

ANALISIS KERENTANAN BAHAYA ERUPSI GUNUNG API KARANGETANG TERHADAP KAWASAN PERMUKIMAN DI PULAU SIAU

Grinaldi Schneider Andre Dame¹, Hanny Poli² & Raymond Ch. Tarore³

¹Mahasiswa S1 Program Studi Perencanaan Wilayah & Kota Universitas Sam Ratulangi

^{2 & 3} Staf Pengajar Prodi S1 Perencanaan Wilayah & Kota, Jurusan Arsitektur, Universitas Sam Ratulangi

E-mail : grinaldidame27@gmail.com

Abstrak

Gunung Api Karangetang adalah gunung api yang terletak dibagian utara Sulawesi lebih tepatnya di Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro. Gunung Api Karangetang salah satu gunung teraktif di Indonesia dengan letusan sebanyak lebih dari 40 kali sejak tahun 1675 serta letusan kecil yang tidak terdata dalam catatan dalam rangka pengembangan kawasan permukiman di daerah potensi ancaman erupsi Gunung Karangetang, maka diperlukan analisis terkait tingkat kerentanan bahaya erupsi Gunung Karangetang terhadap pemukiman di Kabupaten Sitaro. Tujuannya untuk dapat mengetahui tingkat kerentanan serta menyusun atau memberikan rekomendasi-rekomendasi sesuai dengan tingkat kerentanan terhadap erupsi Gunung Api Karangetang terutama pada daerah ancaman erupsi (KRB I, II dan III) agar kerugian bencana yang terjadi di Kabupaten Kepulauan Sitaro akibat dari Letusan Gunung Api Karangetang khususnya di pulau siau dapat diminimalisir. Selain itu, hasil penelitian ini di dapat dengan menggunakan metode analisis deskriptif dan kuantitatif dengan analisis spasial, sesuai analisis tersebut, maka dalam menganalisis tingkat kerentanan menggunakan metode pembobotan nilai terhadap aspek kerentanan fisik, kerentanan sosial, kerentanan ekonomi dan lingkungan yang parameternya berdasarkan PERKA BNPB No 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Resiko Bencana. Sehingga di peroleh hasil analisis indeks kerentanan letusan gunung api Karangetang di pulau siau di fokuskan untuk 8 (delapan) desa dengan tingkat kelas kerentanan tinggi dan di lakukan rekomendasi-rekomendasi terkait penanganan yang ditujukan ke pemerintah Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang dan Biaro (Sitaro) lebih tepatnya pemerintah yang ada di pulau Siau terkait pertimbangan perencanaan dan pengembangan mitigasi bencana berdasarkan aspek Kerentanan Fisik, Kerentanan Sosial, Kerentanan Ekonomi dan Kerentanan Lingkungan

Kata Kunci : Gunung Api, Kerentanan Bencana, Pulau Siau.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang wilayahnya dilalui jalur ring of fire (cincin api) dunia. Akibatnya Indonesia menjadi negara yang rawan terhadap bencana gempa bumi dan erupsi gunung api. Menurut BNPB (Badan Penanggulangan Bencana Nasional), erupsi gunung api merupakan bencana yang memakan korban terbanyak ke-2 di Indonesia setelah bencana tsunami. Di Indonesia setidaknya terdapat 129 gunung yang 83 diantaranya merupakan gunung aktif atau sekitar 13% dari gunung api dunia.

Gunung api Karangetang adalah gunung api yang terletak di bagian utara Sulawesi lebih tepatnya di Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro. Atau di singkat (SITARO) Gunung api Karangetang salah satu gunung teraktif di Indonesia

dengan letusan sebanyak lebih dari 40 kali sejak tahun 1675 serta letusan kecil yang tidak terdata dalam catatan sejarah Pada letusan gunung api Karangetang tahun 1997 menewaskan 3 orang dan letusan yang terbaru terjadi pada 3 Februari 2019 lalu (membuat pemerintah terpaksa mengevakuasi beberapa desa yang berada di dekat gunung api Karangetang

Meningkatnya pertumbuhan penduduk dan perkembangan Kabupaten Sitaro yang semakin pesat memberikan dampak pada peningkatan kebutuhan lahan untuk sarana permukiman dan aktivitas lainnya. Hal ini mendorong berkembangnya aktivitas pada kawasan yang tidak sesuai peruntukkannya. Penggunaan lahan yang tidak sesuai dan tingginya intensitas aktifitas manusia dalam mengubah tata guna lahan semakin mempertinggi tingkat kerawanan

pada daerah rawan bencana tersebut. Dalam rangka pengembangan kawasan permukiman di daerah potensi ancaman erupsi Gunung Karangetang, maka diperlukan analisis terkait tingkat kerentanan bahaya erupsi Gunung Karangetang terhadap pemukiman di Kabupaten Sitiro. Tujuannya untuk dapat mengetahui tingkat kerentanan serta rekomendasi-rekomendasi sesuai dengan tingkat kerentanan terhadap erupsi Gunung Api Karangetang terutama pada daerah ancaman erupsi (KRB I,II dan III) agar kerugian bencana yang terjadi di Kabupaten Sitiro akibat dari Letusan Gunung Api Karangetang khususnya di pulau siau dapat diminimalisir. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat dijadikan acuan dalam mitigasi kesiapsiagaan bencana pada permukiman di daerah dengan bencana agar tidak mengakibatkan kerugian yang besar.

TINJAUAN PUSTAKA

Definisi Bencana

Menurut UU No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Bencana adalah suatu kejadian alam, buatan manusia atau perpaduan antara keduanya yang terjadi secara tiba-tiba sehingga menimbulkan dampak negatif yang dahsyat bagi kelangsungan kehidupan.

Definisi Gunung Api

Menurut Bronto (1996), gunung berapi merupakan bentuk yang dihasilkan oleh magma yang muncul ke permukaan bumi. Gunung api tidak dijumpai di semua tempat. Gunung api hanya terdapat pada tempat-tempat tertentu, yaitu pada jalur punggung tengah samudera, pada jalur pertemuan dua buah lempeng kerak bumi, dan pada titik-titik panas di muka bumi tempat keluarnya magma, di benua maupun di samudera (*hot spot*). Sebagian besar gunung api yang aktif di dunia berada di pertemuan lempeng tektonik dan muncul di daerah-daerah yang

berada di dalam di Lautan Pasifik yang disebut "cincin gunung api" (*ring of fire*). Gunung api juga terbentuk di kedalaman laut di punggung tengah samudera

Mitigasi Bencana

Bencana merupakan fenomena yang terjadi karena terdapatnya komponen-komponen ancaman dan kerentanan yang bekerja bersama secara sistematis, sehingga menyebabkan terjadinya resiko pada komunitas sekitarnya. Dilihat dari waktu terjadinya bencana, ancaman dapat muncul secara tiba-tiba dan tidak terduga, ancaman berangsur, terduga dan dapat dicermati, serta ancaman musiman yang datang setiap periode waktu tertentu.

Akan tetapi, status ancaman bersifat relatif tergantung dari kapasitas individu atau komunitas dalam menguasai sistem peringatan dini. Sehingga, suatu ancaman yang dimaknai oleh satu individu atau komunitas, merupakan untuk individu atau komunitas lain yang mempunyai sistem peringatan dini yang lebih baik

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. Kajian risiko bencana dapat dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan sebagai berikut:

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

Keterangan:

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

Kerentanan

Kerentanan adalah sejauh mana suatu masyarakat, sarana, pelayanan atau daerah geografis kemungkinan akan rusak atau terganggu oleh dampak suatu bahaya

bencana tertentu, karena sifat, konstruksi dan kedekatannya dengan daerah berbahaya atau suatu daerah rawan bencana (UNDP, 1994:74).

Sedangkan berdasarkan Perka BNPB No.2 Tahun 2012 tentang Pengkajian Umum Risiko Bencana, Kerentanan dapat dibagi-bagi ke dalam kerentanan sosial, ekonomi, fisik dan ekologi/lingkungan.

Analisis Spasial

Menurut R. Bintarto (1982) analisis keruangan (spasial) adalah analisis lokasi yang menitik beratkan kepada tiga unsur geografi yaitu jarak, kaitan dan gerakan. Daldjoeni (1997) berpendapat bahwa analisis spasial adalah kegiatan menciptakan suatu bidang dasar potensial dimana dikonstruksikan arus-arus interaksi keruangan.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode Penelitian

Dalam penelitian ini akan menganalisis kerentanan kawasan yang terdampak bahaya erupsi Gunung api Karangetang di Pulau Siau berdasarkan 4 (empat) aspek kerentanan yaitu fisik, sosial, ekonomi dan lingkungan. Adapun dasar penelitian berlandaskan pada PERKA BNPB Nomor 02 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Resiko Bencana. Dan kemudian hasil pembobotan masing-masing aspek di hitung menggunakan rumus berikut

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

Pemetaan setiap aspek analisis kerentanan bahaya erupsi gunung api Karangetang menggunakan metode pengolahan data SIG (Sistem Informasi Geografis) dan kemudian barulah diperoleh rekomendasi-rekomendasi penanganan di kawasan kerentanan tinggi dengan menggunakan metode deskriptif sesuai dari hasil analisis

Teknik Pengumpulan Data

Dalam Penelitian ini teknik pengumpulan data di dapat melalui dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder seperti pada tabel di bawah ini :

1. Data Primer. Pengumpulan data primer diperoleh melalui observasi dahulu

dan pengamatan langsung di lapangan sehingga menemukan data yang akurat. Data ini didapatkan melalui Observasi, yaitu dengan mengambil foto eksisting dan lokasi penelitian.

2. Data Sekunder. Pengumpulan data sekunder dapat diperoleh dari berbagai sumber dari instansi terkait yakni Kantor Badan Penanggulangan Bencana Kab, Kepulauan Sitaro, Kantor Badan Pusat Stastistik Kab, Kepulauan Sitaro, Kantor BAPPEDA Kab, Kepulauan Sitaro, dan juga didapatkan melalui buku-buku penunjang, maupun jurnal yang terkait.

Tabel 1. Kebutuhan Data Penelitian

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

Metode Analisis Data

Analisis Tingkat Kerentanan Bencana

Berikut akan diuraikan masing-masing aspek yang dianalisis dengan menggunakan metode skoring (pembobotan nilai) berlandaskan pada PERKA BNPB Nomor 02 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Resiko Bencana skor kerentanan yaitu

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

$Kerentanan\ Fisik = (0,4 \times Skor\ Rumah) + (0,3 \times Skor\ Fasilitas) + (0,3 \times Skor\ Fasilitas)$

Perhitungan nilai setiap parameter (kecuali rumah) dilakukan berdasarkan:

- Pada kelas bahaya RENDAH memiliki pengaruh 0%
- Pada kelas bahaya SEDANG memiliki pengaruh 50%
- Pada kelas bahaya TINGGI memiliki pengaruh 100%

Perhitungan nilai parameter Rumah dilakukan berdasarkan:

- Pada kelas bahaya RENDAH, jumlah rumah yang terdampak dikalikan 5 juta
- Pada kelas bahaya SEDANG, jumlah rumah yang terdampak dikalikan 10 juta
- Pada kelas bahaya TINGGI, jumlah rumah yang terdampak dikalikan 15 juta

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	40			
Rasio Jenis Kelamin (10%)		>40%	20-40%	<20%
Rasio Kelompok Umur Rentan (10%)				
Rasio Penduduk Miskin (10%)		<20%	20-40%	>40%
Rasio Penduduk Cacat (10%)				

$Kerentanan\ Sosial = 0,1 \times nilai\ kepadatan\ penduduk + 0,1 \times nilai\ jns\ kelamin + 0,1 \times nilai\ kelompok\ umur\ rentan + 0,1 \times nilai\ penduduk\ miskin + (1 \times nilai\ penduduk\ cacat)$

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

$Kerentanan\ Ekonomi = (0,6 \times Skor\ Lahan\ Produktif) + (0,4 \times Skor\ PDRB)$

Perhitungan nilai setiap parameter dilakukan berdasarkan:

- Pada kelas bahaya RENDAH memiliki pengaruh 0%
- Pada kelas bahaya SEDANG memiliki pengaruh 50%
- Pada kelas bahaya TINGGI memiliki pengaruh 100%

4. Lingkungan

Tabel 5. Pembobotan Nilai Kerentanan Lingkungan

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Hutan Lindung	40	<20 Ha	20-50 Ha	>50 Ha	Kelas/Nilai Maks.
Hutan Alam	40	<25 Ha	25-75 Ha	>75 Ha	

Semak Belukar	10	<10 Ha	10-30 Ha	>30 Ha
$Kerentanan\ Lingkungan = (0,4 \times Skor\ Hutan\ Lindung) + (0,4 \times Skor\ Hutan\ Alam) + (0,1 \times Skor\ Semak\ Belukar)$				

Setelah pembobotan nilai setiap parameter-parameter dalam analisis kerentanan, dilanjutkan dengan proses skoring sesuai kelas Kawasan Rawan Bencana seperti di jelaskan di tabel dibawah ini

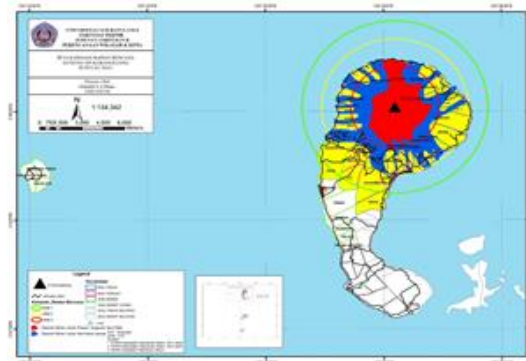
Tabel 6. Pembagian Kelas Rawan Bencana

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 Peta rawan bencana wilayah Pulau Siau di kategorikan sebagai wilayah tingkat rawan tinggi di lihat dari jarak radius 2,5 km, 5 km, dan 8 km dari kawah utama, yaitu Kecamatan Siau Timur, Kecamatan Siau Tengah, Kecamatan Siau Barat dan Kecamatan Siau Barat Utara.



Gambar 1. Peta Delineasi Lokasi Penelitian

Sumber: Penulis, 2019

Karakteristik Gunung Api Karangetang

Gunung Api Karangetang adalah gunung berapi bertipe *Stratovolcano* yang terletak di Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro, Provinsi Sulawesi Utara tepatnya di pulau Siau. Gunung Karangetang memiliki 2 kawah, kawah puncak (selatan) dan kawah anak (kawah utara) dan memiliki ketinggian sekitar 1784 meter diatas permukaan laut (mdpl) atau 5.994 kaki dan merupakan salah satu gunung api yang paling aktif di Indonesia.

Sejarah Letusan

Berdasarkan sejarah letusan Gunung Api Karangetang menunjukkan bahwa frekuensi letusan dalam 13 Tahun terakhir meningkat dengan frekuensi 1-2 tahun (1 tahun rata-rata) dan pada tahun 2011 merupakan letusan yang menyebabkan kerugian paling besar dan pada 3 Agustus 2014 merupakan bencana gunung api yang paling kecil kerugiannya

PEMBAHASAN

Indeks Kerentanan Fisik

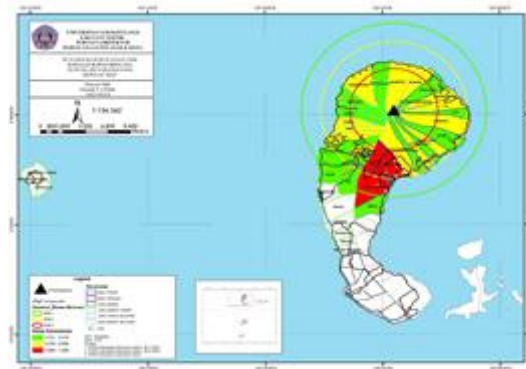
Analisis Indeks Kerentanan Fisik (IKF) merupakan proses perhitungan dari keseluruhan hasil nilai kerugian dari kerentanan fisik parameter rumah di tambah hasil perhitungan fasilitas umum dan fasilitas kritis.

Tabel 7. Indeks Kerentanan Fisik

No	Kelurahan/Desa	Kecamatan	Rumah	Skor	Fasilitas Umum	Skor	Fasilitas Kritis	Skor	Indeks Kerentanan Fisik (IKF)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	BEHALI	Siau Timur	1.500.000.000	1,00	238.000.000	0,33	2.000.000	0,33	0,598
2	TATAHADENG	Siau Timur	5.030.000.000	1,00	276.000.000	0,33	-	-	0,499
3	TARORANE	Siau Timur	4.000.000.000	1,00	630.000.000	0,67	25.000.000	0,33	0,700
4	AKESIMBEKA	Siau Timur	1.190.000.000	1,00	438.000.000	0,33	10.000.000	0,33	0,598
5	BAHU	Siau Timur	490.000.000	0,67	378.000.000	0,33	-	-	0,367
6	BUKIDE	Siau Timur	1.780.000.000	1,00	60.000.000	0,33	-	-	0,499
7	APILAWO	Siau Timur	700.000.000	0,67	339.000.000	0,33	-	-	0,367
8	DEAHE	Siau Timur	1.280.000.000	1,00	52.500.000	0,33	-	-	0,499
9	LIA	Siau Timur	910.000.000	1,00	79.000.000	0,33	-	-	0,499
10	KANAWANG	Siau Timur	2.340.000.000	1,00	307.000.000	0,33	-	-	0,499
11	BISE	Siau Timur	690.000.000	0,67	315.000.000	0,33	-	-	0,367
12	KARALUNG	Siau Timur	1.110.000.000	1,00	162.000.000	0,33	-	-	0,499
13	DAMIE	Siau Timur	2.010.000.000	1,00	126.000.000	0,33	-	-	0,499
14	MINI	Siau Timur	760.000.000	0,67	147.000.000	0,33	-	-	0,367
15	KARALUNG 1	Siau Timur	740.000.000	0,67	48.000.000	0,33	-	-	0,367
16	LIA 1	Siau Timur	680.000.000	0,67	43.500.000	0,33	-	-	0,367
17	SALILI	Siau Tengah	330.000.000	0,33	122.000.000	0,33	-	-	0,231
18	BEONG	Siau Tengah	960.000.000	1,00	130.000.000	0,33	-	-	0,499
19	LAI	Siau Tengah	200.000.000	0,33	110.000.000	0,33	-	-	0,231
20	DOMPASE	Siau Tengah	50.000.000	0,33	47.500.000	0,33	-	-	0,231
21	KANAWONG	Siau Barat	370.000.000	0,33	101.000.000	0,33	-	-	0,231
22	PEHE	Siau Barat	200.000.000	0,33	147.000.000	0,33	-	-	0,231
23	LIHI	Siau Barat	850.000.000	1,00	106.000.000	0,33	-	-	0,499
24	MINI	Siau Barat Utara	910.000.000	1,00	102.000.000	0,33	-	-	0,499
25	KINALI	Siau Barat Utara	1.030.000.000	1,00	61.000.000	0,33	-	-	0,499
26	HUNG	Siau Barat Utara	270.000.000	0,33	170.000.000	0,33	-	-	0,231
27	KANAWANG	Siau Barat Utara	570.000.000	0,67	75.500.000	0,33	-	-	0,367
28	KAWAHANG	Siau Barat Utara	2.010.000.000	1,00	70.000.000	0,33	-	-	0,499
29	BATUBULAN	Siau Barat Utara	50.000.000	0,33	60.000.000	0,33	-	-	0,231
30	NAMING	Siau Barat Utara	2.140.000.000	1,00	66.500.000	0,33	-	-	0,499

Sumber: Penulis, 2019

Dapat di lihat di hasil di atas Kelurahan yang termasuk klasifikasi kerentanan tertinggi yaitu kelurahan Tarorane dengan nilai kerentanan 0,700 sedangkan untuk kelurahan/desa yang memiliki nilai kerentanan terendah terdapat di 10 desa yaitu desa Salili, Lai, Dompase, Paseng, Kanawong, Bumbiha, Pehe, Hiung dan Batubulan dengan nilai kerentanan 0,231 Untuk gambar visualisasi di buat peta kerentanan fisik dapat di lihat pada gambar berikut :



Gambar 2. Peta Indeks Kerentanan Fisik Pulau Siau

Sumber: Penulis, 2019

Indeks Kerentanan Sosial

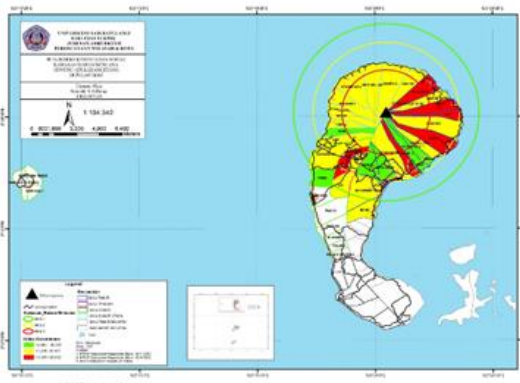
Analisis Indeks Kerentanan Sosial (IKS) merupakan proses perhitungan dari keseluruhan hasil nilai jumlah penduduk terpapar bencana untuk parameter kepadatan penduduk, rasio jenis kelamin, rasio kelompok umur rentan, rasio penduduk miskin dan rasio penduduk cacat.

Tabel 8. Indeks Kerentanan Sosial

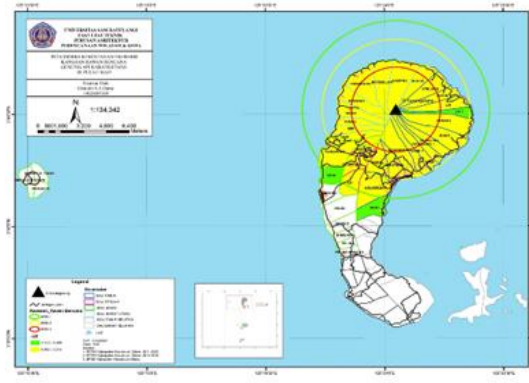
No	Kelurahan/Desa	Kecamatan	Kc penduduk	Skor	Rasio Jenis Kelamin	Rasio Kc kelompok Umur Rentan	Rasio Pw penduduk Cacat	Rasio Pw penduduk	Indeks Kerentanan Sosial (IKS)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	BEHALI	Siau Timur	2	0,33	98	53	7	1	16,098
2	TATAHADENG	Siau Timur	12	1,00	101	54	13	1	17,580
3	TARORANE	Siau Timur	5	0,67	100	46	5	1	15,802
4	AKESIMBEKA	Siau Timur	12	1,00	91	54	12	0	16,337
5	BAHU	Siau Timur	10	1,00	94	49	13	0	16,230
6	BUKIDE	Siau Timur	4	0,33	99	51	26	0	17,798
7	APILAWO	Siau Timur	2	0,33	102	51	48	0	20,298
8	DEAHE	Siau Timur	3	0,33	92	49	15	1	16,798
9	LIA	Siau Timur	2	0,33	104	40	29	1	18,498
10	KANAWANG	Siau Timur	3	0,33	96	47	25	0	17,198
11	BISE	Siau Timur	3	0,33	90	52	41	0	18,498
12	KARALUNG	Siau Timur	4	0,33	105	45	11	0	16,298
13	DAMIE	Siau Timur	7	0,67	97	44	14	0	15,942
14	MINI	Siau Timur	3	0,33	105	54	12	0	19,298
15	KARALUNG 1	Siau Timur	3	0,33	94	46	10	0	15,198
16	LIA 1	Siau Timur	3	0,33	103	55	45	0	20,498
17	SALILI	Siau Tengah	2	0,33	97	61	13	7	17,698
18	BEONG	Siau Tengah	2	0,33	103	51	23	9	18,798
19	LAI	Siau Tengah	2	0,33	105	55	8	8	17,798
20	DOMPASE	Siau Tengah	1	0,33	97	51	31	12	19,298
21	KANAWONG	Siau Barat	2	0,33	103	54	6	2	16,698
22	PEHE	Siau Barat	2	0,33	94	45	14	3	15,798
23	LIHI	Siau Barat	2	0,33	93	52	25	3	17,498
24	MINI	Siau Barat Utara	2	0,33	99	48	3	2	15,298
25	KINALI	Siau Barat Utara	2	0,33	109	54	7	2	17,398
26	HUNG	Siau Barat Utara	1	0,33	109	42	8	2	16,298
27	KANAWANG	Siau Barat Utara	1	0,33	104	45	10	2	16,298
28	KAWAHANG	Siau Barat Utara	2	0,33	104	37	8	1	17,498
29	BATUBULAN	Siau Barat Utara	2	0,33	98	53	20	2	17,498
30	NAMING	Siau Barat Utara	2	0,33	100	53	18	1	17,498
31	NAMING	Siau Barat Utara	2	0,33	100	53	18	1	17,298

Sumber: Penulis, 2019

Dapat di lihat di hasil di atas kelurahan/desa yang termasuk klasifikasi kerentanan tertinggi yaitu desa Lia dengan nilai kerentanan 20,498 sedangkan untuk kelurahan/desa yang memiliki nilai kerentanan terendah terdapat di 2 desa yaitu desa mini dan desa Karalung 1 dengan nilai kerentanan 15,398, dan 15,198. Untuk gambar visualisasi di buat peta kerentanan fisik dapat di lihat pada gambar berikut :



Gambar 2. Peta Indeks Kerentanan Sosial Pulau Siau
Sumber: Penulis, 2019



Gambar 3. Peta Indeks Kerentanan Ekonomi Pulau Siau
Sumber: Penulis, 2019

Indeks Kerentanan Ekonomi

Indeks Kerentanan Ekonomi (IKE) keseluruhan hasil nilai kerugian dari suatu kerentanan ekonomi parameter lahan produktif dan PDRB. lingkungan perumahan di perkotaan

Tabel 9. Indeks Kerentanan Ekonomi

No	Kelurahan/Desa	Kecamatan	Kelas Bahaya	Nilai Rangkap PDRB (Rp/ha)	Skor	Nilai Rangkap PDRB (Rp/ha)	Skor	Indeks Kerentanan Ekonomi (IKE)
1	2	3	4	5	6	7	8	9=(0,5 x 6) + (0,4 x 8)
1	BERALI	Siau Timur	Sedang	496.000.000	0,67	57.366.139	0,33	0,531
2	TATAHADENG	Siau Timur	Sedang	240.800.000	0,67	28.916.521	0,33	0,531
3	TARORANE	Siau Timur	Sedang	292.600.000	0,67	33.980.600	0,33	0,531
4	AKESIMBEKA	Siau Timur	Sedang	388.000.000	0,67	20.301.990	0,33	0,531
5	BAHU	Siau Timur	Rendah	292.400.000	0,33	26.698.271	0,33	0,329
6	BUKIDE	Siau Timur	Sedang	103.000.000	0,67	29.618.781	0,33	0,531
7	APELAWO	Siau Timur	Sedang	98.700.000	0,67	20.517.005	0,33	0,531
8	DEAHE	Siau Timur	Sedang	95.000.000	0,67	20.517.005	0,33	0,531
9	LIA	Siau Timur	Sedang	185.000.000	0,67	24.007.102	0,33	0,531
10	KANANG	Siau Timur	Sedang	233.000.000	0,67	57.759.811	0,33	0,531
11	BUISE	Siau Timur	Sedang	95.000.000	0,67	13.641.187	0,33	0,531
12	KARALUNG	Siau Timur	Sedang	275.500.000	0,67	25.548.758	0,33	0,531
13	DAME	Siau Timur	Sedang	99.000.000	0,67	16.661.481	0,33	0,531
14	DAME 1	Siau Timur	Sedang	81.000.000	0,67	28.280.125	0,33	0,531
15	KARALUNG 1	Siau Timur	Sedang	68.000.000	0,67	17.252.337	0,33	0,531
16	LIA 1	Siau Timur	Sedang	39.000.000	0,33	20.693.272	0,33	0,330
17	SALILI	Siau Tengah	Sedang	339.000.000	0,67	50.804.051	0,33	0,534
18	HUUNG	Siau Tengah	Sedang	296.500.000	0,67	37.818.713	0,33	0,534
19	LAI	Siau Tengah	Rendah	138.000.000	0,67	34.412.366	0,33	0,534
20	DOMPASE	Siau Tengah	Sedang	158.000.000	0,67	39.240.178	0,33	0,534
21	KANAWONG	Siau Barat	Sedang	215.000.000	0,67	35.537.789	0,33	0,534
22	PEHE	Siau Barat	Rendah	221.000.000	0,33	29.096.191	0,33	0,330
23	LEHI	Siau Barat	Sedang	251.000.000	0,67	62.999.566	0,33	0,534
24	MINI	Siau Barat Utara	Sedang	311.000.000	0,67	26.390.099	0,33	0,534
25	KINALI	Siau Barat Utara	Sedang	175.000.000	0,67	35.360.826	0,33	0,534
26	HUUNG	Siau Barat Utara	Sedang	427.000.000	0,67	86.409.172	0,33	0,534
27	KIAWANG	Siau Barat Utara	Sedang	229.000.000	0,67	36.498.172	0,33	0,534
28	KAWAHANG	Siau Barat Utara	Sedang	299.000.000	0,67	61.551.085	0,33	0,534
29	BATUBULAN	Siau Barat Utara	Sedang	174.000.000	0,67	42.489.230	0,33	0,534
30	NAMENING	Siau Barat Utara	Sedang	240.000.000	0,67	40.343.546	0,33	0,534

Sumber: Penulis, 2019

Dari hasil analisis di atas tidak ada kelurahan atau desa yang termasuk dalam nilai kerentanan tinggi, sedangkan untuk kelurahan atau desa dengan tingkat kerentanan rendah terdapat di 1 desa dan 1 kelurahan, 1 kelurahan yang termasuk yaitu kelurahan Bahu, sedangkan untuk desa yaitu di Pehe dengan nilai 0.330 dan untuk bentuk visual petanya dapat di lihat pada gambar berikut :

Indeks Kerentanan Lingkungan

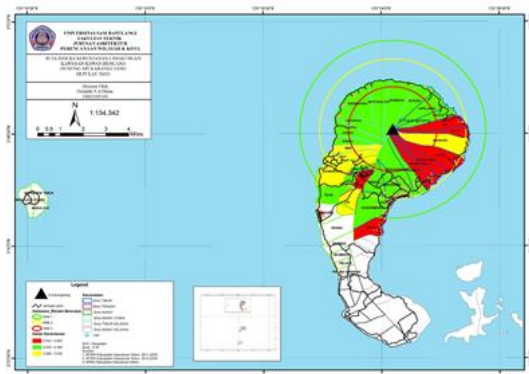
Indeks Kerentanan Lingkungan (IKL) merupakan proses perhitungan dari keseluruhan hasil nilai kerugian dari kerentanan lingkungan parameter hutan lindung, hutan alam dan semak belukar.

Tabel 10. Indeks Kerentanan Lingkungan

Kelurahan/Desa	Kecamatan	Luasan Hutan Lindung (Ha)	Skor	Luasan Hutan Alam (Ha)	Skor	Luasan Semak Belukar (Ha)	Skor	Indeks Kerentanan Lingkungan (IKL)
1	2	3	4	5	6	7	8	9=(10,4 x 5)+(0,4 x 7)+(0,1 x 9)
BERALI	Siau Timur	9	0,33	5	0,33	-	0	0,264
TATAHADENG	Siau Timur	-	0	13	0,33	-	0	0,132
TARORANE	Siau Timur	-	0	5	0,33	-	0	0,132
AKESIMBEKA	Siau Timur	17	0,33	16	0,33	-	0	0,264
BAHU	Siau Timur	21	0,67	13	0,67	-	0	0,536
BUKIDE	Siau Timur	-	0	15	0,33	-	0	0,132
APELAWO	Siau Timur	-	0	16	0,33	-	0	0,132
DEAHE	Siau Timur	6	0,33	7	0,33	-	0	0,264
LIA	Siau Timur	20	0,67	18	0,67	-	0	0,536
KANANG	Siau Timur	21	1,00	16	0,33	-	0	0,532
BUISE	Siau Timur	50	1,00	11	0,33	2	0,33	0,664
KARALUNG	Siau Timur	30	0,67	7	0,67	2	0,33	0,668
DAME	Siau Timur	-	0	11	0,33	-	0	0,132
DAME 1	Siau Timur	-	0	12	0,33	-	0	0,132
KARALUNG 1	Siau Timur	23	0,67	4	0,67	-	0	0,536
LIA 1	Siau Timur	22	0,67	11	0,67	-	0	0,536
SALILI	Siau Tengah	5	0,33	-	0	-	0	0,536
HUUNG	Siau Tengah	-	0	-	0	-	0	0
LAI	Siau Tengah	104	1,00	-	0	-	0	0,400
DOMPASE	Siau Tengah	11	0,33	-	0	-	0	0,132
KANAWONG	Siau Barat	-	0	268	1,00	4	0,33	0,532
PEHE	Siau Barat	17	0,33	89	0,33	-	0	0,264
LEHI	Siau Barat	-	0	100	1,00	3	0,33	0,532
MINI	Siau Barat Utara	-	0	207	1,00	-	0	0,400
KINALI	Siau Barat Utara	-	0	-	0	-	0	0
HUUNG	Siau Barat Utara	-	0	-	0	-	0	0
KIAWANG	Siau Barat Utara	-	0	-	0	-	0	0
KAWAHANG	Siau Barat Utara	-	0	-	0	-	0	0
BATUBULAN	Siau Barat Utara	-	0	-	0	-	0	0
NAMENING	Siau Barat Utara	-	0	-	0	-	0	0

Sumber: Penulis, 2019

Dari hasil analisis di atas desa yang termasuk dalam nilai kerentanan tinggi terdapat di desa Kararung dengan nilai kerentanannya 0,668 sedangkan untuk kelurahan atau desa dengan tingkat kerentanan rendah terdapat di 3 kelurahan dan 7 desa, 3 kelurahan yang termasuk yaitu kelurahan Bahu, Tatahadeng dan Tarorane sedangkan untuk desa yaitu di, Kinali, Kiawang, Kawahang, Batubulan, Namen, Huung, dan Beong dengan nilai 0.000 dan untuk bentuk visual petanya dapat di lihat pada gambar berikut :



Gambar 4. Peta Indeks Kerentanan Lingkungan Pulau Siau
Sumber: Penulis, 2019

Analisis Tingkat Kerentanan Letusan Gunung Api Karangetang di Pulau Siau

Tingkat kerentanan erupsi 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 (IKL)

Tabel 11. Indeks Kerentanan Letusan Gunung Api Karangetang di Pulau Siau

No	Kelurahan/Desa	Kerentanan	Indeks Kerentanan Fisik (IKF)	Indeks Kerentanan Sosial (IKS)	Indeks Kerentanan Ekonomi (IKE)	Indeks Kerentanan Lingkungan (IKL)	Indeks Kerentanan Letusan Gunung Api (IKLGA)
1	2	3	4	5	6	7	8
1	BEBALI	Sisa Timur	0,598	16,098	0,534	0,264	6,74861
2	TATAHADENG	Sisa Timur	0,499	17,580	0,534	0,132	7,30345
3	TARORANE	Sisa Timur	0,700	15,802	0,534	0,132	6,64257
4	AKESIMBEKA	Sisa Timur	0,598	16,337	0,534	0,264	6,84424
5	BAHU	Sisa Timur	0,367	16,330	0,330	0,536	6,71985
6	BUKIDE	Sisa Timur	0,499	17,798	0,534	0,132	7,39065
7	APELAWO	Sisa Timur	0,367	20,298	0,534	0,132	8,35765
8	DEAHE	Sisa Timur	0,499	16,798	0,534	0,264	7,00385
9	LIA	Sisa Timur	0,499	18,498	0,534	0,536	7,71105
10	KANANG	Sisa Timur	0,499	17,198	0,534	0,532	7,19065
11	BUISE	Sisa Timur	0,367	18,498	0,534	0,664	7,69085
12	KARALUNG	Sisa Timur	0,499	16,298	0,534	0,668	6,84425
13	DAME	Sisa Timur	0,499	15,902	0,534	0,536	6,67265
14	DAME 1	Sisa Timur	0,367	19,298	0,534	0,132	8,07645
15	KARALUNG 1	Sisa Timur	0,367	15,198	0,534	0,536	6,35805
16	LIA 1	Sisa Timur	0,367	20,498	0,330	0,536	8,42705
17	SALILI	Sisa Tengah	0,231	17,998	0,534	0,536	7,44405
18	BEONG	Sisa Tengah	0,499	18,798	0,534	0	7,77745
19	LAI	Sisa Tengah	0,231	17,798	0,534	0,400	7,35045
20	DOMPASE	Sisa Tengah	0,231	19,298	0,534	0,132	7,92365
21	KANAWONG	Sisa Barat	0,231	16,698	0,534	0,532	6,92365
22	PEHE	Sisa Barat	0,231	15,798	0,330	0,264	6,48585
23	LEHI	Sisa Barat	0,499	17,498	0,534	0,532	7,78965
24	MINI	Sisa Barat Utara	0,499	15,398	0,534	0,400	6,45745
25	KINALI	Sisa Barat Utara	0,499	17,398	0,534	0	7,21745
26	HIUNG	Sisa Barat Utara	0,231	16,298	0,534	0	6,71045
27	KIAWANG	Sisa Barat Utara	0,367	16,298	0,534	0	6,74445
28	KAWAHANG	Sisa Barat Utara	0,499	17,198	0,534	0	7,13745
29	BATUBULAN	Sisa Barat Utara	0,231	17,498	0,534	0	7,19045
30	NAMENG	Sisa Barat Utara	0,499	17,398	0,534	0	7,21745

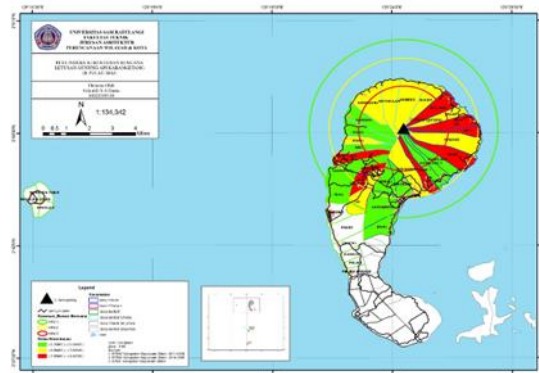
Sumber: Penulis, 2019

Dari hasil analisis di atas ada 8 (delapan) desa yang termasuk dalam klasifikasi nilai kerentanan tinggi yaitu di desa Apelawo 8,35765, Lia 7,71105, Buise 7,69085, Dame 1 (satu) 8,07645, Lia 1 (satu) 8,42705, Beong 7,77745, Dompase 7,92365 dan Lehi 7,78965 dan untuk bentuk visual petanya dapat di lihat pada tabel dan gambar berikut :

Tabel 11. Indeks Kerentanan Letusan Gunung Api Karangetang di Pulau Siau

No	Kelurahan/Desa	Nilai Kerentanan	Kelas Kerentanan
1	2	3	4
1	BEBALI	6,74861	Rendah
2	TATAHADENG	7,30345	Sedang
3	TARORANE	6,64257	Rendah
4	AKESIMBEKA	6,84424	Rendah
5	BAHU	6,71985	Rendah
6	BUKIDE	7,39065	Sedang
7	APELAWO	8,35765	Tinggi
8	DEAHE	7,00385	Sedang
9	LIA	7,71105	Tinggi
10	KANANG	7,19065	Sedang
11	BUISE	7,69085	Tinggi
12	KARALUNG	6,84425	Rendah
13	DAME	6,67265	Rendah
14	DAME 1	8,07645	Tinggi
15	KARALUNG 1	6,35805	Rendah
16	LIA 1	8,42705	Tinggi
17	SALILI	7,44405	Sedang
18	BEONG	7,77745	Tinggi
19	LAI	7,35045	Sedang
20	DOMPASE	7,92365	Tinggi
21	KANAWONG	6,92365	Rendah
22	PEHE	6,48585	Rendah
23	LEHI	7,78965	Tinggi
24	MINI	6,45745	Rendah
25	KINALI	7,21745	Sedang
26	HIUNG	6,71045	Rendah
27	KIAWANG	6,74445	Rendah
28	KAWAHANG	7,13745	Sedang
29	BATUBULAN	7,19045	Sedang
30	NAMENG	7,21745	Sedang

Sumber: Penulis, 2019



Gambar 5. Peta Indeks Kerentanan Letusan Gunung Api Karangetang di Pulau Siau

Sumber: Penulis, 2019

Rekomendasi-rekomendasi Penanganan di Kawasan Tingkat Kerentanan Tinggi

Berdasarkan hasil analisis tingkat kerentanan atau dapat di lihat pada peta indeks kerentanan letusan Gunung Api Karangetang di pulau Siau pada Gambar 4.24. Maka perlu di ambil langkah-langkah atau arahan penanggulangan dalam melakukan mitigasi bencana di lihat dari hasil indeks kerentanan khususnya pada 8 (delapan) desa dengan tingkat kerentanan tinggi. Kegiatan-kegiatan pada tahap pra-bencana erat kaitannya dengan istilah mitigasi bencana yang merupakan upaya untuk meminimalkan dampak bencana dan kerugiannya. Mitigasi bencana mencakup baik perencanaan dan pelaksanaannya

tindakan-tindakan untuk mengurangi dampak dari suatu bencana yang di lakukan sebelum terjadi.

Rekomendasi-rekomendasi penanganan yang sederhana ini di berikan sebagai langkah awal dalam melakukan mitigasi bencana berdasarkan perhitungan dari indeks kerentanan Gunung Api Karangetang di pulau Siau, sehingga didapatkan kelurahan maupun 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. Membatasi dan mengawasi perluasan lahan produktif di kawasan rentan letusan gunung api sebagai salah satu upaya untuk meminimalisir kerugian lahan produktif rupiah
6. Perlindungan dan pengelolaan kawasan hutan lindung 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 ini pada bab-bab sebelumnya penulis menyimpulkan ada 2 poin penting yaitu

1. Untuk analisis kerentanan bencana Gunung Api Karangetang di Pulau Siau yang di tinjau dari hasil perhitungan aspek –aspek kerentanan yang meliputi kerentanan fisik, kerentanan sosial, kerentanan ekonomi dan yang terakhir kerentanan lingkungan dan di bagi menjadi 3 (kelas) yaitu kelas kerentanan rendah meliputi 5 kelurahan yaitu (Kelurahan Tarorane, Akesimbeka, Bahu, Paseng, Ondong dan juga 13 desa yaitu desa Bebali, Kararung, Dame, Kararung 1 (satu), Peling sawang, Kanawong, Peling, Pehe, Makalehi, Makalehi Utara, Mini, Hiung dan Kiawang) kelas kerentanan sedang meliputi 2 kelurahan yaitu (kelurahan Tatahadeng dan kelurahan Paniki dan juga 10 (sepuluh) desa yaitu (desa Bukide, Deahe, Kanang, Salili, Lai, Paniki, Bumbiha, Makalehi timur, Kinali, Kawahang, Batubulan dan Nameng) sedangkan pada kelas kerentanan tinggi terdapat di 8 (delapan) desa yaitu di (desa Apelawo, Lia , Buise, Dame 1 (satu), Lia 1 (satu), Beong , Dompase dan desa Lehi) sehingga 8 desa dari 39 kelurahan dan desa yang ada di 4 kecamatan tersebut di harapkan memiliki kapasitas daerah yang baik dalam hal kesiapsiagaan terhadap dampak bencana khususnya letusan/erupsi gunung api.
2. Hasil analisis indeks kerentanan letusan gunung api Karangetang di pulau siau untuk ke 8 (delapan) desa dengan tingkat kerentanan tinggi di lakukan rekomendasi-rekomendasi terkait penanganan yang ditujukan ke pemerintah Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang dan Biaro (Sitiro) lebih tepatnya pemerintah yang ada di pulau Siau terkait pertimbangan perencanaan dan pengembangan mitigasi bencana berdasarkan aspek Kerentanan Fisik, Kerentanan Sosial,

Kerentanan Ekonomi dan Kerentanan Lingkungan yang sudah di kaji pada sub-sub bab sebelumnya,

Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan di atas dan rekomendasi-rekomendasi yang di berikan pada analisis kerentanan, maka penulis mengeluarkan saran-saran sebagai berikut kepada pemerintah Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang dan Biaro (Sitaro) lebih tepatnya pemerintah yang ada di pulau Siau sebagai pihak berwenang yang menjadi prioritas untuk dilakukan sebagai langkah awal dalam memitigasi bencana letusan gunung api Karangetang adalah sebagai berikut:

1. Melakukan edukasi publik dari instansi Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana (BKKBN) Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang dan Biaro (Sitaro) terkait pengadaan sosialisasi terkait program Keluarga Berencana (2 anak lebih baik) sebagai upaya menekan angka pertumbuhan penduduk di kawasan rentan bencana untuk pengurangan resiko kelompok umur rentan terpapar dampak letusan gunung api Karangetang.
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. Melakukan pengaturan dan pengawasan terhadap perluasan lahan produktif di kawasan rentan bencana sebagai upaya untuk mengurangi kerugian dari indeks kerentanan ekonomi.
4. Penguatan konservasi hutan alam dan hutan lindung dari Dinas Kehutanan Kabupaten Kepulauan Sitaro sebagai upaya pengelolaan dan perlindungan terhadap kawasan hutan lindung sebagai upaya untuk mengutangi kerugian indeks kerentanan lingkungan

Diharapkan hasil Analisis Kerentanan ini dapat berguna untuk Analisis Tingkat

Kapasitas dan Analisis Resiko Bencana lanjutan selanjutnya

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2016 *Buku Risiko Bencana Indonesia*, Jakarta BNPB
- Anonim, 2019. *Undang-undang Republik Indonesia Tahun 2007, Tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*
- Anonim, 2019. *Kecamatan Siau Timur Dalam Angka, Badan Pusat Statistik. Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro*, 2018.
- Anonim, 2019. *Kecamatan Siau Tengah Dalam Angka, Badan Pusat Statistik. Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro*, 2018
- Anonim, 2019. *Kecamatan Siau Barat Dalam Angka, Badan Pusat Statistik. Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro*, 2018
- Anonim, 2019. *Kecamatan Siau Barat Utara Dalam Angka, Badan Pusat Statistik. Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro*, 2018
- Anonim. 2019. *Rencana Tata Ruang Kabupaten Kepulauan Siau, Tagulandang Biaro 2014- 2034.*
- Anonim. *Republik Indonesia, 2012. Peraturan Kepala BNPB No 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Resiko Bencana. Jakarta. BNPB.*
- Anonim, *Republik Indonesia, 2007. Peraturan Meteri Pekerjaan Umum No 21/PRT/M/2007 tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Letusan Gunung Berapi dan Kawasan Rawan Gempa Bumi. Jakarta. Sekretariat Kabinet Negara.*
- Anonim, 2019, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 88 Tahun 2014 Tentang Pembinaan Penyelenggaraan Perumahan Dan Kawasan Permukiman.*
- Ariyadi Nugroho Susilo. 2014. *Analisis Tingkat Resiko Erupsi Gunung Merapi Terhadap Pemukiman di Kecamatan Kemalang Kabupaten Klaten. Vol 3, No 1 (2014) Jurnal Teknik Perencanaan Wilayah dan*

- Kota Universitas Diponegoro
- Arif Ashari, dan Suparmini (2014) *Kajian Bahaya Erupsi dan Longsor pada Lembah Antar Gunung Api Merapi Merbau Jawa Tengah*. Vol 20, No 1 (2015) Jurnal Penelitian Saintek, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Djalil, Apriska, 2015. *Evaluasi Peruntukan lahan dan Pemetaan zonasi tingkat resiko Bencana Letusan Gunung Api Gamalama di Kota Ternate (Studi Kasus : Gunung Api Gamalama, Kota Ternate)* Volume 2, No 3. Jurnal Unsrat Spasial, Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Samratulangi 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 Samratulangi Manado.
- Putri Sophia Nur Kartika (2012) *Zonasi Permukiman Aman Pasca Bencana Erupsi Merapi Tahun 2010 di Kecamatan Cangkringan Kabupaten Sleman Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG)* Vol 18, No 4 (2012) Jurnal Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Yogyakarta
- Anonim, 2019, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 88 Tahun 2014 Tentang Pembinaan Penyelenggaraan Perumahan Dan Kawasan Permukiman*.