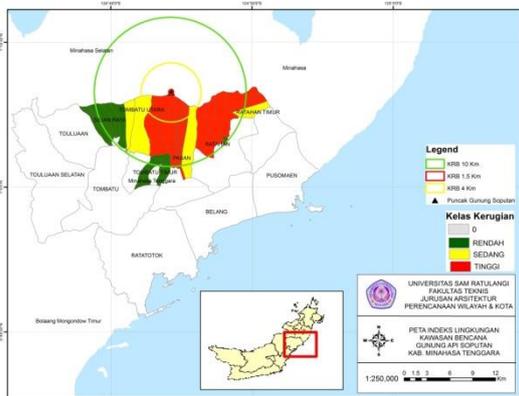
**Indeks Kerentanan Lingkungan**

Indeks Kerentanan Lingkungan (IKL) merupakan proses perhitungan dari keseluruhan hasil nilai kerugian dari kerentanan lingkungan parameter hutan lindung, hutan alam dan semak belukar.

Tabel 4 Indeks Kerentanan Lingkungan Kabupaten Minahasa Tenggara

NO	Nama Kelurahan / Desa	Kecamatan	Luaran Hutan Lindung (Ha)	Skor	Luaran Hutan Alam (Ha)	Skor	Luaran Hutan Semak Belukar (Ha)	Skor	Indeks Kerentanan Lingkungan (IKL)
1	Mundung Desa	Desa	0	0	0	0	0	0	0,900
2	Tolombukan Desa	Desa	0	0	0	0	0	0	0,033
3	Belung Desa	Desa	0	0	0	0	0	0	0,033
4	Belung Desa	Desa	0	0	0	0	0	0,033	
5	Belung Desa	Desa	0	0	0	0	0	0,033	
6	Belung Desa	Desa	0	0	0	0	0	0,033	
7	Belung Desa	Desa	0	0	0	0	0	0,033	
8	Belung Desa	Desa	0	0	0	0	0	0,033	
9	Belung Desa	Desa	0	0	0	0	0	0,033	
10	Belung Desa	Desa	0	0	0	0	0	0,033	
11	Belung Desa	Desa	0	0	0	0	0	0,033	
12	Belung Desa	Desa	0	0	0</				

Gambar 5 Peta Indeks Kerentanan Lingkungan Kabupaten Minahasa Tenggara



Sumber: Penulis, 2019

### Analisis Tingkat Kerentanan Letusan Gunung Api Soputan di Kabupaten Minahasa Tenggara

Tingkat kerentanan letusan gunung api merupakan suatu perhitungan yang menggabungkan hasil perhitungan nilai indeks kerentanan fisik (IKF), indeks kerentanan sosial (IKS), indeks kerentanan ekonomi (IKE) dan indeks kerentanan lingkungan sesuai (IKL). Berikut hasil perhitungan indeks kerentanan letusan Gunung api Lokon di Kota Tomohon dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 5 Indeks Kerentanan Letusan Gunung Api Soputan Kabupaten Minahasa Tenggara

No	Nama Kelurahan / Desa	Kerentanan Fisik (IKF)	Indeks Kerentanan Sosial (IKS)	Indeks Kerentanan Ekonomi (IKE)	Indeks Kerentanan Lingkungan Sesuai (IKL)	Indeks Kerentanan Letusan Gunung Api (IKL)
1	Luwuk	0,400	15,776	0,35	0,9	0,080
2	Luwuk Atas	0,200	15,888	0,35	0,9	0,040
3	Luwuk Bawah	0,400	12,000	0,35	0,9	0,080
4	Luwuk Tengah	0,200	12,000	0,35	0,9	0,040
5	Tomobatu	0,200	12,000	0,35	0,9	0,040
6	Tomobatu Barat	0,200	12,000	0,35	0,9	0,040
7	Tomobatu Timur	0,200	12,000	0,35	0,9	0,040
8	Siliana Utara	0,2	13,106	0,35	0,852	0,040
9	Siliana Selatan	0,2	13,106	0,35	0,852	0,040
10	Leturia Utara	0,401	14,916	0,35	0,853	0,080
11	Leturia Selatan	0,401	14,916	0,35	0,853	0,080
12	Leturia Tengah	0,2	14,882	0,35	0,822	0,072
13	Siliana Barat	0,200	17,342	0,35	0,1	0,040
14	Siliana Tengah	0,200	17,342	0,35	0,1	0,040
15	Siliana Timur	0,200	16,398	0,35	0,1	0,040
16	Siliana Utara	0,200	16,398	0,35	0,1	0,040
17	Siliana Selatan	0,200	16,398	0,35	0,1	0,040
18	Siliana Barat	0,200	16,398	0,35	0,1	0,040
19	Siliana Timur	0,200	16,398	0,35	0,1	0,040
20	Siliana Selatan	0,200	16,398	0,35	0,1	0,040
21	Makassar Atas	0,400	17,282	0,35	0,887	0,080
22	Makassar Bawah	0,400	17,282	0,35	0,887	0,080
23	Makassar Tengah	0,400	15,106	0,35	0,1	0,080
24	Makassar Utara	0,400	15,106	0,35	0,1	0,080
25	Makassar Selatan	0,400	15,106	0,35	0,1	0,080
26	Makassar Barat	0,400	15,106	0,35	0,1	0,080
27	Pangkep	0,400	16,398	0,35	0,887	0,080
28	Pangkep Barat	0,400	16,398	0,35	0,887	0,080
29	Pangkep Timur	0,400	16,398	0,35	0,887	0,080
30	Pangkep Selatan	0,400	16,398	0,35	0,887	0,080
31	Pangkep Barat	0,400	16,398	0,35	0,887	0,080

Sumber: Penulis, 2019

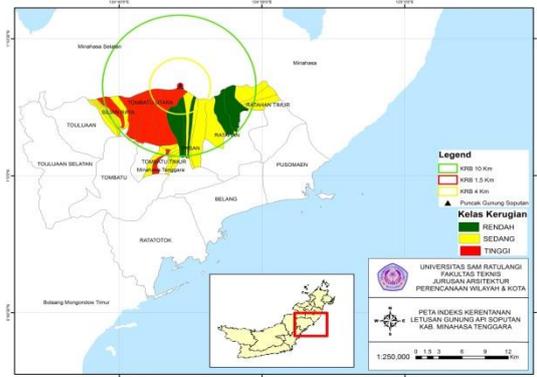
Dari hasil analisis di atas ada 6 desa yang termasuk dalam klasifikasi nilai kerentanan tinggi, 26 desa yang termasuk dalam klasifikasi nilai kerentanan sedang, dan 6 desa yang termasuk dalam klasifikasi nilai kerentanan rendah. Desa yang masuk kerentanan tinggi yaitu di desa Siliana Satu 7,97645, Mundung 8,46745, Winorangan 7,62745, Tombatu Dua Utara 8,10125, Tombatu Dua Barat 8,07445, Tombatu Tiga 7,70745 dan untuk bentuk visual petanya dapat dilihat pada Tabel dan Gambar berikut:

Tabel 6 Indeks Kerentanan Letusan Gunung Api Soputan Kabupaten Minahasa Tenggara

NO	Nama Kelurahan / Desa	Nilai Kerentanan	Kelas Kerentanan
1	Luwuk	7,00345	Rendah
2	Luwuk Atas	7,00345	Rendah
3	Luwuk Bawah	8,00105	Rendah
4	Luwuk Tengah	6,97445	Rendah
5	Luwuk Timur	7,01645	Rendah
6	Luwuk Barat	6,97445	Rendah
7	Tomobatu	6,7	Rendah
8	Tomobatu Barat	6,7	Rendah
9	Tomobatu Timur	6,7	Rendah
10	Siliana Utara	7,3124	Rendah
11	Siliana Selatan	7,3124	Rendah
12	Siliana Tengah	7,00345	Rendah
13	Siliana Barat	7,18745	Rendah
14	Siliana Timur	7,38075	Rendah
15	Siliana Utara	6,94345	Rendah
16	Siliana Selatan	6,94345	Rendah
17	Siliana Tengah	6,97445	Rendah
18	Siliana Barat	6,94345	Rendah
19	Siliana Timur	6,94345	Rendah
20	Siliana Utara	7,40775	Rendah
21	Siliana Selatan	7,40775	Rendah
22	Siliana Tengah	6,00145	Rendah
23	Siliana Barat	7,14575	Rendah
24	Siliana Timur	7,14575	Rendah
25	Makassar Atas	7,14075	Rendah
26	Makassar Bawah	6,82745	Rendah
27	Makassar Tengah	7,25745	Rendah
28	Makassar Utara	6,92845	Rendah
29	Makassar Selatan	6,92845	Rendah
30	Makassar Barat	6,92845	Rendah
31	Makassar Timur	6,92845	Rendah
32	Pangkep	6,70745	Rendah
33	Pangkep Barat	6,70745	Rendah
34	Pangkep Timur	6,70745	Rendah
35	Pangkep Selatan	6,70745	Rendah
36	Pangkep Barat	6,70745	Rendah
37	Pangkep Timur	6,70745	Rendah
38	Pangkep Selatan	6,70745	Rendah

Sumber: Penulis, 2019

Gambar 6 Peta Indeks Kerentanan Letusan Gunung Api Soputan Kabupaten Minahasa Tenggara



Sumber: Penulis, 2019

### Rekomendasi-rekomendasi Penanganan di Kawasan Tingkat Kerentanan Tinggi

Berdasarkan hasil analisis tingkat kerentanan yang dapat dilihat pada peta indeks kerentanan letusan Gunung Api Soputan di Kabupaten Minahasa Tenggara pada gambar 6. maka perlu diambil langkah – langkah atau arahan penanggulangan sebagai upaya dalam melakukan mitigasi bencana yang dilihat dari hasil indeks kerentanan khususnya pada 6 kelurahan/desa dengan tingkat kerentanan yang tinggi. Kegiatan – kegiatan pada tahap pra bencana ada kaitannya dengan istilah mitigasi bencana yang merupakan upaya untuk meminimalisir dampak bencana dan kerugiannya, mitigasi bencana mencakup baik perencanaan dan pelaksanaannya tindakan – tindakan untuk mengurangi dampak dari suatu bencana yang dilakukan sebelum terjadi dampak negatif yang lebih besar.

Rekomendasi – rekomendasi penanganan ini di buat sebagai langkah awal dalam melakukan mitigasi bencana berdasarkan perhitungan dari indeks kerentanan Gunung api

Soputan di Kabupaten Minahasa Tenggara, sehingga di dapatkan kelurahan/desa yang memiliki potensi rentan terhadap bencana. Rekomendasi - rekomendasi penanganan/mitigasi awal yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

1. Peningkatan kapasitas daerah terhadap kelompok rentan (penduduk perempuan), seperti halnya penanggulangan bencana, pendidikan kebencanaan dan pembangunan kesiapsiagaan terhadap bencana.
2. Penekanan pertumbuhan penduduk di kawasan rentan letusan gunung api, salah satunya penekanan angka kelahiran dengan melakukan sensus dan sosialisasi terhadap masyarakat sekitar wilayah rentan terkait program Keluarga Berencana (2 anak lebih baik) sebagai upaya mengurangi tingginya nilai kelompok rentan dari usia muda.
3. Perlunya bantuan/sumbangan dari pemerintah kabupaten untuk penduduk miskin, terlebih khusus penduduk miskin yang bermukim di daerah rentan letusan dan sebagai salah satu upaya penekanan indeks penduduk terpapar karena bencana.
4. Membatasi pembangunan rumah di kawasan rentan letusan gunung api, salah satunya fisik bangunan berupa permanen sebagai salah satu upaya menekan nilai indeks kerugian rupiah rumah
5. Perlindungan dan pengelolaan kawasan Hutan lindung, Semak Belukar, dan Hutan Alam di kawasan rentan letusan gunung api sebagai upaya mengurangi indeks kerugian dari aspek ekologi dan lingkungan.

#### **Kesimpulan dan Saran**

##### **Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan dan tujuan dari penelitian pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan beberapa hal yaitu :

1. Untuk analisis kerentanan bencana gunung api Soputan di Kabupaten Minahasa Tenggara yang ditinjau dari hasil perhitungan aspek-aspek Kerentanan Fisik, Kerentanan Sosial, Kerentanan Ekonomi, dan kerentanan lingkungan yang dibagi menjadi 3 kelas yaitu kelas kerentanan rendah meliputi 6 Kelurahan/Desa ( Desa Liwutung Satu, Tolombukan Satu, Towuntu Barat, Lowu utara, Lowu Satu, dan Tosuraya Barat ), kelas kerentanan sedang meliputi 26 Kelurahan/Desa ( Desa Liwutung Dua,

Towuntu, Towuntu Timur, Tosuraya, Rasi Satu, Silian Tengah, Silian Kota, Silian Selatan, Silian Barat, Silian Utara, Silian Dua, Silian Tiga, Silian Timur, Mundung Satu, Molompar Atas, Molompar, Molompar Satu, Molompar Dua, Molompar Dua Utara, Molompar Dua Selatan, Esandom, Winorangian Atas, Tombatu Dua, Pangu, Pangu Satu, Pangu Dua ), dan kelas kerentanan tinggi meliputi 6 kelurahan/desa ( Silian Satu, Mundung, Winorangian, Tombatu Dua Utara, Tombatu Dua Barat, Tombatu Timur ). Sehingga 6 kelurahan/desa dari 32 kelurahan/desa dengan tingkat kerentanan tinggi diharapkan memiliki kapasitas daerah yang baik dalam hal kesiapsiagaan terhadap dampak bencana Khususnya letusan/ erupsi Gunung Api.

2. Hasil analisis indeks kerentanan letusan gunung api Soputan di Kabupaten Minahasa Tenggara untuk 6 ( enam ) desa dengan tingkat kerentanan tinggi dilakukan usulan/rekomendasi – rekomendasi yang terkait penanganan yang ditujukan untuk Pemerintah Kabupaten Minahasa Tenggara terkait pertimbangan perencanaan dan pengembangan mitigasi bencana berdasarkan aspek kerentanan fisik kerentanan sosial kerentanan ekonomi dan kerentanan lingkungan yang sudah dikaji pada bab sebelumnya.

##### **Saran**

Berdasarkan hasil kesimpulan di atas dan rekomendasi – rekomendasi yang diberikan pada analisis kerentanan, maka penulis mengeluarkan saran-saran sebagai berikut kepada pemerintah Kabupaten Minahasa Tenggara sebagai pihak berwenang yang menjadi prioritas, untuk dilakukan sebagai langkah awal dalam memitigasi bencana letusan Gunung Api Soputan yaitu :

1. Melakukan edukasi publik dari instansi Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (Bkkbn) Kabupaten Minahasa Tenggara terkait pengadaan sosialisasi penyuluhan pemaparan langsung atau melalui media cetak maupun media online tentang Keluarga Berencana ( 2 anak lebih baik ) sebagai upaya menekan angka kelahiran untuk pengurangan

- resiko kelompok rentan terpapar dampak letusan gunung api Sopotan.
2. Melakukan pengaturan dan pengawasan terhadap pembangunan di kawasan rentan bencana dengan memperketat persyaratan Izin Mendirikan Bangunan (IMB) sebagai upaya mengurangi kerugian dari indeks kerentanan fisik.
  3. Penguatan konservasi hutan alam dan hutan lindung dari Dinas Kehutanan Kabupaten Minahasa Tenggara sebagai upaya pengelolaan dan perlindungan terhadap kawasan hutan lindung dan hutan alam sebagai upaya untuk mengurangi kerugian indeks kerentanan lingkungan.

Diharapkan hasil Analisis Kerentanan ini dapat berguna untuk Analisis Tingkat Kapasitas dan Analisis Risiko Bencana di wilayah terdampak Gunung Api Sopotan di Kabupaten Minahasa Tenggara. Sehingga diharapkan analisis kerentanan penelitian ini berguna untuk analisis penelitian selanjutnya. Hal ini dilakukan agar rekomendasi mitigasi bencana yang dihasilkan bisa lebih baik untuk kedepannya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2016 *Buku Risiko Bencana Indonesia*, Jakarta BNPB
- Anonim, 2008. *Pengenalan Gunungapi*. Badan Geologi: Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana
- Awotona, Adenrele. 1997. *Reconstruction After Disaster: Issues and Practices*. Aldershot: Ashgate. Anonim, 2019.
- Djalil, Apriska. 2015. *Evaluasi Peruntukan Lahan dan Pemetaan Zonasi Tingkat Risiko Bencana Letusan Gunung Api Gamalama Di Kota Ternate (Studi Kasus: Gunung Api Gamalama, Kota Ternate)*. Volume 2, No.3. Jurnal Spasial. Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Lisa Christie Gosal, 2018. *Analisis Spasial Tingkat Kerentanan Bencana Gunung Api Lokon di Kota Tomohon*, Vol 5, No 2 (2018) Jurnal Spasial Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Prahasta, Eddy. 2009. *Sistem Informasi Geografis: Konsep-konsep Dasar (Perspektif Geodesi & Geomatika)*. Bandung: Penerbit Informatika.
- Rahman, Ruddy. 2010. *Identifikasi Tingkat Resiko Bencana Gunungapi Serta Arahan Mitigasi Bencana di Wilayah Kota Ternate*. Jurusan Teknik Planologi. Universitas Pasundan.
- Republik Indonesia. 2007. *Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Republik Indonesia. 2012. *Peraturan Kepala BNPB No.2 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana*. Jakarta: BNPB.
- Rogi, Octavianus. 2017. *Peta Kebencanaan: Urgensi dan Manfaatnya*. Volume 14, No.3. Media Matrasain. Jurusan Arsitektur. Fakultas Teknik. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- UNDP. 1992. *Tinjauan Umum Manajemen Bencana*. Program Pelatihan