

**MITIGASI BENCANA TSUNAMI DI WILAYAH PESISIR KABUPATEN BOLAANG  
MONGONDOW TIMUR**  
**TSUNAMI DISASTER MITIGATION IN THE COASTAL AREA OF EAST BOLAANG  
MONGONDOW REGENCY**

**Tri Wijanarko<sup>1</sup>, Linda Tondobala<sup>2</sup>, & Frits Ontang Poedjianto Siregar<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa S1, Jurusan Arsitektur Universitas Sam Ratulangi Manado

<sup>2&3</sup>Staf Pengajar Jurusan Arsitektur, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email : [tri170299@gmail.com](mailto:tri170299@gmail.com)

**ABSTRAK**

Kabupaten Bolaang Mongondow Timur merupakan salah satu Kabupaten yang berada di provinsi Sulawesi Utara, secara struktur ruang berada di wilayah pesisir, dan berbatasan langsung dengan Laut Maluku yang intensitas gempa tektoniknya cenderung tinggi, sehingga bencana tsunami sangat mungkin terjadi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memetakan daerah rawan tsunami dan merencanakan mitigasi bencana di wilayah pesisir kab.Boltim. Tahap penanganan bencana sejatinya harus melihat bagaimana tingkat keterpaparan dan kerugian dari bencana tsunami atau analisis terhadap risiko sebuah bencana. Tingkat risiko bencana melihat indeks bahaya, kerentanan suatu bencana, untuk mendapatkan gambaran tentang tingkat risiko tsunami. Untuk mengidentifikasi risiko bencana, menggunakan Peraturan Kebijakan Badan Nasional Penanggulangan Bencana No. 2 Tahun 2012 Pedoman Umum Penilaian Risiko Bencana. Hasil dari tingkat risiko yang ada selanjutnya akan menjadi rekomendasi untuk pengurangan bencana tsunami baik secara struktural maupun non struktural,

**Kata Kunci :** *Mitigasi Bencana, Tsunami, Kawasan Pesisir*

**ABSTRACT**

East Bolaang Mongondow Regency is one of the regencies in the province of North Sulawesi, spatially located in a coastal area, and directly adjacent to the Maluku Sea where the intensity of tectonic earthquakes tends to be high, so a tsunami disaster is very likely to occur. The purpose of this research is to map tsunami-prone areas and plan disaster mitigation in the coastal areas of Boltim Regency. The stage of disaster management actually has to look at the level of exposure and losses from a tsunami disaster or an analysis of the risk of a disaster. Disaster risk levels look at the hazard index, the vulnerability of a disaster, to get an idea of the level of tsunami risk. To identify disaster risk, using the National Disaster Management Agency Policy Regulation No. 2 of 2012 General Guidelines for Disaster Risk Assessment. The results of the existing risk levels will then become recommendations for tsunami disaster reduction both structurally and non-structurally.

**Keywords :** *Disaster Mitigation, Tsunami, Coastal Area*

## PENDAHULUAN

Faktor bencana alam di Indonesia adalah karena faktor geologi dan hidrometeorologi, salah satu bencana di Indonesia adalah, karena faktor geologi yaitu bencana tsunami, karena Indonesia merupakan daerah yang berada pada “*Fair Ring*” atau Cincin Api dan juga merupakan Pertemuan Tiga Lempeng Aktif Terbesar di dunia yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Australia dan Lempeng Pasifik, dari ketiga lempeng tersebut saling bertabrakan, sehingga terbentuklah gunung api dan gempa bumi juga dapat terjadi.

Kabupaten Bolaang Mongondow Timur adalah salah satu wilayah di Indonesia yang berada di wilayah pesisir, Kabupaten ini hasil dari pemekaran Kabupaten Bolaang Mongondow yang berada di Provinsi Sulawesi Utara, dengan luas wilayah  $\pm 901.12$  km<sup>2</sup>, dan memiliki 7 Kecamatan dengan jumlah Desa 81 dengan pusat pelayanan kota terletak pada Kecamatan Tutuyan, daerah ini masih tergolong muda karena didirikan pada tahun 2008, berdasarkan Undang – Undang Nomor 29 Tahun 2008 dan diresmikan oleh Menteri dalam Negeri pada tanggal 30 september 2008. Kabupaten Bolaang Mongondow Timur berbatasan langsung dengan empat Kabupaten dan satu Kota, serta berbatasan langsung dengan laut Maluku,

Kabupaten Bolaang Mongondow Timur memiliki kawasan yang rawan bencana yaitu kawasan rawan gempa bumi, kawasan rawan gerakan tanah, kawasan rawan erosi dan abrasi, karena Kabupaten Bolaang Mongondow Timur berbatasan langsung dengan laut Maluku. Kabupaten ini rentan terjadinya gempa bumi baik dalam skala kecil maupun besar, tercatat Kabupaten ini memiliki sejarah kegempaan dengan kekuatan (magnitudo) lebih dari 5 skala richter terjadi pada tahun 1999 dan adapun gempa yang terjadi pada 23 Februari 2020 dengan magnitudo 5.2 yang terletak dilaut pada jarak 138 km arah tenggara Kabupaten Bolaang Mongondow Timur. Gempa bumi yang sering terjadi di Kabupaten Bolaang Mongondow Timur, bisa saja berpotensi terjadinya tsunami, sebelum terjadinya bencana, perlu adanya mitigasi bencana, yakni suatu proses mengupayakan berbagai tindakan pencegahan

untuk meminimalkan dampak korban jiwa maupun kerusakan terutama di wilayah pesisir pantai, yang akan terjadi nantinya

Mitigasi bencana tsunami diperlukan untuk mendukung proses wilayah pesisir dalam konteks meminimalkan dampak negatif yang akan terjadi karena bencana tsunami. Untuk alasan ini, beberapa masalah yang didasari studi ini adalah:

1. Bagaimana risiko bencana tsunami berdasarkan analisis bahaya dan kerentanan di wilayah pesisir Kabupaten Bolaang Mongondow Timur?
2. Bagaimana bentuk mitigasi bencana tsunami berdasarkan hasil analisis risiko bencana tsunami di wilayah pesisir Kabupaten Bolaang Mongondow Timur?

Sesuai dengan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis risiko bencana tsunami berdasarkan hasil analisis bahaya dan kerentanan di wilayah pesisir Kabupaten Bolaang Mongondow Timur.
2. Merekomendasikan bentuk mitigasi bencana di wilayah pesisir berdasarkan analisis risiko bencana tsunami.

## KAJIAN PUSTAKA

Dalam penelitian ini terdapat beberapa aspek yang akan diteliti, yaitu mengenai kawasan pesisir, bencana tsunami dan mitigasi bencana tsunami structural dan non-struktural.

### Kawasan Pesisir

Menurut Dahuri (2001), tafsir wilayah pesisir adalah sebagai berikut hingga saat ini tidak ada definisi yang pasti tentang wilayah pesisir. Namun, dunia secara umum bahwa pesisir adalah daerah diantara laut dan daratan. Dari garis pantai jika diperhatikan, Kawasan pesisir ada dua macam tapal batas yaitu, batas segaris jajar pantai (long shore) dan batas tegak lurus dengan garis sempadan pantai.

Dalam undang – undang Nomor 1 Tahun 2014 (Perubahan atas Undang – Undang Nomor 27 Tahun 2007), definisi dari wilayah pesisir dan wilayah pulau-pulau kecil mungkin berbeda, karena tidak ditemukan definisi yang dapat menjelaskan hak paten. Dalam Undang – Undang ini dijelaskan dimana pesisir yaitu sebuah daerah peralihan dimana ekosistem darat dan laut memiliki pengaruh akan

perubahan di daratan dan laut. Menurut kesepakatan universal di dunia, wilayah pesisir merupakan wilayah tengah antara darat dan laut.

### **Bencana Pesisir**

Jenis bencana pesisir yang dijelaskan dalam PP RI No. 64 Tahun 2010 yang terdapat dalam PERKA BNPB No. 2 Tahun 2012 diantaranya yaitu bencana tsunami, bencana banjir, bencana abrasi dan gelombang ekstrim, bencana cuaca ekstrim dan bencana gempa bumi.

### **Tsunami**

Tsunami adalah kata dalam bahasa Jepang yang ditulis dengan dua karakter, yaitu "tsu" yang berarti pelabuhan dan "nami" yang berarti gelombang. Badan Meteorologi dan Geofisika mendefinisikan tsunami sebagai rangkaian gelombang laut yang merambat dengan panjang gelombang hingga 100 km dengan ketinggian beberapa puluh sentimeter di tengah laut dalam. Jadi, dalam istilah yang paling sederhana, tsunami adalah perpindahan suatu wilayah perairan akibat perubahan vertikal permukaan laut secara tiba-tiba. Perubahan muka air laut dapat disebabkan antara lain:

- Gempa bumi yang berpusat di bawah laut,
- Letusan gunung api bawah laut,
- Longsor bawah laut,
- Hantaman meteor dari angkasa yang jatuh ke laut.

Klasifikasi tsunami terbagi menjadi 2 yaitu tsunami Lokal dan jarak jauh.

Berikut adalah poin-poin untuk mengidentifikasi kawasan rawan tsunami menurut Direktorat Jenderal Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil dalam Pedoman Penanggulangan Bencana Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau (2002), sebagai berikut:

#### **1. Bahaya (Hazard)**

Bahaya merupakan kondisi yang berhubungan dengan karakteristik biologis, geologis, hidrologis, geografis, sosial budaya, ekonomi, pada sebuah wilayah dalam jangka tertentu yang nantinya dapat mencegah, meredam, memiliki kesiapan untuk mengurangi 19 dampak dari sebuah bencana, yaitu variabel dalam perhitungan terkait ancaman atau bahaya yaitu dengan parameter menghitung tinggi genangan, lama genangan, dan frekuensi genangan. Komponen utamanya untuk melihat

besaran dampak dari bencana Tsunami yang berhubungan dengan kejadian pada suatu wilayah. Tolak ukur untuk penentuannya yaitu luas genangan, kedalaman atau ketinggian tsunami, kecepatan aliran, material yang dibawa oleh, lama waktu tsunami terjadi.

#### **2. Kerentanan (Vulnerability)**

kerentanan adalah kondisi dari faktor fisik, sosial, ekonomi dan lingkungan yang memiliki pengaruh terhadap proses pencegahan dan penanggulangan bencana. Upaya pengidentifikasian dampak bencana seperti korban jiwa, tingkat keterpaparan, kerugian pada sektor ekonomi dan infrastruktur (sarana dan prasarana), dan kerugian ekonomi jangka Panjang, dimuat dalam pencarian nilai dari kerentanan

#### **3. Risiko (Risk)**

Risiko bencana adalah hasil atau perkembangan suatu daerah selama periode waktu tertentu termasuk konsekuensi dari cedera dan penyakit, kematian, mengancam jiwa, perpindahan, hilangnya rasa aman dan nyaman, kehilangan dan kerusakan harta benda dan kerusakan. dari kehidupan masyarakat. Badan Nasional Penanggulangan Bencana menerbitkan pedoman penetapan risiko bencana, khususnya Peraturan Kepala BNPB Nomor 2 Tahun 2012 yang memuat pedoman umum penilaian risiko bencana. Konsep risiko kadang dituliskan dalam bahasa matematika seperti misalnya (Wisner et.al, 2004).

$$R = H \times V$$

dengan:

R = Risk

H = Hazard

V = Vulnerability

### **Mitigasi Bencana Tsunami**

Mitigasi bencana merupakan upaya pengurangan resiko bencana dengan focus dalam mitigasi yaitu pengurangan dampak dapat berkurang. Kegiatan ini yaitu serangkaian upaya pengurangan resiko, dalam mitigasi terdapat 2 golongan yaitu :

#### **1. Mitigasi Struktural**

Upaya struktural penanggulangan bencana tsunami adalah upaya teknis yang ditujukan untuk meredam/mengurangi energi tsunami yang merambat ke wilayah pesisir. Berdasarkan pemahaman tentang mekanisme terjadinya

tsunami, maka upaya structural tersebut dapat dibedakan menjadi 2 kelompok, yaitu :

- Alami, seperti penanaman hutan mangrove/ green belt, disepanjang kawasan pantai dan perlindungan terumbu karang.
- Buatan, Konstruksi pemecah gelombang, tanggul, pemecah gelombang di sepanjang pantai untuk menahan tsunami, Meningkatkan desain bangunan dan infrastruktur lainnya dengan prinsip-prinsip rekayasa konstruksi tahan tsunami dan peraturan perencanaan tata ruang untuk tanggap bencana.

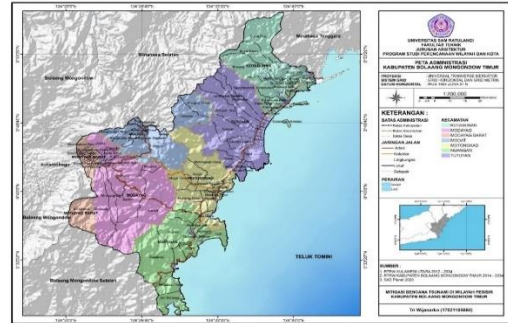
## 2. Mitigasi Non-Struktural

Upaya Non-structural merupakan upaya non teknis yang menyangkut penyesuaian dan pengaturan tentang kegiatan manusia agar sejalan dan sesuai dengan upaya mitigasi structural maupun upaya lainnya. Upaya non-structural tersebut meliputi antara lain :

- Kebijakan tentang tata guna lahan/ tata ruang/ zonasi kawasan pantai yang aman bencana,
- Kebijakan tentang standarisasi bangunan (pemukiman maupun bangunan lainnya) serta infrastruktur sarana dan prasarana,
- Mikrozonasi daerah rawan bencana dalam skala local,
- Pembuatan peta potensi bencana tsunami, peta tingkat kerentanan dan peta tingkat ketahanan, sehingga dapat didesain kompleks pemukiman “akrab bencana” yang memperhatikan berbagai aspek,
- Kebijakan tentang eksplorasi dan kegiatan perekonomian masyarakat kawasan pantai,
- Pelatihan dan simulasi mitigasi bencana tsunami,
- Penyuluhan dan sosialisasi upaya mitigasi bencana tsunami dan,
- Pengembangan system peringatan dini adanya bahaya tsunami.

### METODE PENELITIAN

Penelitian akan dilaksanakan di Kabupaten Bolaang Mongondow Timur, dengan batas wilayah sepanjang pesisir pantai Kabupaten Bolaang Mongondow Timur yang mencakup beberapa Kecamatan (Kotaunan, Tutuyan, Motongkad dan Nuangan) dengan luas wilayah 910,18 km<sup>2</sup>.



**Gambar 1** Peta Administrasi

Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu Studi Pustaka, Wawancara dan Observasi. Teknik pengolahan data yang digunakan adalah teknik pengolahan data spasial dengan aplikasi System Informasi Geografi (ArcGIS 10.3). Dua model data yang menggambarkan data spasial di dalam GIS, yaitu vektor dan raster.

Metode yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian adalah metode analisis deskriptif kuantitatif dan metode scoring overlay. Metode analisis deskriptif kuantitatif digunakan untuk menganalisis data yang disajikan dan mendeskripsikan risiko bencana di wilayah penelitian dengan format gambar ataupun peta dan grafik, yang mengacu pada tujuan akhir dari penelitian ini. yaitu sebagai berikut:

#### a. Analisis Bahaya Tsunami(Hazard)

metode yang digunakan dalam analisis bahaya tsunami (hazard) yaitu dengan menggunakan parameter kemiringan lereng, jarak dari garis pantai, jarak dari sungai dan topografi (ketinggian daratan), untuk menentukan tingkat bahaya tsunami dilakukan teknik overlay dan juga menggunakan teknik skoring dan pembobotan untuk mendapatkan nilai dari setiap parameter. Setelah itu mengkalsifikasikan kelas bahaya menjadi tiga kelas yaitu tinggi, sedang, rendah.

$$H \text{ (Bahaya)} = (\text{Jarak Dari Garis Pantai} * 30) + (\text{Ketinggian} * 30) + (\text{Kemiringan} * 25) + (\text{jarak dari sungai} * 15)$$

Adapun cara untuk memperoleh nilai masing-masing indikator pada formula di atas adalah dengan cara menggunakan spatial analyst tools dalam ArcGis 10.3.

#### b. Analisis Kerentanan (Vulnerability)

Analisis kerentanan menggambarkan aset-aset yang terekspos oleh bencana tsunami termasuk kehidupan manusia (Kerentanan sosial),

wilayah ekonomi, struktur fisik dan wilayah ekologi. Analisis kerentanan kemudian dibagi kedalam tiga kelas, yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Output dari analisis ini adalah peta tingkat kerentanan daerah penelitian.

- **Kerentanan Fisik** dipengaruhi oleh kerentanan bangunan dan kerentanan prasarana. Indikator yang digunakan untuk kerentanan fisik adalah kepadatan rumah (permanen, semi permanen, dan non permanen), ketersediaan bangunan atau fasilitas umum dan ketersediaan fasilitas kritis. Kepadatan rumah diperoleh dengan membagi mereka atas area terbangun dan dibagi berdasarkan luas wilayah (Ha) dikali dengan harga masing – masing satuan parameter.

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Rumah	40	<400 jt	400-800 jt	>800 jt	Kelas/Nilai Max Kelas
Fasilitas Umum	30	<500 jt	500jt-1M	>1 M	
Fasilitas Kritis	30	<500 jt	500jt-1M	>1 M	
<b>Kerentanan Fisik</b> = (0.4*Skor Rumah) + (0.3*Skor Fasilitas Umum) + (0.3*Skor Fasilitas Kritis)					

Sumber: Perka Badan Nasional Penanggulangan Bencana, No 2 Tahun 2012

- **Kerentanan Sosial** Indikator dalam kerentanan sosial yaitu jenis kelamin, kemiskinan, kepadatan penduduk, kemiskinan, kelompok umur, dan rasio orang cacat. Indeks kerentanan social didapat dari rasio jumlah kelompok rentan (40%) yang tersusun atas perbandingan jumlah jenis kelamin (10%), rasio orang cacat (10%), rasio kemiskinan (10%), dan jumlah perbandingan dari kelompok umur (10%), serta bobot dari kepadatan penduduk (60%). Persamaan untuk konversi indeks kerentanan sosial adalah :

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Kepadatan Penduduk	60	<500 jiwa/km <sup>2</sup>	500-1000 jiwa/km <sup>2</sup>	>1000 jiwa/km <sup>2</sup>	Kelas/Nilai Max Kelas
Rasio jenis Kelamin	10				
Rasio Kemiskinan	10				
Rasio Orang Cacat	10	<20%	20-40%	>40%	
Rasio Kelompok Umur	10				
<b>Kerentanan Sosial</b> = (0.6* kepadatan penduduk) + (0.1* rasio jenis kelamin) + (0.1* rasio jenis kemiskinan) + (0.1* rasio orang cacat) + (0.1* rasio kelompok umur)					

Sumber: Perka Badan Nasional Penanggulangan Bencana, No 2 Tahun 2012

- **Kerentanan Ekonomi** Dalam indeks kerentanan sisi ekonomi, indikator yang dipakai yaitu luas lahan yang digunakan atau dipekerjakan seperti lahan hutan perkebunan, sawah, tambak, dan lahan pertanian dan produk domestik regional bruto. Luas lahan yang digunakan didapati

dari peta penggunaan lahan dan data dalam angka wilayah, kemudian dikonversi dalam bentuk angka rupiah. PDRB sendiri diperoleh dari hasil laporan sektor yang biasanya berada di dokumen wilayah dalam angka

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Lahan Produktif	60	<50 jt	50-200 jt	>200 jt	Kelas/Nilai Max Kelas
PDRB	40	<100jt	100-300 jt	>300 jt	
<b>Kerentanan Ekonomi</b> = (0.6 * skor lahan produktif) + (0.4 skor PDRB)					

Sumber: Perka Badan Nasional Penanggulangan Bencana, No 2 Tahun 2012

- **kerentanan Lingkungan** Indeks kerentanan lingkungan yaitu menggunakan data dari tutupan lahan seperti hutan alam, hutan lindung, hutan bakau, rawa dan kemudian semak belukar. Indeks kerentanan fisik sangat berbeda dengan jenis ancaman, dan juga diperoleh dari jenis tutupan lahan yang di rasiokan

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Hutan Lindung	30	<20 ha	20-50 ha	>50 ha	Kelas/Nilai Max Kelas
Hutan Alam	30	<25 ha	25-75 ha	>75 ha	
Hutan Mangrove	40	<10 ha	10-30 ha	>30 ha	
<b>Kerentanan Lingkungan</b> = (0.3*Skor Hutan Lindung) + (0.3*Skor Hutan Alam) + (0.3*Skor Hutan Mangrove)					

Sumber: Perka Badan Nasional Penanggulangan Bencana, No 2 Tahun 2012

### c. Analisis Risiko (Risk)

Setelah menentukan analisis bahaya dan analisis kerentanan, maka akan kita dapatkan suatu kajian mengenai analisis risiko bencana dengan cara overlay kedua analisis tersebut, dan menggunakan tiga klasifikasi kelas risiko yaitu tinggi, sedang dan rendah. Dengan formula sebagai berikut :

$$\text{Risiko (R)} = \text{Bahaya (H)} \times \text{Kerentanan (V)}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka didapatkan pengkelasan dari bahaya, kerentanan dan risiko bencana tsunami yang terdapat di pesisir pantai molibagu yaitu sebagai berikut:

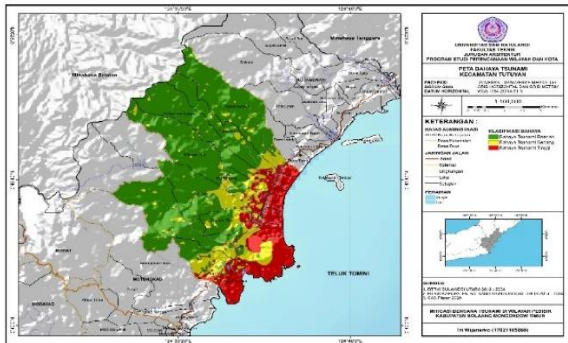
### Analisis Bahaya Tsunami

Berdasarkan formula matematis yang telah diuraikan pada bagian metodologi penelitian mengenai analisis bahaya, maka pengkelasan bahaya tsunami di wilayah penelitian terbagi menjadi 3 yaitu tinggi, sedang, rendah untuk lebih jelas dapat di lihat pada tabel dan peta berikut :



Desa	Luas Wilayah (Km2)	Luas Bahaya (Km2)		
		Tinggi	Sedang	Rendah
Tutuyan	18.87	2.15	4.14	12.58
Tutuyan II	24.74	2.16	3.11	19.46
Tutuyan III	7.36	1.50	2.02	3.84
Togit	40.89	10.86	6.89	23.14
Tombolikat	13.37	1.53	1.65	10.19
Tombolikat Selatan	18.81	1.82	1.69	15.31
Dodap	6.88	0.70	3.14	3.04
Dodap Pantai	4.59	4.34	0.25	0.00
Dodap Mikasa	3.67	1.74	1.65	0.29
Kayumoyondi	25.74	1.31	2.71	21.72

Sumber : Hasil analisis 2021



Dari tabel dan peta diatas, hasil dari analisis bahaya untuk Kecamatan Tutuyan menunjukkan bahwa dua desa memiliki klasifikasi tingkat bahaya tsunami tinggi yaitu Desa Dodap Pantai dengan luas 4.34 Km2 dan Desa Dodap Mikasa dengan luas 1.74 Km2. Untuk tingkat bahaya di Kecamatan Tutuyan di dominasi oleh tingkat bahaya rendah dengan luas 109.6 Km2.

### Analisis Kerentanan Tsunami

Metode penilain yang digunakan untuk mendapatkan nilai kerentanan, sesuai dengan metode analisis sebelumnya, setelah menadapatkan nilai dari masing – masing indikator kerentanan. Setiap parameter dalam kerentanan yang telah dihitung sebelumnya kemudian diberikan skor untuk kelas rendah 0.33, kelas sedang 0.67 dan kelas tinggi 1. Hasil dari skor tersebut nantinya akan digunakan dalam perhitungan total untuk nilai kerentanan. Maka peneliti akan mengaplikasikannya pada persamaan rumus untuk mendapatkan nilai kerentanan tsunami keseluruhan yaitu sebagai berikut :

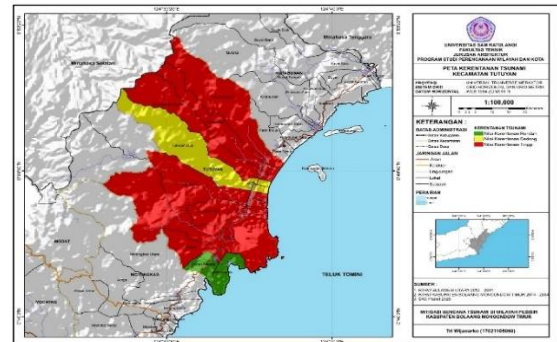
$$\begin{aligned} &\text{Kerentanan Tsunami} \\ &= (0.25*\text{Skor Kerentanan Fisik}) \\ &+ (0.4*\text{Skor Kerentanan Sosial}) \\ &+ (0.25*\text{Skor Kerentanan Ekonomi}) \end{aligned}$$

+ (0.1\*Skor Kerentanan Lingkungan)

Setelah mendapatkan nilai dari kerentanan tersebut selanjutnya akan di input ke dalam peta dan di klasifikasikan menjadi 3 kelas kerentanan yaitu kelas rendah, kelas sedang dan kelas tinggi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dan peta berikut :

Desa	0.25*Nilai Kerentanan Fisik	0.4*Nilai Kerentanan Sosial	0.25*Nilai Kerentanan Ekonomi	0.1*Nilai Kerentanan Lingkungan	Nilai Kerentanan	Kelas
Tutuyan	0.25	0.132	0.1675	0.1	0.650	Tinggi
Tutuyan II	0.1675	0.132	0.0825	0.1	0.482	Sedang
Tutuyan III	0.25	0.132	0.0825	0.1	0.565	Tinggi
Togit	0.25	0.132	0.1675	0.1	0.650	Tinggi
Tombolikat	0.25	0.132	0.0825	0.1	0.565	Tinggi
Tombolikat Selatan	0.25	0.132	0.0825	0.1	0.565	Tinggi
Dodap	0.25	0.132	0.0825	0.1	0.565	Tinggi
Dodap Pantai	0.1675	0.132	0.0825	0.033	0.415	Rendah
Dodap Mikasa	0.0825	0.132	0.0825	0.033	0.330	Rendah
Kayumoyondi	0.25	0.132	0.0825	0.1	0.565	Tinggi

Sumber : Hasil analisis 2021



Berdasarkan tabel dan peta diatas, hasil dari analisis untuk Kecamatan Tutuyan dimana persentase tertinggi berada di kelas tinggi dengan persentase 70%, dan persentase terendah berada di kelas sedang dengan persentase 10%. Persentase Desa dengan kelas tertinggi berada di Desa Tutuyan, Togit, dengan nilai kerentanan 0. 650 dan Desa dengan kelas terendah berada di Desa Dodap Mikasa dengan nilai kerentanan 0.330.

### Analisis Risiko Tsunami

Analisis resiko bencana tsunami didapatkan dengan menggabungkan antara nilai bahaya dan nilai kerentanan, proses ini dilakukan dengan perkalian field antara analisis bahaya dan analisis kerentanan, sehingga menghasilkan peta resiko dan nilai resiko yang dapat dipergunakan dalam penyusunan dan penjelasan peta resiko. Berikut rumus yang digunakan dalam analisis ini :

$$R = H \times V$$

R = Risk (Resiko)

H = Hazard (Bahaya)

V = Vulnerability (Kerentanan)

Setelah menganalisa resiko bencana tsunami dengan cara perkalian field tersebut, maka kemudian mengklasifikasikan resiko tsunami dalam tiga kelas klasifikasi yaitu kelas rendah, kelas sedang dan kelas tinggi, kemudian mendapatkan nilai indeks resiko bencana untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada tabel dan peta berikut :

Kelas	Nilai Resiko Bencana Tsunami
Rendah	41.25-114.15
Sedang	114.16-187.06
Tinggi	187.07-259.97

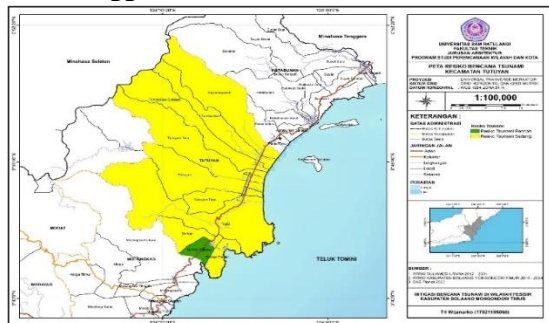
Sumber : Hasil analisis 2021

Berikut adalah nilai indeks dan kelas risiko bencana tsunami yang ada di Kecamatan Tutuyan :

Desa	Nilai Total Resiko	Nilai total Kerentanan	Nilai Resiko	Kelas
Tutuyan	245	0.650	159.25	Sedang
Tutuyan II	245	0.482	118.09	Sedang
Tutuyan III	270	0.565	152.55	Sedang
Togit	245	0.650	159.25	Sedang
Tombolik	245	0.565	138.43	Sedang
Tombolik Selatan	245	0.565	138.43	Sedang
Dodap	300	0.565	169.50	Sedang
Dodap Pantai	390	0.415	161.85	Sedang
Dodap Mikasa	210	0.330	69.30	Rendah
Kayumoyondi	245	0.565	138.43	Sedang

Sumber : Hasil analisis 2021

Berdasarkan tabel diatas, Hasil analisis mengenai resiko bencana tsunami di Kecamatan Tutuyan, dimana hasil analisis menunjukkan bencana tsunami di wilayah ini di dominasi dengan kelas sedang dengan persentase yaitu 90%. Ini menunjukkan Kecamatan Tutuyan memiliki tingkat resiko sedang ketika terjadi bencana tsunami nantinya. Adapun Desa yang memiliki kelas resiko rendah dengan persentase 10% dan untuk Kecamatan Tutuyan tidak mendapatkan kelas resiko tinggi

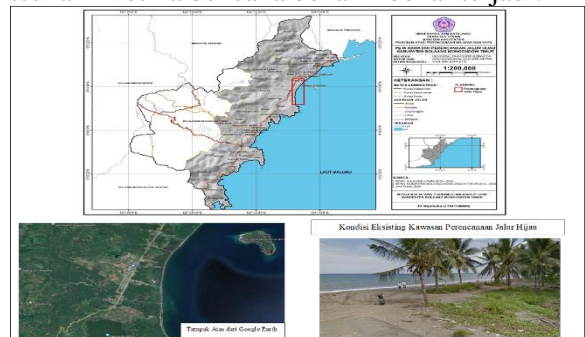


## Mitigasi Bencana Tsunami

### 1. Mitigasi Secara Struktural

### Alami

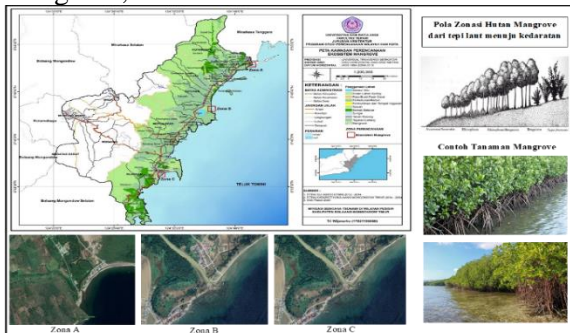
Zonasi jalur hijau (green belt) merupakan salah satu upaya guna melindungi sabuk pantai, yang biasanya dilakukan dengan menanam tanaman di sepanjang garis pantai. Dalam perencanaan zonasi jalur hijau ini perlu mengetahui beberapa factor lingkungan, khususnya daerah yang menjadi titik perencanaan jalur hijau perlu didasarkan pada jenis tanaman yang sesuai dan dapat tumbuh di daerah pantai serta memiliki kemampuan antara lain, tahan terhadap angin agar dapat menstabilkan daerah pantai, juga dapat digunakan sebagai tanaman hias untuk memparcantik daerah sekitar pantai, dengan adanya konsep perencanaan dan penataan zonasi green belt ini diharapkan mampu menjadi rekomendasi antisipasi dalam mereduksi tingkat abrasi ataupun gelombang tsunami ketika bencana benar – benar terjadi.



Dari peta tersebut, tampak satu zona untuk perencanaan jalur hijau, secara fisik Kawasan ini cenderung dapat direkomendasikan untuk jalur hijau agar dapat melindungi permukiman yang ada di bagian Kawasan tersebut. Adapun dari foto kondisi eksisting terlihat bahwa Kawasan ini memiliki karakteristik pantai berpasir sehingga cocok untuk jenis – jenis tumbuhan seperti cemara laut.

mangrove merupakan salah satu jenis vegetasi di kawasan pesisir, yang perannya dapat digunakan sebagai pengurangan dampak gelombang pasang, tsunami, atau ancaman lain dari arah laut. Dalam referensi yang ada dijelaskan bahwa mangrove dapat hidup di muara sungai yang berlumpur dan terpengaruh pasang surut air laut serta daerah - daerah yang sudah pernah ditanami mangrove sebelumnya. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Kenji Harada dan Fumihiko (2002) menjelaskan

tentang ketentuan tebal hutan 200 meter, kerapatan 30 meter per 100 m<sup>2</sup> dan diameter pohon 15 cm, dapat meredam 50% energi gelombang tsunami dengan ketinggian gelombang 3 meter. Adapun luasannya, belum bisa di tentukan secara pasti. Dalam referensi yang ada dijelaskan bahwa semakin luas hutan mangrove maka semakin baik untuk mengurangi energi gelombang tsunami yang datang dari laut. Sedangkan kawasan mangrove yang sudah ada tetap di pertahankan sebagai kawasan hutan mangrove dengan luasan yang lebih besar lagi. Sesuai dengan survei lokasi yang dilakukan terdapat tiga zona yang di rekomendasikan sebagai kawasan hutan mangrove,

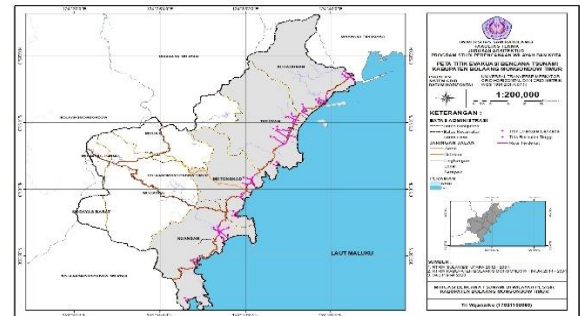


**Buatan**

- Mitigasi struktural yang bersifat buatan dilakukan dengan cara membangun breakwater (pemecah gelombang), seawall (tembok laut), untuk menahan gelombang dari arah laut dalam skala besar yang dapat merusak ekosistem yang ada di daratan.
- Adapun salah satu upaya mitigasi structural dalam mitigasi bencana tsunami adalah dengan membuat sensor detector tsunami, sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala – gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi di tengah lautan. sehingga semua orang yang ada di sekitar pesisir pantai dapat mengetahui informasi terjadinya tsunami dengan cepat sehingga masyarakat yang ada di sekitaran pesisir dapat mengevakuasi diri ketempat yang aman
- Titik dan Jalur Evakuasi

Titik evakuasi atau titik kumpul adalah area terbuka yang berada dekat dengan permukiman yang apabila terjadi bencana maka menjadi titik pertemuan penduduk yang hendak

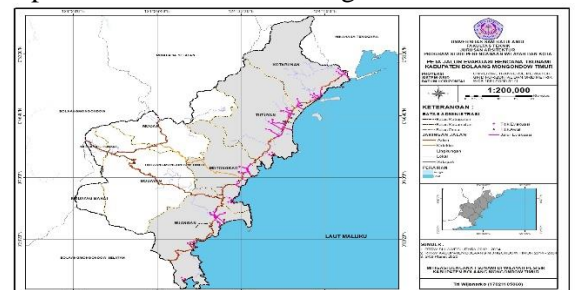
diungsikan ke tempat yang lebih aman, menentukan titik evakuasi secara acak, akan tetapi memper-timbangkan jarak, ketinggian yang aman,dari gelombang tsunami, Selanjutnya dari titik-titik tersebut di buat service area, lokasi evakuasi harus mudah dijangkau



Setelah didapatkan lokasi titik lokasi evakuasi di setiap Kecamatan, kemudian di lakukan analisis dalam penentuan jalur evakuasi dengan mempertimbangkan estimasi waktu yang dibutuhkan pejalan kaki maupun menggunakan kendaraan bermotor saat evakuasi, menurut Faisal Ashar dan Oktaviani (2012) sebagai berikut

**Kendaraan Bermotor, 1 km (1000 m) = 3 menit**  
**Jalan kaki, 1 km (1000 m) = 5 menit**

Dengan menggunakan data kecepatan rata-rata manusia dan kendaraan, maka dapat dirumuskan jalur penyelamatan di Kabupaten Bolaang Mongondow Timur dengan Ketinggian diatas 15meter, data tersebut menunjukkan waktu rata – rata yang dibutuhkan masyarakat untuk mencapai titik evakuasi yaitu di bawah 20 menit, dengan jarak capaian zona evakuasi kurang dari 3.3 Km.



**2. Mitigasi Secara Non-Struktural**

Berikut merupakan rumusan peneliti terkait dengan mitigasi non-struktural yang kiranya dapat di pertimbangkan untuk Kawasan pesisir Kabupaten Bolaang Mongondow Timur



A. Adanya kebijakan daerah yang merumuskan peraturan daerah yang mengatur tentang mitigasi bencana alam khususnya bencana tsunami. Misalnya, kebijakan tentang tata guna lahan/ tata ruang/ zonasi Kawasan pantai yang aman bencana.

B. Menentukan kebijakan tentang standarisasi bangunan (permukiman maupun bangunan lainnya) serta infrastruktur sarana dan prasarana yang tahan terhadap bencana.

C. Membuat mikrozonasi daerah rawan bencana dalam skala lokal.

D. Pembuatan peta potensi bencana tsunami, peta tingkat kerentanan dan peta tingkat ketahanan, sehingga dapat di desain kompleks permukiman “akrab bencana” di wilayah pesisir Kabupaten Bolaang Mongondow Timur dengan memperhatikan beberapa aspek seperti

- Bangunan permukiman tahan terhadap bencana tsunami
- Kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi bencana
- Ruang fasilitas umum untuk keperluan evakuasi
- Aspek sosial ekonomi masyarakat yang kegiatan perekonomiannya tergantung pada hasil budidaya Kawasan pantai

E. Kebijakan tentang eksplorasi dan kegiatan perekonomian masyarakat Kawasan pesisir, serta pelatihan dan simulasi mitigasi bencana tsunami yang harus dilakukan oleh 237 pemerintah diawali dengan bentuk penyuluhan dan sosialisasi mengenai kesiapsiagaan masyarakat pesisir dalam menghadapi bencana tsunami.

F. Pengembangan sistem peringatan dini adanya bahaya tsunami dengan cara penyebaran informasi menggunakan alat komunikasi yang terhubung setiap saat agar dapat memberikan informasi sedini mungkin.

### KESIMPULAN

Dari berbagai pembahasan dan analisis yang telah dijabarkan pada bab sebelumnya, maka di dapat disimpulkan beberapa point penting dari hasil analisis sebagai berikut :

1. Hasil dari perhitungan variable bahaya, menghasilkan tiga klasifikasi. Potensi bahaya tinggi pada Kecamatan Tutuyan memiliki luas 28.1 Km<sup>2</sup> dan sedang memiliki luas 27.3 Km<sup>2</sup> untuk rendah

mendapatkan luas 109.6 Km<sup>2</sup>

2. Hasil dari perhitungan variable kerentanan menghasilkan nilai kerentanan kelas tinggi pada Kecamatan Tutuyan yaitu pada Desa Tutuyan, Tutuyan III, Togit, Tombolikat, Tombolikat Selatan, dan Kayumayondi, untuk kelas sedang berada di Desa Tutuyan II dan untuk kelas rendah berada di Desa Dodap Pantai, dan Dodap Mikasa
3. Hasil dari perhitungan variable risiko dimana Kecamatan Tutuyan tidak mendapatkan nilai kelas risiko tinggi, namun ada desa yang mendapatkan kelas sedang dan rendah.
4. Rencana untuk mitigasi bencana tsunami di Kawasan pesisir Kabupaten Bolaang Mongondow Timur terbagi menjadi dua point besar yaitu struktural dan non-struktural.

a. Upaya mitigasi struktural terbagi menjadi dua yaitu alami dan buatan, untuk alami menjelaskan tentang permodelan jalur hijau dan ekosistem mangrove, untuk upaya mitigasi struktural buatan menjelaskan tentang permodelan breakwater, seawall sebagai peredam tsunami, Adapun salah satu upaya mitigasi struktural yaitu dengan pembuatan sensor detector yang dapat menyampaikan informasi kedatangan gelombang tsunami. Penentuan titik dan jalur evakuasi secara acak akan tetapi mempertimbangkan jarak ketinggian yang aman dari gelombang tsunami

b. Upaya mitigasi non-struktural merupakan upaya non teknis yang menyangkut penyesuaian dan pengaturan tentang kegiatan manusia agar sejalan dan sesuai dengan upaya mitigasi struktural mengenai pengurangan dampak bencana tsunami.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim*, Undang – Undang Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana.
- Anonim*, Peraturan Menteri dalam Negeri Nomor 33 Tahun 2006 tentang Pedoman Umum Mitigasi Bencana.
- Anonim*, Badan Nasional Penanggulangan Bencana Tahun 2015 – 2019 tentang Rencana Nasional Penanggulangan Bencana.

*Anonim*, Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nasional Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Resiko Bencana.

Badan Nasional Penanggulangan Bencana 2014, Pedoman Perencanaan Jalur dan Rambu Evakuasi Tsunami.

Dr. Sudirman Saad, S.H., M.Hum 2012. Pedoman Mitigasi Tsunami dengan Vegetasi Pantai, Direktorat Jendral Kelautan, Kementerian Kelautan dan Perikanan, Jakarta.

Pratomo, Rahmat Aris dan Iwan Rudiarto.2013. Permodelan Tsunami dan Implikasinya Terhadap Mitigasi Bencana di Kota Palu.Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota. Planologi Undip, Semarang.

Zaiyana, Dara dan Imam Buchori. 2014. Skripsi Kajian Kembali Terhadap Risiko Tsunami di Kota Banda Aceh. Jurnal Teknik PWK, Undip