

ANALISIS TINGKAT KERENTANAN GUNUNG API AWU DI KABUPATEN KEPULAUAN SANGIHE

Sri Ratni Salatun¹, Octavianus H.A Rogi² & Steven Lintong³

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

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

E-mail : sriratnisalatun2113@gmail.com

ABSTRAK

Gunung Awu merupakan gunung api aktif yang terletak di Kabupaten Kepulauan Sangihe dengan tipe *Saint Vincent* atau Tipe *Vulcano*. Puncak tertinggi terletak pada koordinat 03° 41' LU dan 125° 27'30" BT pada ketinggian 1.340 meter diatas permukaan laut. Bahaya primer letusan gunung api Awu (bahaya langsung akibat letusan) berupa awan panas, aliran lava, guguran lava pijar, dan aliran lahar letusan dan kawasan rawan bencana terhadap hujan material lontaran batu (pijar) berukuran lapili sampai bom/blok (>64 mm), hujan lumpur dan hujan abu lebat. Bahaya sekunder (bahaya tidak langsung akibat letusan) berupa lahar hujan yang terjadi setelah erupsi apabila turun hujan lebat di sekitar puncak. Tujuan dari penelitian ini yaitu merekomendasikan strategi mitigasi bencana melalui analisis spasial dalam tingkat kerentanan gunung api Awu dalam aspek fisik, sosial, ekonomi dan lingkungan. Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif dan kuantitatif dengan melakukan analisis spasial. Sesuai 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. 02 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 penelitian, terdapat beberapa hal yaitu; persebaran tingkat kerentanan di Kabupaten Kepulauan Sangihe terbagi atas 3 kelas (Rendah, Sedang dan Tinggi) dan yang menjadi pembahasan adalah desa dengan kelas kerentanan tinggi ada 12 (dua belas kelurahan/desa) dan rekomendasi-rekomendasi mitigasi penanganan di wilayah rentan bencana letusan Gunung api Awu.

Kata Kunci : *Tingkat Kerentanan, Gunung Api, Spasial, Mitigasi*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang mempunyai busur gunungapi terpanjang di dunia. Indonesia memiliki 129 gunung api aktif, atau sekitar 13% gunungapi aktif di dunia terletak di Indonesia, sehingga menjadikan negara ini sebagai pemilik gunungapi terbanyak di dunia. Di Provinsi Sulawesi Utara sendiri terdapat 65 gunung, dengan 9 gunung berstatus aktif. Salah satu gunung berapi yang masih aktif di provinsi Sulawesi Utara adalah Gunung api Awu terletak di Kabupaten Kepulauan Sangihe dengan tinggi 1.320 meter di atas permukaan laut. Secara geografis gunung api Awu terletak pada titik koordinat 03° 40' LU dan 125° 30' BT. Tipe gunung api Awu adalah tipe Strato dengan Kubah Lava. Adanya aktivitas sejarah letusan terakhir erupsi gunung api Awu pada tahun 2004 8-10 Juni 2004, terjadi erupsi

magmatik, kolom asap setinggi 1000-3000 meter diatas puncak. Ketebalan abu di Kec. Tabukan Utara setebal 0.5 -1 mm. Jumlah penduduk yang mengungsi sekitar 18,648 orang. Tidak ada korban jiwa. Dampak dari letusan gunung Awu adalah bahaya primer dan bahaya sekunder. Bahaya primer atau bahaya langsung akibat letusan, adalah seperti luncuran awan panas, lontaran piroklastik dan aliran lava. Sedangkan bahaya sekunder atau bahaya tidak langsung adalah lahar hujan yang terjadi setelah erupsi apabila turun hujan lebat di sekitar puncak.

Kondisi ini menggambarkan bahwa dampak erupsi bila terjadi letusan gunung api Awu, maka masyarakat pada zonasi wilayah rawan bencana berpotensi mengalami tingkat kerusakan secara fisik, bahkan mengancam keselamatan jiwa. Pusat erupsi tersebut di kenal sebagai kawah Tompaluan. Ketiadaan analisis

terhadap indeks kerentanan gunung berapi berpengaruh terhadap penilaian risiko bencana sebagai salah satu upaya mitigasi dan timbulnya kendala-kendala dalam mengetahui dampak negatif yang mungkin timbul akibat suatu bencana. Oleh karena itu, adanya penelitian ini diharapkan mampu memetakan dan menganalisis tingkatan kerentanan bencana Gunung api Awu di Kabupaten Kepulauan Sangihe, sehingga nantinya diharapkan menjadi rekomendasi untuk penanganan/mitigasi awal dalam mengantisipasi dampak bencana, agar tidak menimbulkan kerugian yang besar. Dari uraian diatas muncul beberapa rumusan masalah yang menjadi tujuan dalam penelitian ini :

1. Memetakan tingkat kerentanan bencana gunung api Awu di kawasan yang terdampak letusan gunung api dalam Aspek fisik, sosial, ekonomi dan lingkungan.
2. Merekomendasikan strategi mitigasi bencana melalui analisis spasial dalam tingkat kerentanan gunung api Awu dalam aspek fisik, sosial, ekonomi dan lingkungan.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Bencana

Bencana Menyebutkan Bencana adalah peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan 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. 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.

Pengertian Gunung Berapi

Gunung adalah sebuah bentuk tanah yang menonjol di atas wilayah sekitarnya. Sebuah gunung biasanya lebih tinggi dan curam dari sebuah bukit, tetapi ada kesamaan dan penggunaan sering tergantung dari adat lokal. Beberapa otoritas mendefinisikan gunung dengan puncak lebih besaran tertentu, misalnya Encyclopedia Britannica membutuhkan ketinggian 2000 kaki (610 meter) agar bisa

didefinisikan sebagai gunung. Sebuah gunung biasanya membentuk gaya Endogen. Gaya Endogen adalah gaya yang bekerja pada kulit bumi dan berasal dari dalam bumi yang berlangsung sangat lambat namun kekuatannya sangat besar. Dalam hal ini gunung dibagi menjadi 2 kategori, yaitu gunung berapi aktif dan gunung berapi tidak aktif. Gunung berapi yaitu suatu sistem fluida panas (batuan dalam wujud cair atau lava) yang memanjang dari kedalaman sekitar 10 Km di bawah permukaan bumi sampai ke permukaan bumi, termasuk endapan hasil akumulasi material yang dikeluarkan pada saat meletus.

Mitigasi Bencana

Mitigasi berarti mengambil tindakan-tindakan untuk mengurangi pengaruh-pengaruh dari suatu bahaya itu terjadi. Istilah mitigasi berlaku untuk cakupan yang luas dari aktifitas-aktifitas dan tindakan-tindakan perlindungan yang mungkin diawali, dari yang fisik, membangun bangunan-bangunan yang lebih kuat, sampai dengan yang procedural, seperti teknik-teknik yang baku untuk menggabungkan penilaian bahaya didalam rencana penggunaan lahan. (UNDP, 1992 : 11).

Penilaian Risiko Bencana

Menurut Bakornas PB dalam Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana di Daerah, Risiko (*Risk*) adalah kemungkinan timbulnya kerugian pada suatu wilayah dan kurun waktu tertentu yang timbul karena suatu bahaya menjadi bencana. Risiko bencana adalah interaksi antar kerentanan daerah dengan ancaman bahaya (*hazard*) yang ada. Ancaman bahaya, khususnya bahaya alam bersifat tetap karena bagian dari dinamika proses alami pembangunan atau pembentukan roman muka bumi baik dari tenaga internal maupun eksternal, sedangkan tingkatkerentanan daerah dapat dikurangi, sehingga kemampuan dalam menghadapi ancaman tersebut semakin meningkat.

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 (*vulnerability*) adalah tingkatan suatu sistem yang rentan terhadap dan mampu mengatasi efek dari perubahan iklim, termasuk variabilitas iklim dan ekstrem. Kerentanan merupakan fungsi dari karakter, jarak dan laju perubahan iklim dan variasi sistem yang terbuka, kepekaan dan kapasitas adaptif (IPCC, 2007). Kerentanan adalah sekumpulan kondisi dan atau suatu akibat keadaan (faktor fisik, sosial, ekonomi dan lingkungan) yang berpengaruh buruk terhadap upaya-upaya pencegahan dan penanggulangan bencana (Bakornas PB, 2009). Bila suatu bahaya merupakan suatu fenomena atau kondisi yang sulit diubah maka kerentanan masyarakat relative dapat diubah. Oleh karena itu pengurangan resiko bencana dapat dilakukan dengan cara memperkecil kerentanan. Kerentanan dikaitkan dengan kemampuan manusia untuk melindungi dirinya dan kemampuan untuk menanggulangi dirinya dari dampak bahaya/bencana alam tanpa bantuan dari luar. Kompleksitas arti kerentanan bencana maka dapat didefinisikan dan dijabarkan kriteria kerentanan bencana berdasarkan pada karakteristik dampak yang ditimbulkan pada obyek tertentu. Kerentanan, ketangguhan, kapasitas, dan kemampuan merespon dalam situasi darurat, bisa diimplementasikan baik pada level individu, keluarga, masyarakat dan institusi (Sunarti, 2009).

Pemetaan

Peta merupakan suatu gambaran yang ada dari permukaan bumi ini yang digambarkan di bidang datar dalam proyeksi tertentu. Peta disajikan dengan cara yang bermacam-macam. Ada peta konvensional hingga peta yang dapat tampil di sistem proyeksi. Secara umum peta

merupakan gambaran dari permukaan bumi yang digambarkan dengan bidang datar serta diperkecil pada skala tertentu. Ilmu yang mempelajari tentang peta disebut dengan kartografi. Kegunaan peta sendiri juga sangat beragam sebenarnya. Mulai dari penggambaran yang ada pada suatu muka bumi sehingga kita lebih muda untuk mempelajarinya. Peta juga digunakan sebagai referensi untuk mengetahui suatu letak atau wilayah yang tertentu. Biasanya peta juga dijadikan sebagai referensi pada ilmu geologi. Hasil dari penginderaan jauh disebut dengan citra foto. Dalam pengumpulan data, citra foto tersebut akan digunakan pada peta tematik. Selain itu ada hasil dari sebuah sensus yang berupa data statistik yang disajikan dalam tabel atau grafik tertentu. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pemetaan merupakan proses yang dilakukan berupa pengukuran, perhitungan dan penggambaran permukaan bumi dengan menggunakan cara atau metode tertentu sehingga didapatkan hasil berupa Softcopy dan Hardcopy.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif. Metode penelitian deskriptif adalah sebuah penelitian yang bertujuan untuk memberikan atau menjabarkan suatu keadaan atau fenomena yang terjadi saat ini dengan menggunakan prosedur ilmiah untuk menjawab masalah secara actual (Sugiyono, 2011).

Dalam penelitian ini melakukan analisis terhadap tingkat kerentanan bencana Gunung api Awu di Kabupaten Kepulauan Sangihe sesuai dengan *Perka BNPB No. 3 Tahun 2012 tentang Panduan Penilaian Kapasitas Daerah dalam Penanggulangan Bencana*. Setelah itu nilai hasil pembobotan masing-masing aspek tersebut dijelaskan dengan nilai indeks kerentanan bencana gunung api, yaitu :

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

Variabel Penelitian

Berikut variabel penelitian tingkat kerentanan dan parameter yang dijelaskan dalam Tabel 1 berikut ini. Berikut Variabel penelitian tingkat kerentanan dan Parameter yang dijelaskan dalam Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1 Variabel Penelitian

Variabel	Parameter
Kerentanan Fisik :	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rumah ▪ Fasilitas Umum ▪ Fasilitas Kritis
Kerentanan Sosial :	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kepadatan Penduduk ▪ Kelompok Rentan : <ul style="list-style-type: none"> - Rasio jenis kelamin - Rasio kemiskinan - Rasio orang cacat ▪ Rasio Kelompok umur rentan (anak-anak dan lansia)
Kerentanan Ekonomi :	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lahan produktif ▪ Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)
Kerentanan Lingkungan :	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hutan lindung ▪ Hutan alam ▪ Semak belukar

Sumber : Penulis, 2019

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. Kerentanan Fisik

Indikator yang digunakan untuk kerentanan fisik adalah kepadatan rumah (permanen, semipermanen dan non-permanen), ketersediaan bangunan/fasilitas umum dan ketersediaan fasilitas kritis.

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*skor Rumah) + (0,3*skor Fasum) + (0,3*skor Faskris)				

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. Kerentanan Sosial

Indikator yang digunakan untuk kerentanan sosial adalah kepadatan penduduk, rasio jenis kelamin, rasio kemiskinan, rasio orang cacat dan rasio kelompok umur. Indeks kerentanan 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%)				
Kerentanan Sosial = 0. 6 × skor Kepadatan Penduduk + 0. 1 × rasio jenis kelamin + 0. 1 × rasio kelompok umur rentan + 0. 1 × rasio penduduk miskin + (0. 1 × rasio penduduk miskin)				

3. Kerentanan Ekonomi

Parameter konversi indeks kerentanan ekonomi untuk ancaman Gunung api ditunjukkan pada persamaan dalam di bawah ini:

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*skor Lahan Produktif) + (0,4*skor PDRB)				
Perhitungan nilai setiap parameter dilakukan berdasarkan:				
<ul style="list-style-type: none"> • Pada kelas bahaya RENDAH memiliki pengaruh 0% • Pada kelas bahaya SEDANG memiliki pengaruh 50% • Pada kelas bahaya TINGGI memiliki pengaruh 100% 				

4. Kerentanan Lingkungan

Indikator yang digunakan untuk kerentanan lingkungan adalah penutupan lahan (hutan lindung, hutan alam dan semak belukar).

Tabel 5. Pembobotan Nilai Kerentanan Lingkungan

Parameter	Kelas			Skor
	Rendah	Sedang	Tinggi	
Hutan Lindung	<20	20 – 50	>50 Ha	Kelas/

	Ha	Ha		Nilai Maks. Kelas
Hutan Alam	<25 Ha	25 – 75 Ha	>75 Ha	
Semak Belukar	<10 Ha	10 – 30 Ha	>30 Ha	
$Kerentanan\ Lingkungan = (0,4 * skor\ Hutan\ Lindung) + (0,4 * skor\ H\ utan\ Alam) + (0,1 * skor\ Semak\ Belukar)$				

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

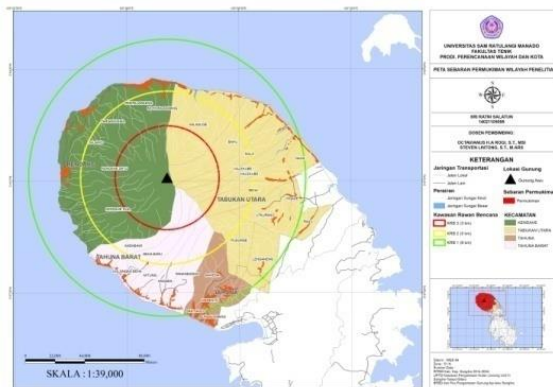
Tabel 6. Pembagian Kelas Rawan Bencana

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 data Rencana Kontijensi Erupsi Gunung Awu Tahun 2019 mengenai Kawasan yang terdampak bencana Gunung Api Awu ada empat Kecamatan yang terdampak yaitu Kecamatan Tahuna, Kecamatan Tahuna Barat, Kecamatan Kendahe dan Kecamatan Tabukan Utara.



Gambar 1. Peta Deliniasi Lokasi Penelitian
Sumber: Penulis, 2019

Karakteristik Gunung Api Awu

Gunung Awu merupakan salah satu Gunung Api aktif tipe A, yang terletak di Pulau Sangihe besar, Kabupaten Sangihe, Provinsi Sulawesi Utara. Puncak tertinggi terletak pada koordinat 03° 41' LU dan 125° 27'30'' BT pada ketinggian 1.340 meter diatas permukaan laut. Gunung Awu mempunyai sebuah kawah berukuran 1.550 m X 1200 m. pada bulan Juni 2004 terjadi erupsi efusif yang menghasilkan

kubah Lavah yang tumbuh di tengah kawah. Sebagian area kawah bagian Barat yang tidak ditempati oleh kubah Lavah biasanya berair yang berasal dari air hujan yang tertampung didalam kawah dan membentuk sebuah danau dengan luas kurang lebih 7500 m2. Air danau inilah yang merupakan salah satu potensi bahaya bila terjadi letusan. Gunung Awu memiliki karakter erupsi Magmatik Eksplosif, Magmatik Efusif, dan Reatik. Erupsi Gunung Awu yang utama dapat digolongkan sebagai tipe *Saint Vincent* atau Tipe *Vulcano*.



Gambar 2. Gunung Api Awu dan Kubah Lava di Puncak Gunung Awu
Sumber : Dokumentasi Pribadi dan Google.com

Sejarah Letusan

Gunung Awu tercatat kegiatan letusannya sejak 1640 dengan masa istirahat terpendek satu tahun, masa istirahat menengah 46 tahun dan terpanjang 101 tahun (1711-1812). Sejak 1640 sampai dengan 1966 telah tercatat 17 (tujuh belas) letusan, yaitu tahun 1640, 1646, 1711, 1812, 1856, 1875, 1883, 1885, 1892, 1893, 1913, 1921, 1922, 1930, 1966, 1992, dan 2004 dengan intensitas letusan berkisar antara 1–4 VEI. Diantaranya terdapat 5 kejadian letusan yang menelan korban jiwa serta kerugian material yang sangat besar (Matahelumal, 1985).

Pembahasan

Indeks Kerentanan Fisik

Indikator yang digunakan untuk kerentanan fisik adalah kepadatan rumah (permanen, semipermanen dan non-permanen), ketersediaan bangunan/fasilitas umum dan ketersediaan fasilitas kritis. Kepadatan rumah diperoleh dengan membagi mereka atas area terbangun atau luas desa dan dibagi berdasarkan wilayah (dalam ha) dan dikalikan dengan harga satuan dari masing-masing parameter. Perhitungan indeks kerentanan fisik dengan formula atau rumus solutif yaitu sebagai berikut:

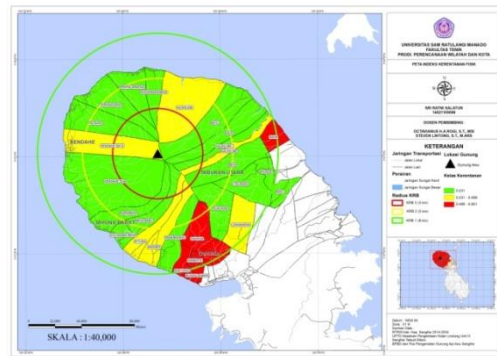
$$Kerentanan\ Fisik = (0,4 \times skor\ Rumah) + (0,3 \times skor\ Fasilitas\ Umum) + (0,3 \times skor\ Fasilitas\ Kritis)$$

Tabel 7. Indeks Kerentanan Fisik

No	Nama Kelurahan/Desa	Kecamatan	Skor Rumah	Skor Fasum	Skor Fasis	Indeks Kerentanan Fisik
1	2	3	4	5	6	7
						$7=(0,4 \times 4) + (0,3 \times 5) + (0,3 \times 6)$
1	Santiago	Tahuna	1,00	1,00	0,00	0,700
2	Manente	Tahuna	1,00	1,00	0,00	0,700
3	Mahena	Tahuna	0,67	1,00	0,00	0,568
4	Bungalawang	Tahuna	1,00	1,00	0,67	0,901
5	Angges	Tahuna Barat	0,33	0,67	0,00	0,333
6	Pananekeg	Tahuna Barat	0,33	0,33	0,00	0,231
7	Kolongan Mitung	Tahuna Barat	0,67	0,33	0,00	0,367
8	Kolongan Beha	Tahuna Barat	0,33	0,33	0,00	0,231
9	Kolongan Beha Baru	Tahuna Barat	0,33	0,33	0,00	0,231
10	Kolongan Akembawi	Tahuna Barat	0,33	0,33	0,00	0,231
11	Taring Lama	Kendahe	0,33	0,33	0,00	0,231
12	Talawid	Kendahe	0,33	0,33	0,00	0,231
13	Kendahe II	Kendahe	0,33	0,33	0,00	0,231
14	Kendahe I	Kendahe	0,33	0,33	0,33	0,330
15	Mohongsawang	Kendahe	0,33	0,33	0,00	0,231
16	Pampalaraeng	Kendahe	0,33	0,33	0,00	0,231
17	Kalasure	Tabukan Utara	0,67	0,33	0,00	0,367
18	Bahu	Tabukan Utara	0,33	0,33	0,00	0,231
19	Mala	Tabukan Utara	0,33	0,33	0,0	0,231
20	Kalakube	Tabukan Utara	1,00	0,33	0,0	0,499
21	Naha	Tabukan Utara	0,67	1,00	0,0	0,568
22	Beha	Tabukan Utara	0,33	0,33	0,0	0,231
23	Utaurano	Tabukan Utara	0,33	0,33	0,0	0,231
24	Lenganeng	Tabukan Utara	0,67	0,33	0,0	0,367
25	Raku	Tabukan Utara	0,33	0,33	0,0	0,231
26	Kalakube I	Tabukan Utara	0,33	0,33	0,0	0,231
27	Moade	Tabukan Utara	0,33	0,33	0,0	0,231
28	Pusunge	Tabukan Utara	0,33	0,33	0,0	0,231

Sumber : Analisis Penulis 2019

Dapat dilihat dari hasil di atas Kelurahan yang termasuk klarifikasi tinggi ada di 5 Kelurahan/Desa, yaitu di Kelurahan Santiago dan Manente dengan nilai yang sama yaitu 0.700, kemudian Kelurahan Mahena dan Desa Naha dengan nilai yang sama yaitu 0.568 dan yang klasifikasi paling tinggi nilai kerentanannya yaitu 0.901 berada di Kelurahan Bungalawang. Sedangkan untuk Kelurahan/Desa yang memiliki nilai kerentanan terendah terdapat di 16 Kelurahan/Desa yaitu di Kelurahan Pananekeg, Kolongan Beha, Kolongan Beha Baru, Akembawi, Desa Tariang Lama, Talawid, Kendahe II, Mohongsawang, Pampalaraeng, Bahu, Mala, Beha, Utaurano, Raku, Kalakube I, Moade dan Pusunge dengan nilai kerentanan terendah 0.231. Untuk visualisasinya di buat peta kerentanan fisik, Berikut dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3. Peta Indeks Kerentanan Fisik

Sumber: Penulis, 2019

Indeks Kerentanan Sosial

Perhitungan indeks kerentanan fisik dengan formula atau rumus solutif yaitu sebagai berikut :

$$\text{Kerentanan Sosial} = (0,6 \times \text{skor Kepadatan Penduduk}) + (0,1 \times \text{Rasio Jenis Kelamin}) + (0,1 \times \text{Rasio Kelompok Umur Rentan}) + (0,1 \times \text{Rasio Penduduk Miskin}) + (0,1 \times \text{Rasio Penduduk Cacat})$$

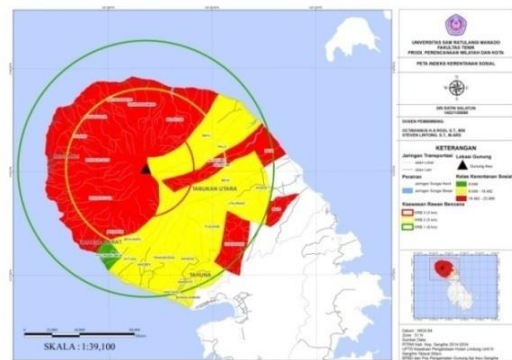
Tabel 8. Indeks Kerentanan Sosial

NO	Nama Kelurahan/Desa	Kecamatan	Skor Kepadatan Penduduk	Rasio Jenis Kelamin	Rasio Kelompok Umur Rentan	Rasio Penduduk Miskin	Rasio Penduduk Cacat	Indeks Kerentanan Sosial
1	2	3	4	5	6	7	8	9
								$9=(0,6 \times 4) + (0,1 \times 5) + (0,1 \times 6) + (0,1 \times 7) + (0,1 \times 8)$
1	Santiago	Tahuna	1,00	106	60	16	0	17,599
2	Manente	Tahuna	1,00	98	60	14	0	18,171
3	Mahena	Tahuna	0,33	111	44	9	0	14,540
4	Bungalawang	Tahuna	1,00	103	65	10	0	17,794
5	Angges	Tahuna Barat	0,33	102	68	4	1	17,292
6	Pananekeg	Tahuna Barat	0,33	91	47	21	0	17,991
7	Kolongan Mitung	Tahuna Barat	0,33	104	68	20	0	18,605
8	Kolongan Beha	Tahuna Barat	0,67	98	49	15	0	8,049

9	Kolongan Beha Baru	Tahun Barat	0.33	102	55	31	1	18.678
10	Kolongan Akembawi	Tahun Barat	0.33	101	93	19	0	21.346
11	Taring Lama	Kendahe	0.33	101	54	51	0	20.638
12	Talawid	Kendahe	0.33	113	59	109	0	25.896
13	Kendahe II	Kendahe	0.33	97	74	55	2	23.583
14	Kendahe I	Kendahe	0.33	99	89	16	3	21.066
15	Mohongsawang	Kendahe	0.33	102	25	80	0	20.513
16	Pampalaraeng	Kendahe	0.33	104	53	76	0	22.660
17	Kalasure	Tabukan Utara	0.33	103	75	47	0	22.048
18	Bahu	Tabukan Utara	1.00	122	49	40	0	17.701
19	Mala	Tabukan Utara	0.33	110	49	25	0	16.710
20	Kalakube	Tabukan Utara	0.33	117	99	16	0	20.188
21	Naha	Tabukan Utara	0.67	111	59	62	0	21.465
22	Beha	Tabukan Utara	0.33	93	59	26	0	19.461
23	Utaurano	Tabukan Utara	0.33	112	52	34	0	17.707
24	Lenganeng	Tabukan Utara	0.33	112	100	29	0	22.068
25	Raku	Tabukan Utara	0.67	111	93	13	0	19.995
26	Kalakube I	Tabukan Utara	0.33	110	112	36	1	24.187
27	Moade	Tabukan Utara	0.33	107	46	15	1	15.717
28	Pusunge	Tabukan Utara	0.33	113	87	18	0	19.462

Sumber : Analisis Penulis 2019

Dapat di lihat dari hasil tabel di atas ada 12 kelurahan/desa yang termasuk klasifikasi kerentanan tertinggi yaitu Kelurahan Akembawi, Desa Kendahe II, Kendahe I, Talawid, Taring Lama, Pampalaraeng, Mohongsawang, Kalsuge, Kalakube, Kalakube I, Raku dan Lenganeng, sedangkan untuk kelurahan/desa yang memiliki nilai kerentanan sedang ada 14 Kelurahan/desa yaitu Kelurahan Santiago, Kelurahan Bungalawang, Kelurahan Manente, Kelurahan Mahena, Kelurahan Pananekeng, Kelurahan Angges, Kelurahan Kolongan Mitung, dan Kolongan Beha Baru. Sedangkan tingkat kerentanan terendah terdapat di satu Kelurahan yaitu Kelurahan Kolongan Beha. Untuk gambar visualisasi di buat peta kerentanan sosial dapat di lihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4. Peta Indeks Kerentanan Sosial
Sumber: Penulis, 2019

Indeks Kerentanan Ekonomi

Perhitungan indeks lingkungan dengan rumus solutif yaitu sebagai berikut :

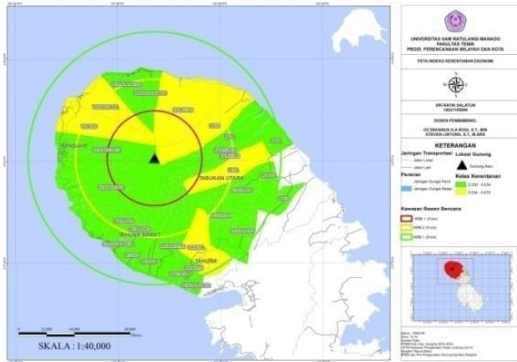
$$\text{Kerentanan Ekonomi} = (0,6 \times \text{skor Lahan Produktif}) + (0,4 \times \text{skor PDRB})$$

Tabel 9. Indeks Kerentanan Ekonomi

NO	Nama Kelurahan/Desa	Kecamatan	Kelas Bahaya	Skor Lahan Produktif	Skor PDRB	Indeks Kerentanan Ekonomi (IKE)
1	2	3	4	5	6	7
						$7=(0,6 \times 5)+(0,4 \times 6)$
1	Santiago	Tahun Barat	Rendah	0.33	0.33	0.330
2	Manente	Tahun Barat	Rendah	0.33	0.33	0.330
3	Mahena	Tahun Barat	Sedang	0.67	0.33	0.534
4	Bungalawang	Tahun Barat	Rendah	0.33	0.33	0.330
5	Angges	Tahun Barat	Sedang	0.33	0.33	0.330
6	Pananekeng	Tahun Barat	Sedang	0.33	0.33	0.330
7	Kolongan Mitung	Tahun Barat	Sedang	0.33	0.33	0.330
8	Kolongan Beha	Tahun Barat	Sedang	0.33	0.33	0.330
9	Kolongan Beha Baru	Tahun Barat	Sedang	0.33	0.33	0.330
10	Kolongan Akembawi	Tahun Barat	Sedang	0.33	0.33	0.330
11	Taring Lama	Kendahe	Sedang	0.67	0.33	0.534
12	Talawid	Kendahe	Sedang	0.67	0.33	0.534
13	Kendahe II	Kendahe	Sedang	0.67	0.67	0.670
14	Kendahe I	Kendahe	Sedang	0.33	0.33	0.330
15	Mohongsawang	Kendahe	Sedang	0.33	0.33	0.330
16	Pampalaraeng	Kendahe	Sedang	0.33	0.33	0.330
17	Kalasure	Tabukan Utara	Sedang	0.67	0.33	0.534
18	Bahu	Tabukan Utara	Sedang	0.67	0.33	0.534
19	Mala	Tabukan Utara	Sedang	0.33	0.33	0.330
20	Kalakube	Tabukan Utara	Sedang	0.33	0.33	0.330
21	Naha	Tabukan Utara	Rendah	0.33	0.33	0.330
22	Beha	Tabukan Utara	Sedang	0.67	0.33	0.534
23	Utaurano	Tabukan Utara	Sedang	0.33	0.33	0.330
24	Lenganeng	Tabukan Utara	Rendah	0.33	0.33	0.330
25	Raku	Tabukan Utara	Rendah	0.33	0.33	0.330
26	Kalakube I	Tabukan Utara	Sedang	0.33	0.33	0.330
27	Moade	Tabukan Utara	Rendah	0.33	0.33	0.330
28	Pusunge	Tabukan Utara	Sedang	0.33	0.33	0.330

Sumber : Analisis 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 22 Kelurahan/Desa yaitu kelurahan nilai 0.330 dan untuk bentuk visual petanya dapat di lihat pada gambar berikut ini.



Gambar 5. Peta Indeks Kerentanan Ekonomi
Sumber: Penulis, 2019

Indeks Kerentanan Lingkungan

Perhitungan indeks lingkungan dengan rumus solutif yaitu sebagai berikut :

$$\text{Kerentanan Lingkungan} = (0,4 \times \text{skor Hutan Lindung}) + (0,4 \times \text{skor Hutan alam}) + (0,1 \times \text{skor Semak Belukar})$$

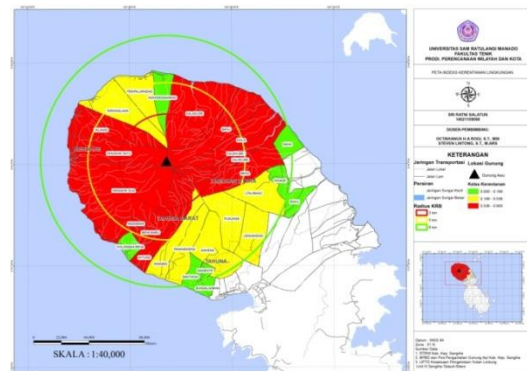
Tabel 10. Indeks Kerentanan Lingkungan

NO	Nama Kelurahan/Desa	Kecamatan	Skor Hutan Lindung	Skor Hutan Alam	Skor Semak Belukar	Indeks Kerentanan Lingkungan (IKL)
1	2	3	4	5	6	7 = (0,4 x 4) + (0,4 x 5) + (0,1 x 6)
1	Santiago	Tahuna	0.00	0.00	0.00	0.000
2	Manente	Tahuna	0.00	0.00	0.00	0.000
3	Mahena	Tahuna	0.00	1.00	0.00	0.400
4	Bungalawang	Tahuna	0.00	0.00	0.00	0.000
5	Angges	Tahuna Barat	0.67	0.67	0.00	0.536
6	Pananekeg	Tahuna Barat	0.00	0.67	0.00	0.268
7	Kolongan Mitung	Tahuna Barat	1.00	0.67	0.00	0.668
8	Kolongan Beha	Tahuna Barat	0.00	0.00	0.00	0.000
9	Kolongan Beha Baru	Tahuna Barat	1.00	1.00	0.00	0.800
10	Kolongan Akembawi	Tahuna Barat	1.00	1.00	0.00	0.800
11	Taring Lama	Kendahe	1.00	0.33	0.00	0.532
12	Talawid	Kendahe	1.00	1.00	0.00	0.800
13	Kendahe II	Kendahe	1.00	1.00	0.00	0.800
14	Kendahe I	Kendahe	1.00	1.00	0.00	0.800
15	Mohongsawang	Kendahe	0.33	0.00	0.67	0.199
16	Pampalarang	Kendahe	1.00	0.00	0.33	0.433
17	Kalasuge	Tabukan Utara	1.00	1.00	1.00	0.900
18	Bahu	Tabukan Utara	1.00	1.00	1.00	0.900
19	Mala	Tabukan Utara	1.00	1.00	0.00	0.800
20	Kalakube	Tabukan Utara	1.00	1.00	0.00	0.800
21	Naha	Tabukan Utara	0.00	0.00	0.00	0.000
22	Beha	Tabukan Utara	1.00	1.00	0.00	0.800
23	Utaurano	Tabukan Utara	0.33	0.67	0.00	0.400
24	Lenganeng	Tabukan Utara	0.00	1.00	0.00	0.400

25	Raku	Tabukan Utara	0.00	0.00	0.00	0.000
26	Kalakube I	Tabukan Utara	1.00	1.00	0.00	0.800
27	Moade	Tabukan Utara	0.00	0.00	0.00	0.000
28	Pusunge	Tabukan Utara	0.00	1.00	0.00	0.400

Sumber : Analisis Penulis 2019

Dari hasil analisis di atas ada terdapat 3 Kelurahan dan 9 desa yang termasuk dalam nilai kerentanan lingkungan tinggi aitu terdapat di Kelurahan Kolongan Mitung, Beha Baru, Kolongan Akembawi dan desa Kendahe II, Kendahe I, Talawid, Kalasuge, Bahu, Mala, Kalakube I, Kalakube dan Beha. Sedangkan untuk kelurahan atau desa dengan tingkat kerentanan lingkungan rendah terdapat di 4 kelurahan dan 4 desa, 4 kelurahan yang termasuk yaitu Santiago, Bungalawang, Manente dan Kolongan Beha sedangkan untuk desa yaitu di Mohongsawang, Naha, Moade dan Raku. Untuk bentuk visual petanya dapat di lihat pada gambar berikut ini.



Gambar 5. Peta Indeks Kerentanan Lingkungan
Sumber: Penulis, 2019

Analisis Tingkat Kerentanan Letusan Gunung Api Awu di Kabupaten Kepulauan Sangehe

Perhitungan indeks kerentanan letusan gunung api Awu dengan rumus solutif yaitu sebagai berikut :

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

Proses perhitungan indeks kerentanan letusan gunung api karangatang di pulau Sangehe dapat di lihat pada Tabel 11 berikut ini.

Tabel 11. Indeks Kerentanan Letusan Gunung Api Awu di Kabupaten Kepulauan Sangihe (IKLGA)

NO	Nama Kelurahan/Desa	Kecamatan	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
							$8 = (0,25 \times 4) + (0,4 \times 5) + (0,25 \times 6) + (0,1 \times 7)$
1	Santiago	Tahuna	0,231	17,991	0,330	0,268	7,363450
2	Manente	Tahuna	0,367	18,605	0,330	0,668	7,683050
3	Mahena	Tahuna	0,231	8,049	0,330	0,000	3,359850
4	Bungalawang	Tahuna	0,231	18,678	0,330	0,800	7,691450
5	Angges	Tahuna Barat	0,231	21,346	0,330	0,800	8,758650
6	Pananekeg	Tahuna Barat	0,231	20,638	0,534	0,532	8,499650
7	Kolongan Mitung	Tahuna Barat	0,231	25,896	0,534	0,800	10,629650
8	Kolongan Beha	Tahuna Barat	0,231	23,585	0,670	0,800	9,739250
9	Kolongan Beha Baru	Tahuna Barat	0,330	21,066	0,330	0,800	8,671400
10	Kolongan Akembawi	Tahuna Barat	0,231	20,513	0,330	0,199	8,365350
11	Taring Lama	Kendahe	0,231	22,660	0,330	0,433	9,247550
12	Talawid	Kendahe	0,367	22,048	0,534	0,900	9,134450
13	Kendahe II	Kendahe	0,231	17,701	0,534	0,900	7,361650
14	Kendahe I	Kendahe	0,231	16,710	0,330	0,800	6,904250
15	Mohongsawang	Kendahe	0,499	20,188	0,330	0,800	8,362450
16	Pampalaraeng	Kendahe	0,568	21,465	0,330	0,000	8,810500
17	Kalasuge	Tabukan Utara	0,231	19,461	0,534	0,800	8,055650
18	Bahu	Tabukan Utara	0,231	17,707	0,330	0,400	7,263050
19	Mala	Tabukan Utara	0,367	22,068	0,330	0,400	9,041450
20	Kalakube	Tabukan Utara	0,231	19,995	0,330	0,000	8,138250
21	Naha	Tabukan Utara	0,231	24,187	0,330	0,800	9,895050
22	Beha	Tabukan Utara	0,231	15,717	0,330	0,000	6,427050
23	Utaurano	Tabukan Utara	0,231	19,462	0,330	0,400	7,965050
24	Lenganeng	Tabukan Utara	0,231	17,991	0,330	0,268	7,363450
25	Raku	Tabukan Utara	0,367	18,605	0,330	0,668	7,683050
26	Kalakube I	Tabukan Utara	0,231	8,049	0,330	0,000	3,359850
27	Moade	Tabukan Utara	0,231	18,678	0,330	0,800	7,691450
28	Pusunge	Tabukan Utara	0,231	21,346	0,330	0,800	8,758650

Sumber : Analisis Penulis 2019

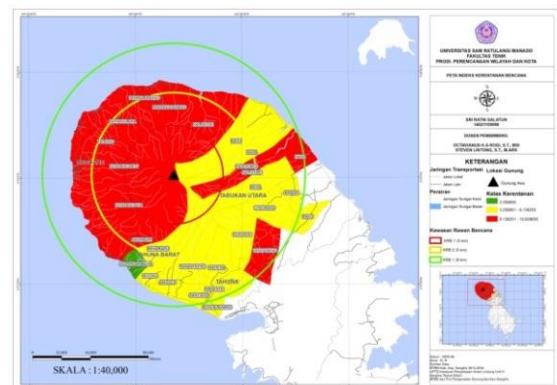
Dari hasil analisis di atas ada 12 (dua belas) Kelurahan dan desa yang termasuk dalam klasifikasi nilai kerentanan tinggi yaitu di Kelurahan Kolongan Akembawi, Desa Mohongsawang, Desa Pampalaraeng, Desa Tariang Lama, Desa Talawid, Desa Kendahe I, Desa Kendahe II, Desa Naha, Lenganeng, Desa Kalakube, Desa Kalakube I, dan Desa Kalasuge. Untuk klasifikasi kerentanan sedang ada 14 (empat belas) Kelurahan dan desa yaitu Kelurahan Santiago, Kelurahan Manente, Kelurahan Mahena, Kelurahan Bungalawang, Kelurahan Pananekeg, Kelurahan Mitung, Kolongan Beha Baru, Kelurahan Angges, Desa Utaurano, Desa Pusunge, Desa Moade, Desa Mala, dan Desa Bahu. Untuk klasifikasi nilai kerentanan rendah yaitu hanya berada di 1 (satu) Kelurahan yaitu Kelurahan Kolongan Beha. Untuk bentuk visual petanya dapat di lihat pada tabel dan gambar berikut ini.

Tabel 12. Indeks Kerentanan Letusan Gunung Api Awu di Kabupaten Kepulauan Sangihe

No	Kelurahan/Desa	Nilai Kerentanan	Kelas Kerentanan
1	2	3	4
1	Kelurahan Santiago	7,297100	Sedang
2	Kelurahan Manente	7,525900	Sedang
3	Kelurahan Mahena	6,131500	Sedang
4	Kelurahan Bungalawang	7,425350	Sedang
5	Kelurahan Angges	7,136150	Sedang
6	Kelurahan Pananekeg	7,363450	Sedang

7	Kelurahan Kolongan Mitung	7,683050	Sedang
8	Kelurahan Kolongan Beha	3,359850	Rendah
9	Kelurahan Kolongan Beha Baru	7,691450	Sedang
10	Kelurahan Kolongan Akembawi	8,758650	Tinggi
11	Desa Taring Lama	8,499650	Tinggi
12	Desa Talawid	10,629650	Tinggi
13	Desa Kendahe II	9,739250	Tinggi
14	Desa Kendahe I	8,671400	Tinggi
15	Desa Mohongsawang	8,365350	Tinggi
16	Desa Pampalaraeng	9,247550	Tinggi
17	Desa Kalasuge	9,134450	Tinggi
18	Desa Bahu	7,361650	Sedang
19	Desa Mala	6,904250	Sedang
20	Desa Kalakube	8,362450	Tinggi
21	Desa Naha	8,810500	Sedang
22	Desa Beha	8,055650	Sedang
23	Desa Utaurano	7,263050	Sedang
24	Desa Lenganeng	9,041450	Tinggi
25	Desa Raku	8,138250	Tinggi
26	Desa Kalakube I	9,895050	Tinggi
27	Desa Moade	6,427050	Sedang
28	Desa Pusunge	7,965050	Sedang

Sumber : Analisis Penulis 2019



Gambar 5. Peta Indeks Kerentanan Letusan Gunung Api Awu

Sumber : Penulis, 2019

PENUTUP

Kesimpulan

1. Kepulauan Sangihe, yang ditinjau dari hasil perhitungan aspek-aspek kerentanan fisik, kerentanan sosial, kerentanan ekonomi dan kerentanan lingkungan di bagi menjadi 3 (tiga) kelas kerentanan yaitu kelas kerentanan rendah, sedang dan tinggi. Dan kemudian di dapat hasil dari analisis IKLGA Awu dapat di lihat dari gambar peta di atas yaitu yang nilai kelas kerentanan tinggi ada 12 (dua belas) Kelurahan/Desa, yaitu Kelurahan Kolongan Akembawi, Desa Talawid, Desa Kendahe I, Desa Kendahe II, Desa Kalasuge, Desa Lenganeng, Desa Kalekube, Desa Kalekube I, Desa Pampalaraeng, Desa Tarian Lama dan Desa Mohongsawang. Sedangkan nilai kelas kerentanan sedang yaitu ada 15 (Lima Belas) Kelurahan/desa yaitu Kelurahan Angges, Kelurahan Kolongan Beha Baru, Kelurahan Kolongan Mitung, Kelurahan Kolongan Pananekeng, Kelurahan Bungalawang, Kelurahan Mahena, Kelurahan Manente, Kelurahan Santiago, Desa Beha, Desa Mala, Desa Moade, Desa Pusunge, Desa Utaurano, Desa Bahu dan Raku. Sedangkan Kelas kerentanan rendah hanya ada 1 (satu) yaitu Kelurahan Kolongan Beha. Sehingga 12 Kelurahan/desa tingkat kerentanan tinggi dari 28 Kelurahan/desa diharapkan memiliki kapasitas daerah yang baik dalam hal kesiapan terhadap suatu bencana.
2. Hasil analisis indeks kerentanan letusan Gunung Api Awu di Kabupaten Kepulauan Sangihe untuk 12 (dua belas) Kelurahan/desa dengan tingkat kerentanan tinggi untuk usulan rekomendasinya yaitu untuk kelompok umur rentan dengan membatasi pertumbuhan penduduk di kawasan rentan letusan gunung api, dengan melakukan sensus dan sosialisasi terhadap masyarakat sekitar terkait program Keluarga Berencana (2 anak lebih baik), untuk rasio jenis kelamin dengan Sosialisasi terhadap kelompok rentan (penduduk perempuan), cara penanggulangan bencana, pendidikan kebencanaan dan pembangunan kesiapsiagaan terhadap diri terhadap bencana, untuk rasio penduduk miskin perlu adanya 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, untuk kerentanan lingkungan (Hutan Alam, hutan, Lindung, Semak Belukar) Perlu adanya Konservasi Perlindungan dan pengolaan kawasan hutan lindung, Hutan Alam dan Semak Belukar di kawasan rentan letusan gunung api sebagai upaya mengurangi indeks kerugian dari aspek ekologi dan lingkungan sedangkan untuk skor rumah Membatasi pembangunan rumah di kawasan rentan letusan gunung api, salah satunya bangunan permanen sebagai salah satu upayah menekan nilai indeks kerugian rupiah rumah. Selain itu juga perlu dilakukan usulan atau rekomendasi penanganan yang ditujukan untuk pemerintah Kabupaten Kepulauan Sangihe terkait hal-hal perencanaan dan pengembangan mitigasi bencana berdasarkan aspek fisik, Sosial, Ekonomi dan Lingkungan.

Saran

1. Perlu ditingkatkannya mitigasi bencana meliputi usaha sosialisasi dan simulasi kebencanaan dalam rangka meningkatkan kesiapan masyarakat terhadap ancaman yang sewaktu-waktu dapat terjadi mengingat tingginya tingkat kerentanan bencana di wilayah penelitian ini
2. Perlu membuat zonasi wilayah yang harus dikosongkan dari aktifitas penduduk untuk mengendalikan pertumbuhan permukiman agar tidak sampai terlalu dekat dengan sumber erupsi Gunung Api Awu dan guna mengurangi indeks kerugian dari kerentanan fisik dan sosial.
3. Perlu adanya penguatan konservasi hutan lindung dari Dinas Kehutanan atau dari UPTD Pengelolaan Hutan Lindung Unit III Kabupaten Kepulauan Sangihe sebagai upaya pengelolaan dan perlindungan terhadap kawasan hutan lindung sebagai upaya untuk mengurangi indeks kerugian dari kerentanan lingkungan.

Salah satu saran penulis juga terkait dengan pedomanan metodologi perhitungan kerentanan fisik, dimanana untuk perhitungan nilai rupiah kerugian bangunan seperti permanen, semi permanen dan non permanen disamaratakan dengan membuat rumus untuk mendapatkan hasil

rumah semi permanen dan non permanen. Serta dilanjutkannya pembuatan penelitian lebih lanjut terhadap analisis kapasitas dan analisis risiko bencana supaya lebih komprehensif untuk skala pembahasan perkelurahan/desa dan bisa diperoleh data tingkat risiko bencana di wilayah terdampak letusan Gunung Api Awu di Kabupaten Kepulauan Sangehe. Sehingga diharapkan hasil analisis tingkat kerentanan penelitian ini berguna untuk analisis penelitian selanjutnya. Hal ini dilakukan agar rekomendasi mitigasi bencana yang dihasilkan bisa lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008. *Pengenalan Gunungapi*. Badan Geologi: Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Anonim. 2016. *Buku Risiko Bencana Indonesia*. Jakarta: BNPB
- Anonim, 2019. *Rencana Kontinjensi Erupsi Gunung AWU*
- Anonim, 2019. *Kecamatan Tahuna Dalam Angka, Badan Pusat Statistik*. Kabupaten Kepulauan Sangehe, 2018
- Anonim, 2019. *Kecamatan Tahuna Barat Dalam Angka, Badan Pusat Statistik*. Kabupaten Kepulauan Sangehe, 2018
- Anonim, 2019. *Kecamatan Kendahe Dalam Angka, Badan Pusat Statistik*. Kabupaten Kepulauan Sangehe, 2018
- Anonim, 2019. *Kecamatan Tabukan Utara Dalam Angka, Badan Pusat Statistik*. Kabupaten Kepulauan Sangehe, 2018
- Anonim. 2019. *Rencana Tata Ruang Kabupaten Kepulauan Sangehe 2014- 2034*.
- Anonim. 2019. Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007. Tentang Penanggulangan Bencana
- Anonim. 2019. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.21 Tahun 2008 tentang Bencana Peraturan Kepala Badan Nasional
- Anonim. 2019 Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) No.2, Tahun 2012, tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana
- Nursalim, A., dkk. 2007. *Pembuatan Dokumentasi dan Pengumpulan Bahan Informasi G. Awu, Sulawesi Utara*. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Bandung.
- Republik Indonesia. 2007. *Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Rogi, Octavianus. 2017. *Peta Kebencanaan: Urgensi dan Manfaatnya*. Volume 14, No.3. Media Matrasain. Jurusan Arsitektur. Fakultas Teknik. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Gosal, Christie. 2018. *Analisis Spasial Tingkat Kerentanan Bencana Gunung Api Lokon di Kota Tomohon*. Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Dame, Grinaldi. 2019. *Analisis Kerentanan Bahaya Erupsi Gunung Api Karangetang Terhadap Kawasan Permukiman*. Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- 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.
- Rahman, Ruddy. 2010. *Identifikasi Tingkat Resiko Bencana Gunungapi Serta Arahan Mitigasi Bencana di Wilayah Kota Ternate*. Jurusan Teknik Planologi. Universitas Pasundan.
- <https://www.suara.com> (2018) "Daftar Belasan Gunung Api Aktif di Sulut"