

ANALISIS TINGKAT RISIKO TSUNAMI KOTA AMBON DENGAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)

Ajeng Roro Setiowati^{*)}, L.M. Sabri, Abdi Sukmono

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
 Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788

Email : ajengsetiowati20@gmail.com^{*)}

ABSTRAK

Kota Ambon sebagai ibu kota Provinsi Maluku yang terletak pada Kawasan Rawan Bencana (KRB) pesisir Pulau Ambon memerlukan upaya mitigasi bencana tsunami mengingat 40% kejadian tsunami yang tercatat di Indonesia selama rentang tahun 1600-2015 terjadi di wilayah Maluku. Pembuatan peta risiko bencana tsunami adalah salah satu upaya mitigasi dengan memetakan tingkat risiko dan potensi kerugian yang dapat ditimbulkan oleh bencana. Pada penelitian ini pemetaan risiko tsunami akan menggunakan Model Crunch dengan parameter yang mengacu pada Perka BNPB No. 2 Tahun 2012. Berdasarkan Model Crunch, tingkat risiko tsunami diperoleh dari hasil perkalian tingkat ancaman dan tingkat kerentanan. Pemetaan tingkat ancaman menggunakan metode Hloss dengan model tsunami setinggi 10 meter. Pemetaan tingkat kerentanan menggunakan metode overlay dan Analytical Hierarchy Process (AHP) untuk penentuan bobot tiap parameter. Parameter tingkat kerentanan terdiri atas kepadatan penduduk, kepadatan bangunan, kontribusi PDRB, dan lingkungan. Hasil penelitian risiko bencana tsunami diperoleh bahwa pesisir Kota Ambon didominasi oleh tingkat risiko rendah dengan luas 386,699 Ha atau 89,256% dari total wilayah berisiko. Tingkat risiko sedang memiliki luas 43,962 Ha (10,147%) yang terdiri atas Kecamatan Sirimau dengan luas 26,836 Ha dan Kecamatan Nusaniwe dengan luas 17,125 Ha. Dua kelurahan memiliki risiko tinggi terhadap tsunami yaitu Kelurahan Silale dan Kelurahan Waihaong dengan luas wilayah berisiko masing-masing sebesar 1,964 Ha dan 2,172 Ha. Tingkat risiko tsunami di Kota Ambon dapat dikatakan rendah berdasarkan hasil pengolahan yang telah diperoleh. Hal ini dapat disebabkan karena pertumbuhan penduduk dan pembangunan yang kurang merata dan cenderung berpusat di Kecamatan Sirimau dan Kecamatan Nusaniwe.

Kata Kunci: Bencana Tsunami, Metode Hloss, AHP, Peta Risiko, SIG

ABSTRACT

Ambon City, as the capital of Maluku Province, which is located in the Coastal Disaster Prone Area (KRB) of Ambon Island, requires efforts to mitigate the tsunami disaster, considering that 40% of tsunami events recorded in Indonesia during the 1600-2015 period occurred in the Maluku region. Making a tsunami disaster risk map is one of the mitigation efforts by mapping the level of risk and potential losses that a disaster can cause. In this study, the tsunami risk mapping will use the Crunch Model with parameters that refer to Perka BNPB No. 2 of 2012. Based on the Crunch Model, the tsunami risk level is obtained by multiplying the hazard and vulnerability levels. Mapping the hazard level using the Hloss method with a tsunami model as high as 10 meters. Mapping the level of vulnerability using the overlay method and Analytical Hierarchy Process (AHP) to determine the weight of each parameter. The vulnerability level parameters consist of population density, building density, GRDP contribution, and the environment. The tsunami disaster risk study results found that the coast of Ambon City was dominated by low-risk areas with an area of 386.699 Ha or 89.256% of the total risk area. Medium risk level has an area of 43.962 Ha (10.147%) consisting of Sirimau District with an area of 26.836 Ha and Nusaniwe District with an area of 17.125 Ha. Two kelurahans have a high risk of a tsunami, namely Kelurahan Silale and Kelurahan Waihaong, with a risk area of 1,964 Ha and 2,172 Ha, respectively. The level of tsunami risk in Ambon City is low based on the processing results that have been obtained. This can be caused by uneven population growth and development and tends to be centered in the Sirimau and Nusaniwe sub-districts..

Keywords: Tsunami Disaster, Hloss Method, AHP, Risk Map, GIS

^{*)} Penulis Utama, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara yang rentan terhadap bencana tsunami. Bencana ini umumnya dipicu oleh gempa bumi yang terjadi di bawah laut akibat dari aktifitas tektonik. Indonesia secara geografis terletak

pada wilayah pertemuan tiga lempeng tektonik aktif, yakni Lempeng Eurasia, Lempeng Pasifik, dan Lempeng Indo-Australia. Ketiga lempeng yang saling bertemu ini menyebabkan hampir seluruh wilayah Indonesia rentan terhadap gempa bumi yang disebabkan oleh aktifitas tektonik, kecuali Pulau

Kalimantan. Data BMKG menunjukkan sepanjang tahun 2019 wilayah Indonesia diguncang 11.573 gempa bumi dengan sebanyak lebih dari 5.000 kali gempa bumi mengguncang wilayah Maluku. Jumlah persentase menunjukkan 44,06% kejadian gempa terjadi di wilayah Maluku pada tahun 2019. Fakta ini menunjukkan bahwa wilayah Laut Banda dan Kepulauan Maluku memiliki potensi gempa bumi tektonik besar yang berpotensi menyebabkan tsunami di masa mendatang (BNPB, 2022).

Wilayah Ambon dibagi menjadi tiga rumpun tektonik berdasarkan susunan tektoniknya, yaitu sumber kejadian gempa bumi yang memiliki potensi untuk menimbulkan tsunami. Ketiga rumpun tersebut yaitu wilayah Laut Banda, wilayah Laut Seram, dan wilayah Laut Maluku. Selanjutnya disampaikan bahwa kejadian tsunami yang tercatat terjadi di Indonesia selama rentang tahun 1600-2015 adalah 210 kejadian, dimana 85 kejadian tsunami terjadi di wilayah Maluku (Latief, et al., 2016).

Kota Ambon sebagai ibu kota Provinsi Maluku yang terletak di pesisir Pulau Ambon memerlukan kajian bahaya, kerentanan, dan risiko bencana tsunami sebagai upaya meminimalisir kerugian yang dapat terjadi. Hal ini dilandaskan pada fakta bahwa 40% kejadian tsunami di Indonesia terjadi di wilayah Maluku, menunjukkan bahwa wilayah Maluku berpotensi tinggi terkena tsunami.

Kajian bahaya, kerentanan, dan risiko bencana tsunami melalui pembuatan peta akan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). SIG membantu pengguna memahami pola, hubungan, dan konteks geografis. Manfaatnya meliputi peningkatan komunikasi dan efisiensi serta manajemen dan pengambilan keputusan yang lebih baik.

Peta risiko tsunami pada penelitian ini akan menggunakan model crunch, dimana risiko merupakan hasil kali tingkat bahaya dan tingkat kerentanan. Metode yang digunakan untuk menentukan tingkat bahaya dan tingkat kerentanan tsunami mengacu pada buku Risiko Bencana Indonesia oleh BNPB. Peta tingkat bahaya akan dibuat berdasarkan hasil perhitungan jangkauan inundasi tsunami menggunakan metode Hloss. Peta tingkat kerentanan akan menggunakan parameter kerentanan yang terdiri atas kerentanan sosial, ekonomi, fisik, dan lingkungan. Parameter kerentanan akan memiliki bobot yang berbeda dimana bobot tersebut menunjukkan tingkat kepentingan masing-masing parameter. Penentuan bobot antar parameter kerentanan akan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

Peta tingkat risiko tsunami yang telah diperoleh selanjutnya akan digunakan sebagai bahan analisis zona keterpaparan risiko tsunami di Kota Ambon. Hasil tersebut diharapkan dapat menjadi salah-satu bahan pertimbangan oleh pihak terkait dalam penyusunan pola mitigasi bencana di Kota Ambon.

I.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini memiliki rumusan masalah yakni:

1. Bagaimana tingkat bahaya bencana tsunami di Kota Ambon?
2. Bagaimana tingkat kerentanan bencana tsunami di Kota Ambon?
3. Bagaimana tingkat risiko bencana tsunami di Kota Ambon?

I.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan diantaranya yaitu:

1. Mengetahui hasil analisis tingkat bahaya bencana tsunami di Kota Ambon.
2. Mengetahui hasil analisis tingkat kerentanan bencana tsunami di Kota Ambon.
3. Mengetahui hasil analisis tingkat risiko bencana tsunami di Kota Ambon.

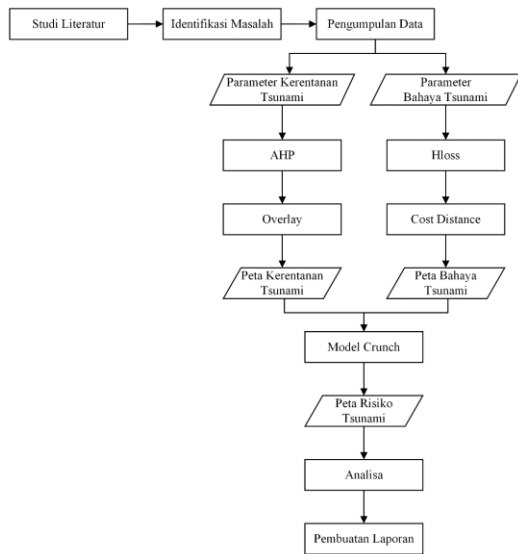
I.4 Batasan Masalah

Adapun batasan penelitian yang dilakukan sesuai dengan tema penelitian yaitu:

1. Wilayah penelitian ini terletak di Kota Ambon dengan unit terkecil daerah bahaya, kerentanan, dan risiko adalah wilayah administrasi desa/kelurahan.
2. Parameter yang digunakan untuk analisis tingkat bahaya tsunami terdiri atas kemiringan lereng, tutupan lahan, dan garis pantai.
3. Tinggi gelombang tsunami yang digunakan sebagai acuan adalah 10 meter.
4. Parameter yang digunakan untuk analisis tingkat kerentanan tsunami terdiri atas kepadatan penduduk (kerentanan sosial), kontribusi PDRB (kerentanan ekonomi), kepadatan bangunan (kerentanan fisik), dan kerentanan lingkungan.
5. Parameter yang digunakan mengacu pada buku Risiko Bencana Indonesia oleh BNPB dan studi penelitian terdahulu dengan beberapa modifikasi

I.5 Kerangka Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini akan berdasarkan pada kerangka penelitian tugas akhir yang telah dibuat pada Gambar I-1.



Gambar I-1. Kerangka Penelitian

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Bencana

Berdasarkan Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 02 Tahun 2012, dijelaskan bahwa fenomena maupun rangkaian peristiwa yang ditimbulkan oleh faktor alam dan/atau non alam ataupun faktor manusia yang bersifat mengancam dan mengganggu kehidupan serta aktifitas penduduk dan memiliki kemungkinan untuk menimbulkan kerusakan lingkungan, kerugian secara ekonomi, jatuhnya korban jiwa, serta dampak psikologis bagi korban selamat disebut sebagai bencana.

II.2 Bahaya (Hazard)

II.2.1 Definisi

United Nations Office for Disaster Risk Reduction (2020) menjelaskan bahwa bahaya adalah suatu proses, aktivitas manusia, maupun fenomena tertentu yang dapat menimbulkan kematian, cacat, luka, cedera atau kerugian terkait kesehatan lainnya, kerugian ekonomi akibat kerusakan properti/harta benda, gangguan ekonomi serta sosial, maupun penurunan fungsi lingkungan.

II.2.2 Bahaya Tsunami

Menurut Hoppe (2010) tsunami merupakan rangkaian gelombang yang biasanya disebabkan oleh perubahan vertikal di bawah laut akibat gempa bumi yang terjadi di bawah atau dekat dasar laut. Gempa bumi ini menyebabkan air laut dalam jumlah besar bergerak dan secara mendadak berpindah tempat. Gelombang tsunami menjalar keluar ke seluruh arah dari sumbernya, seperti episentrum gempa. Tsunami mampu menyentuh ketinggian sampai puluhan meter ketika mendekati kawasan pesisir, yang dapat menyebabkan kerusakan di permukaan bumi dan kematian.

Amri dkk. (2016) menjelaskan bahwa kajian bahaya tsunami di Indonesia menggunakan sebaran luasan daerah yang terkena dampak tsunami oleh

Berryman (2006). Pemodelan matematis oleh Berryman (2006) didasarkan pada perhitungan kehilangan ketinggian tsunami per satu meter jarak inundasi (ketinggian genangan) bersumber dari kekasaran permukaan dan jarak terhadap lereng. Perumusan matematis metode Hloss dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$H_{loss} = \left(\frac{167n^2}{H_0^{1/3}} \right) + 5 \sin S \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

- H_{loss} = Nilai penurunan air saat masuk ke daratan
- n = koefisien kekasaran permukaan
- H₀ = tinggi tsunami pada garis pantai (m)
- S = besar nilai lereng permukaan (derajat)

II.3 Kerentanan (Vulnerability)

Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 02 Tahun 2012 mendefinisikan kerentanan sebagai suatu kondisi dari suatu komunitas atau masyarakat yang mengarah atau menyebabkan ketidakmampuan dalam menghadapi ancaman bencana. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (2020) mendefinisikan kerentanan sebagai kondisi yang ditentukan oleh faktor atau proses fisik, sosial, ekonomi dan lingkungan yang meningkatkan kerentanan individu, komunitas, aset atau sistem terhadap dampak bahaya.

II.4 Parameter Kerentanan Tsunami

Kajian kerentanan tsunami menggunakan parameter kerentanan yang diperoleh dari hasil penggabungan skor parameter kerentanan sosial, fisik, ekonomi, dan lingkungan mengikuti Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 02 Tahun 2012. Kerentanan sosial akan menggunakan kepadatan penduduk, kerentanan fisik dengan kepadatan bangunan, kerentanan ekonomi dengan kontribusi PDRB, dan kerentanan lingkungan terdiri dari parameter hutan lindung, hutan alam, dan hutan bakau/mangrove.

II.4.1 Kepadatan Penduduk

Kepadatan penduduk adalah banyaknya penduduk per satuan luas. Kepadatan penduduk kasar atau crude population density (CPD) menunjukkan jumlah penduduk untuk setiap kilometer persegi luas wilayah (BPS, 2022). Berdasarkan penelitian Nabillah dkk. (2022) kepadatan penduduk suatu daerah dapat diperoleh melalui persamaan berikut.

$$\text{Kepadatan Penduduk} = \frac{\sum \text{Penduduk (Jiwa)}}{\text{Luas Wilayah (Km}^2\text{)}} \dots \dots \dots (2)$$

II.4.2 Kepadatan Bangunan

Maryono dkk. (2019) mendefinisikan kepadatan permukiman adalah padat atau jarangnyanya permukiman dalam suatu wilayah. Kepadatan bangunan ditentukan dari hasil bagi antara luas atap permukiman dengan luas blok permukiman. Hasil dari perhitungan kepadatan bangunan akan diberi skor bersumber dari Ditjen Cipta Karya, Dep. PU (2006) dalam Mudzakir. Rumus dan klasifikasi yang akan digunakan adalah sebagai berikut.

$$\text{Kepadatan Bangunan} = \frac{\sum \text{Luas Atap}}{\text{Luas Permukiman}} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

Tabel II-1. Klasifikasi Kepadatan Bangunan

No.	Kepadatan	Kriteria	Skor
1.	< 40%	Jarang	1
2.	40% - 60%	Sedang	2
3.	> 60%	Padat	3

II.4.3 Kontribusi PDRB

Parameter PDRB dalam kajian kerentanan ekonomi dianalisis sebagai nilai kontribusi PDRB sektor yang terkait dengan lahan produktif yang dapat terdampak secara langsung (*direct impact*) oleh kejadian bencana. PDRB sektor lahan produktif, khususnya sektor pertanian dapat diukur dan dianalisis secara spasial dengan pendekatan pada penggunaan lahan yang di suatu daerah. Jenis sektor pertanian yang tersedia pada data PDRB masing-masing kabupaten/kota dapat disandingkan dengan data penggunaan/penutup lahan (Nugroho, Pinuji, S., Wiguna, & Syaqui, 2018).

Tabel II-2. Klasifikasi Kontribusi PDRB

No.	Kontribusi PDRB	Kelas
1.	< Rp. 100 Juta	Rendah
2.	Rp. 100 Juta – Rp. 300 Juta	Sedang
3.	> Rp. 300 Juta	Tinggi

II.4.4 Kerentanan Lingkungan

Berdasarkan Risiko Bencana Indonesia oleh BNPB, kerentanan lingkungan bencana tsunami terdiri dari parameter hutan lindung, hutan alam, dan hutan bakau/mangrove. Setiap parameter dapat diidentifikasi menggunakan data tutupan lahan. Masing-masing parameter dianalisis dengan menggunakan metode *fuzzy membership* sesuai Perka BNPB No. 2 Tahun 2012 untuk memperoleh nilai indeks kerentanan lingkungan.

Tabel II-3 Parameter Kerentanan Lingkungan

Parameter	Kelas		
	Rendah	Sedang	Tinggi
Hutan Lindung	< 20 Ha	20-50 Ha	>50 Ha
Hutan Alam	< 25 Ha	25-75 Ha	>75 Ha
Mngrove	< 10 Ha	10-30 Ha	>30 Ha

II.5 Risiko (Risk)

Risiko bencana menurut Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 02 Tahun 2012 adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu kawasan dan kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat.

Kerangka kerja yang dapat berguna untuk memahami dan mengurangi risiko bencana adalah “model tekanan dan pelepasan bencana” yang juga dikenal sebagai “Model Crunch”. Model Crunch

menyatakan bahwa bencana hanya terjadi ketika bahaya mempengaruhi orang-orang yang rentan (Hai & Smyth, 2012).

Persamaan tingkat risiko bencana tsunami dengan mengikuti Model Crunch dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$R = H \times V \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

R = *Risk* (Indeks risiko tsunami)

H = *Hazard* (Kelas bahaya tsunami)

V = *Vulnerability* (Kelas kerentanan tsunami)

II.6 Sistem Informasi Geografis

Menurut Sugandi dkk. (2009), Sistem Informasi Geografis adalah suatu sistem informasi yang dirancang untuk bekerja dengan deta yang bereferensi spasial atau berkoordinat geografi. Dengan kata lain sistem informasi geografis adalah suatu sistem basis data dengan kemampuan khusus untuk menangani data yang bereferensi keruangan (spasial) bersamaan dengan seperangkat operasi kerja.

II.7 Metode Tumpang Susun (Overlay)

Metode tumpang susun (*overlay*) adalah operasi dalam SIG untuk menggabungkan beberapa lapisan (layer) dataset yang mewakili tema yang berbeda untuk menganalisis atau mengidentifikasi hubungan dari setiap layer. Analisis *overlay* mewakili peta komposit dengan kombinasi berbagai atribut dan geometri kumpulan data atau entitas. Dalam analisis *overlay*, set data spasial baru dibuat dengan menggabungkan data dari dua atau lebih lapisan data input. Analisis *overlay* adalah salah satu teknik GIS yang paling umum. Metode ini menggabungkan data dari entitas yang sama atau entitas yang berbeda dan membuat geometri baru dan unit entitas perubahan baru (Punit, 2020).

II.8 Analytical Hierarchy Process (AHP)

Dalam Perka BNPB Nomor 2 Tahun 2012, dijelaskan bahwa *Analytical Hierarchy Process* (AHP) adalah metode pengukuran dengan menggunakan perbandingan pasangan bijaksana. Perbandingan ini dibuat untuk memperoleh skala prioritas dimana skala prioritas sendiri bergantung pada penilaian ahli. Skala penilaian mutlak digunakan dalam pembuatan perbandingan, yang menggambarkan kuantitas satu indikator dalam mendominasi indikator lainnya terkait dengan suatu bencana tertentu. Perbandingan dilakukan pada suatu matriks dimana skala pasangan-bijaksana akan disusun bersama dalam matriks. Perolehan faktor pembobotan dilakukan dengan perhitungan eigenvektor dari matriks kemudian menormalkan hasil untuk total satu. Jika eigenvektor tidak diperoleh langsung dari matriks, melainkan dari iterasi (pengulangan) perkalian matriks terhadap dirinya sendiri, maka hasil yang diberikan akan lebih baik.

III. Metodologi Penelitian

III.1 Alat dan Data Penelitian

Berikut adalah peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu:

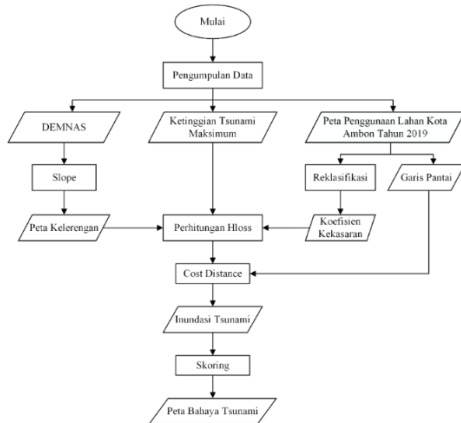
1. Perangkat Keras (*Hardware*) yang digunakan adalah Laptop ASUS Vivobook A407
2. Perangkat Lunak yang digunakan antara lain:
 - a. ArcGIS Desktop 10.3
 - b. Microsoft Office Word 2019
 - c. Microsoft Office Excel 2019
 - d. Microsoft Office Visio 2019

Data yang digunakan dalam penelitian adalah :

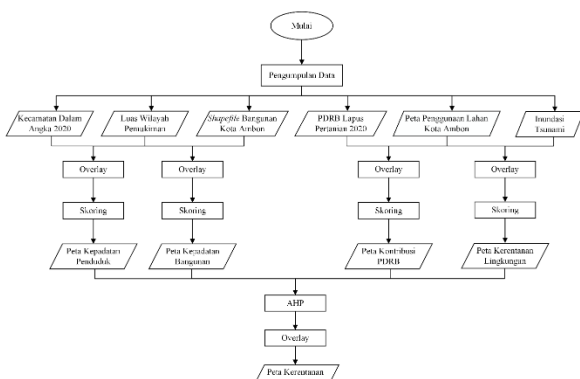
1. Peta Batas Administrasi Desa dan Kelurahan Skala 1:50.000
2. Peta Penggunaan Lahan Kota Ambon 2019 Skala 1:120.000 oleh BAPPEDA Kota Ambon.
3. Citra SPOT-6 Kota Ambon Tahun 2021 oleh Badan Riset dan Informasi Nasional.
4. Data DEM didapatkan dari data DEMNAS dengan sumber pengambilan data TERRASAR-X dengan resolusi 5 m, resolusi spasial 0.27-arcsecond tahun 2011.
5. PDRB Lapus Pertanian Kota Ambon Tahun 2020 oleh BPS Kota Ambon
6. Kecamatan Dalam Angka Kota Ambon Tahun 2020 oleh BPS Kota Ambon.
7. Hasil wawancara AHP oleh BPBD DIY.

III.2 Diagram Alir

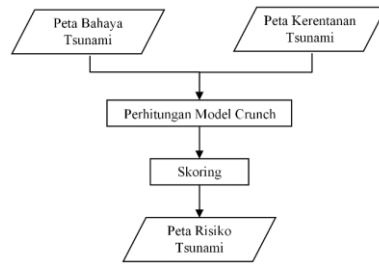
Penelitian ini membutuhkan diagram alir seperti:



Gambar III-1 Diagram Alir Peta Bahaya



Gambar III-2 Diagram Alir Peta Kerentanan



Gambar III-3 Diagram Alir Peta Risiko

III.3 Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian menurut diagram alir adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan Peta Bahaya Tsunami
Pemodelan bahaya tsunami menggunakan metode Hloss oleh Berryman (2006), dengan koefisien kekasaran Amri dkk. (2016) dan menyesuaikan tutupan lahan Kota Ambon. Tinggi gelombang tsunami yaitu 10 meter. Hasil akhir peta ancaman menggunakan skoring.
2. Pembuatan Peta Kerentanan Tsunami
Pembuatan menggunakan parameter sosial, ekonomi, fisik, dan lingkungan yang diwakili oleh kepadatan penduduk, kontribusi PDRB, kepadatan bangunan, dan kerentanan lingkungan. Keempat parameter tersebut masing-masing diberikan skor dan bobot melalui metode *analytical hierarchy process* (AHP). Bobot yang diperoleh kemudian digunakan dalam proses *overlay* keempat parameter yang akan menghasilkan skor total tingkat kerentanan. Interval kelas kerentanan diperoleh dari hasil perkalian nilai maksimum tiap bobot dan skor dikurangi perkalian nilai minimum yang dibagi menjadi tiga kelas
3. Pembuatan Peta Risiko
Peta risiko tsunami diperoleh dari proses mengalikan tingkat bahaya tsunami dengan tingkat kerentanan tsunami berdasarkan definisi dari risiko bencana pada Model Crunch.

IV. Hasil dan Pembahasan

IV.1 Peta Bahaya Tsunami

Peta bahaya tsunami diperoleh dari hasil pemetaan inundasi tsunami yang merupakan hasil kajian potensi genangan tsunami di daratan berdasarkan ketinggian gelombang maksimum yang tiba di garis pantai. Pemodelan inundasi tsunami menggunakan metode Hloss oleh Berryman (2006). Metode Hloss menggunakan empat parameter dalam pemodelan tsunami, yaitu koefisien kekasaran, garis pantai, kemiringan lereng, dan tinggi gelombang tsunami.

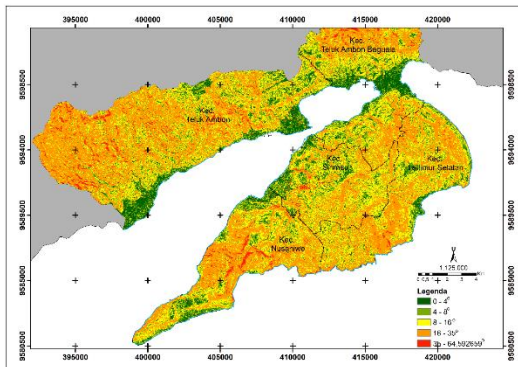
Jenis tutupan lahan diterjemahkan menjadi nilai koefisien kekasaran yang menggambarkan kenampakan tutupan lahan. Nilai koefisien kekasaran diperoleh dari hasil konversi jenis tutupan lahan Peta Penggunaan Lahan Kota Ambon Tahun 2019 dengan mengikuti buku Kajian Risiko Bencana Tsunami oleh

BNPB (2018), yang merupakan hasil modifikasi dari Berryman (2006).

Tabel IV-1 Koefisien Kekasaran Kota Ambon

No.	Tutupan Lahan	Koefisien Kekasaran
1.	Pertanian Lahan Kering	0,025
2.	Pertanian Lahan Kering Campur	0,025
3.	Pemukiman	0,05
4.	Mangrove	0,06
5.	Lahan Terbuka	0,015
6.	Lahan Terbangun	0,05
7.	Hutan Sekunder	0,07
8.	Hutan Primer	0,07
9.	Belukar	0,04
10.	Savana	0,02
11.	Bandara	0,05

Nilai kemiringan lereng Kota Ambon diperoleh dari data DEMNAS. Kemiringan lereng dapat mempengaruhi jangkauan genangan tsunami di daratan. Semakin besar nilai kemiringan lereng maka genangan yang masuk ke daratan akan semakin mengecil. Berdasarkan hasil pengolahan data DEMNAS, diketahui bahwa pada jarak 100 meter dari garis pantai terdapat 4 desa/kelurahan dengan derajat kemiringan lereng sebesar 0°-16°, 21 desa/kelurahan dengan derajat kemiringan lereng sebesar 0°-35°, dan 11 desa/kelurahan dengan derajat kemiringan lereng sebesar 0°-64,59°. Visualisasi derajat kemiringan lereng Kota Ambon secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar IV-1.



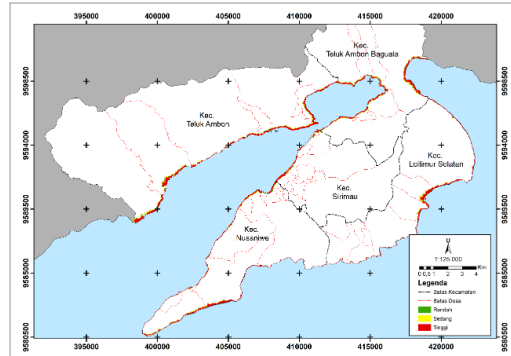
Gambar IV-1 Peta Kelereng Kota Ambon

Tinggi gelombang tsunami pada penelitian ini adalah 10 meter. Penentuan tinggi tsunami mengacu pada tinggi tsunami maksimum dari lampiran Perka BNPB No.2 Tahun 2012. Tinggi gelombang tsunami adalah parameter yang sangat penting pada penentuan inundasi tsunami karena semakin tinggi gelombang yang dimodelkan maka semakin luas wilayah yang akan tergenang gelombang tsunami. Klasifikasi wilayah yang terkena gelombang inundasi tsunami mengikuti Perka BNPB No.2 Tahun 2012 yang terbagi atas tiga kelas, yaitu kelas rendah dengan tinggi gelombang inundasi < 1 m, kelas sedang dengan tinggi 1 – 3 m, dan kelas tinggi dengan tinggi > 3 m.

Berdasarkan hasil pengolahan jangkauan inundasi tsunami di Kota Ambon diketahui sebanyak

648,305 Ha wilayah pesisir Kota Ambon akan terdampak gelombang tsunami, dimana:

1. Wilayah kelas bahaya rendah memiliki luas 60,361 Ha atau 9,311%
2. Wilayah kelas bahaya sedang memiliki luas 123,655 Ha atau 19,073%
3. Wilayah kelas bahaya tinggi memiliki luas 464,289 Ha atau 71,616%



Gambar IV-2 Peta Bahaya Tsunami Kota Ambon

IV.2 AHP untuk Kerentanan Tsunami

Pembobotan dengan metode AHP untuk peta kerentanan tsunami dilakukan melalui proses wawancara kepada dua narasumber dari BPBD DIY yang dianggap memiliki kompetensi dalam menentukan tingkat kepentingan dari tiap parameter yang digunakan. Hasil pengolahan data wawancara dari kedua narasumber menunjukkan bahwa hanya hasil dari Narasumber I yang memiliki rasio konsistensi yang berada di bawah 10% seperti yang ditunjukkan pada Tabel IV-2.

Tabel IV-2 Rasio Konsistensi

Narasumber	Rasio Konsistensi (%)
Narasumber I	8,327
Narasumber II	10,132

Rasio konsistensi yang semakin kecil menunjukkan semakin baik rasio kekonsistenan matriks perbandingan pasangan. Hasil rasio konsistensi menunjukkan hasil wawancara dengan Narasumber I lebih baik dibandingkan dengan Narasumber II, sehingga penelitian ini menggunakan hasil pembobotan AHP melalui wawancara bersama Narasumber I. Tabel IV-11 menunjukkan besar bobot tiap parameter yang digunakan untuk menyusun peta kerentanan tsunami Kota Ambon.

Tabel IV-3 Bobot Parameter Kerentanan

Parameter	Bobot
Kepadatan Penduduk	0,657
Kepadatan Bangunan	0,180
Kontribusi PDRB	0,121
Lingkungan	0,042

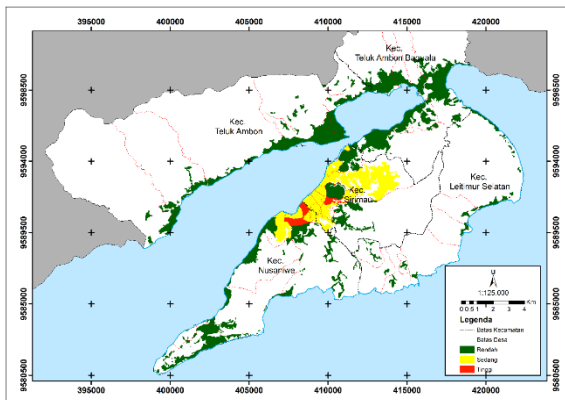
IV.3 Peta Kerentanan Tsunami

Peta kerentanan tsunami adalah peta yang menggambarkan tingkat kerentanan suatu wilayah terhadap bencana tsunami. Tingkat kerentanan diperoleh dari hasil penggabungan empat parameter penyusun peta kerentanan, yaitu kerentanan sosial, kerentanan fisik, kerentanan ekonomi, dan kerentanan lingkungan. Peta kerentanan ini mengacu pada PERKA BNPB No.2 Tahun 2012 dengan modifikasi.

1. Kepadatan Penduduk (Kerentanan Sosial)

Kepadatan penduduk menggambarkan kondisi tingkat kerentanan sosial suatu wilayah dalam menghadapi bahaya. Semakin tinggi tingkat kepadatan penduduk pada zona bahaya, maka semakin tinggi tingkat kerentanannya. Zona bahaya yang padat penduduk dapat menimbulkan dampak kerugian yang tinggi, sehingga meningkatkan risiko bencana pada wilayah tersebut. Kepadatan penduduk pada penelitian ini didefinisikan sebagai jumlah penduduk untuk setiap hektar luas wilayah pemukiman.

Kepadatan penduduk per desa dikelaskan menjadi tiga kelas, yaitu 5-101 jiwa/Ha (Rendah), 102-198 jiwa/Ha (Sedang), dan 199-295 jiwa/Ha (Tinggi) berdasarkan hasil klasifikasi menggunakan metode interval teratur. Hasil pengolahan kepadatan penduduk menunjukkan bahwa 32 desa/kelurahan memiliki kepadatan penduduk 5-101 jiwa/Ha, 14 desa/kelurahan memiliki kepadatan penduduk 102-198 jiwa/Ha, dan 4 desa/kelurahan memiliki kepadatan penduduk 199-295 jiwa/Ha.



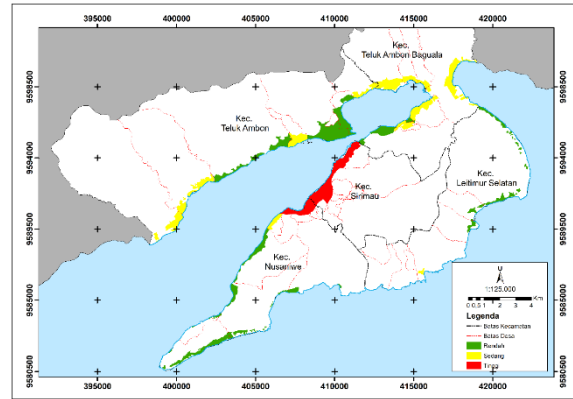
Gambar IV-3 Peta Kepadatan Penduduk

2. Kepadatan Bangunan Pesisir (Kerentanan Fisik)

Pada penelitian ini, kepadatan bangunan menggambarkan tingkat kerentanan fisik suatu wilayah jika mengalami bencana. Wilayah yang memiliki kepadatan bangunan yang tinggi akan mengalami kerusakan yang lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah yang memiliki kepadatan bangunan yang rendah. Kepadatan bangunan dalam penelitian ini berfokus pada daerah pesisir yang berjarak 500 meter dari garis pantai. Hasil pengolahan menunjukkan bahwa 17 desa/kelurahan memiliki kepadatan bangunan < 40%, 19 desa/kelurahan memiliki kepadatan bangunan 40 – 60%, dan 14 desa/kelurahan memiliki kepadatan bangunan > 40%.

Salah satu faktor yang menyebabkan Kecamatan Sirimau dan Kecamatan Nusaniwe

memiliki desa/kelurahan dengan tingkat kepadatan penduduk sedang dan tinggi karena kedua kecamatan tersebut memiliki kepadatan penduduk yang lebih tinggi dibandingkan dengan kecamatan lain. Semakin banyak jumlah penduduk pada suatu kawasan, maka akan semakin banyak bangunan di wilayah tersebut. Bangunan pada wilayah tersebut bukan hanya rumah, namun bangunan dengan fungsi lainnya yang menunjang aktifitas penduduk.

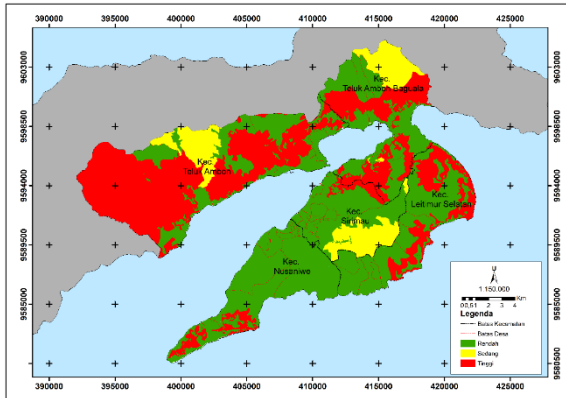


Gambar IV-4 Peta Kepadatan Bangunan Pesisir

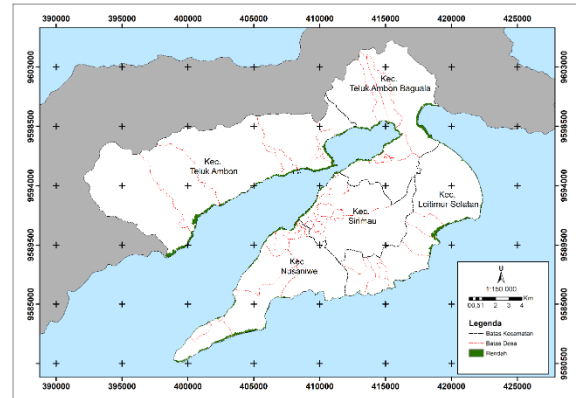
3. Kontribusi PDRB (Kerentanan Ekonomi)

Kajian kerentanan ekonomi menggunakan parameter PDRB (Produk Domestik Regional Bruto), dimana analisis dilakukan terhadap nilai kontribusi PDRB lahan produktif yang memiliki kemungkinan terdampak secara langsung ketika tsunami terjadi. Semakin tinggi nilai PDRB yang terdampak tsunami, maka akan semakin tinggi tingkat kerentanan ekonomi. Hal ini berkaitan dengan kerugian ekonomi yang akan semakin tinggi pada wilayah tersebut.

Total luas wilayah kontribusi PDRB di Kota Ambon adalah 29500,818 Ha. Kecamatan Teluk Ambon Baguala memiliki kontribusi PDRB dari kelas rendah ke kelas tinggi dengan persentase luas wilayahnya secara berurutan adalah 8,782%; 3,201%; dan 7,276% dari total luas wilayah kontribusi PDRB. Kecamatan Teluk Ambon memiliki tiga kelas dengan persentase luas wilayah dari kelas terendah ke tertinggi secara berurutan sebesar 9,790%; 3,402% dan 23,350%. Sama seperti Kecamatan Teluk Ambon, Kecamatan Sirimau memiliki tiga kelas dengan persentase luas wilayahnya secara berurutan dari kelas terendah ke tertinggi adalah 7,971%; 3,692%; dan 0,792% . Kecamatan Nusaniwe memiliki kelas rendah dan sedang dengan persentase masing-masing sebesar 14,218% dan 1,555%. Kecamatan Leitimur Selatan memiliki kelas rendah dan tinggi dengan persentase masing-masing sebesar 11,219% dan 4,852%.



Gambar IV-5 Peta Kontribusi PDRB



Gambar IV-6 Peta Kerentanan Lingkungan

4. Kerentanan Lingkungan

Kajian kerentanan lingkungan untuk bencana tsunami Kota Ambon menggunakan parameter yaitu hutan alam dan hutan bakau sebagai indeks kerentanan lingkungan mengikuti data tutupan lahan oleh BAPPEDA Kota Ambon. Analisis dilakukan terhadap luas wilayah (Ha) lahan dengan fungsi ekologis yang memiliki kemungkinan mengalami kerusakan ketika tsunami terjadi. Semakin besar luas wilayah lingkungan yang terdampak tsunami, maka akan semakin tinggi tingkat kerentanannya.

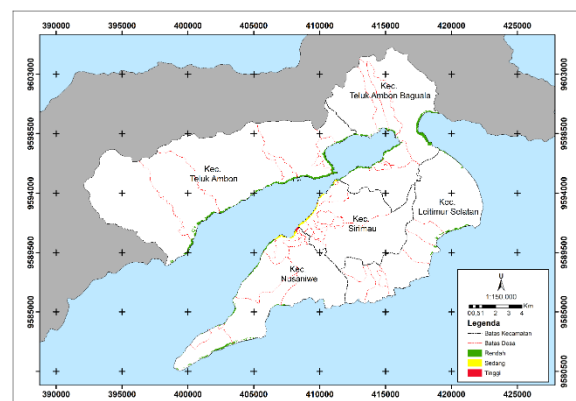
Hasil pengolahan menggunakan asumsi tersebut menunjukkan bahwa pesisir Kota Ambon memiliki tingkat kerentanan lingkungan yang rendah dengan luas 630,882 Ha. Kecamatan Teluk Ambon Baguala memiliki kelas rendah dengan persentase luas wilayahnya adalah 22,880% dari total luas wilayah kerentanan lingkungan. Kecamatan Teluk Ambon dan Kecamatan Sirimau secara berurutan memiliki persentase sebesar 33,333% dan 5,621%. Kecamatan Nusaniwe memiliki kelas rendah dengan persentase sebesar 22,485%. Kecamatan Leitimur Selatan memiliki kelas rendah dengan persentase sebesar 15,680%.

Nilai kerentanan lingkungan di Kota Ambon yang kecil disebabkan oleh jarak antara hutan alam yang jauh dari garis pantai sehingga terhindar dari potensi kerusakan yang diakibatkan oleh tsunami. Hutan bakau di pesisir Kota Ambon juga memiliki luas yang kecil dan hanya terletak di wilayah Kecamatan Teluk Ambon Baguala. Hal ini membuat tingkat kerusakan yang dapat diakibatkan oleh tsunami memiliki nilai yang rendah

5. Peta Kerentanan Tsunami Kota Ambon

Peta kerentanan tsunami pada penelitian ini mengacu pada Perka BNPB No. 2 Tahun 2012 dimana peta kerentanan tsunami merupakan hasil *overlay* antar parameter sosial, fisik, ekonomi, dan lingkungan. Kerentanan tsunami yang telah diperoleh selanjutnya dikelaskan menjadi tiga kelas, yaitu kelas rendah dengan nilai 1 – 1,6667; kelas sedang dengan nilai indeks 1,6668 – 2,3334; dan kelas tinggi dengan nilai 2,3334 – 3 berdasarkan hasil klasifikasi menggunakan metode interval teratur.

Total wilayah rentan tsunami di Kota Ambon adalah 433,089 Ha. Hasil pengolahan menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah pesisir Kota Ambon memiliki tingkat kerentanan tsunami yang rendah, dengan persentase luas wilayahnya adalah 87,735% (379,969 Ha) dari total wilayah kerentanan tsunami. Persentase luas wilayah dengan tingkat kerentanan sedang sendiri adalah sebesar 11,315% (49,004 Ha) dan persentase kelas tinggi sebesar 0,950% (4,115 Ha). Wilayah yang termasuk pada tingkat kerentanan tinggi hanya terdapat pada Kecamatan Nusaniwe dan secara spesifik terdapat pada Kelurahan Silale dan Kelurahan Waihaong dengan luas wilayah rentan pada kelas tinggi masing-masing adalah 1,944 Ha dan 2,172 Ha. Salah satu penyebab kedua kelurahan ini memiliki tingkat kerentanan yang tinggi adalah karena kepadatan penduduk dan kepadatan bangunannya yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelurahan lain.



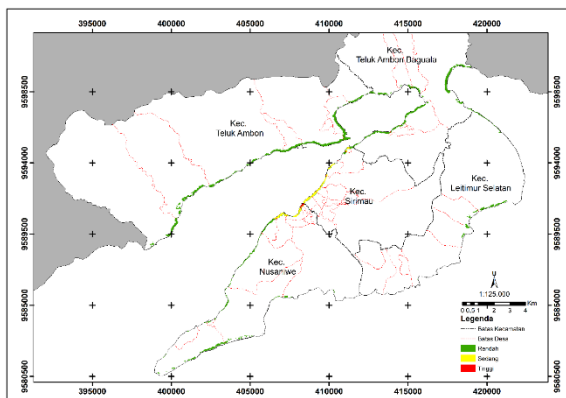
Gambar IV-7 Peta Kerentanan Tsunami Kota Ambon

IV.4 Peta Risiko Tsunami

Peta risiko tsunami diperoleh dari hasil *overlay* peta kerentanan dan peta bahaya menurut Model Crunch. Model Crunch mengasumsikan bahwa risiko bencana adalah hasil bertemunya bahaya sebagai faktor pemicu bencana dengan kerentanan yang terdapat kerawanan yang dapat dialami oleh penduduk di wilayah yang berpotensi bencana. Tingkat risiko tsunami selanjutnya dikelaskan menjadi tiga kelas, yaitu kelas rendah dengan nilai 1 – 3,6667; kelas sedang dengan nilai indeks 3,6668 – 6,3334; dan kelas tinggi dengan nilai 6,3335 – 9,00 berdasarkan hasil klasifikasi menggunakan metode interval teratur.

Total wilayah risiko tsunami di Kota Ambon adalah 433,248 Ha. Kecamatan Teluk Ambon Baguala dan Kecamatan Teluk Ambon hanya memiliki kelas rendah dengan persentase luas wilayahnya secara berurutan adalah 27,074% dan 37,601% dari total luas wilayah risiko tsunami. Kecamatan Sirimau memiliki kelas rendah dan sedang dengan persentase luas wilayahnya secara berurutan sebesar 1,984% dan 6,194%. Kecamatan Nusaniwe memiliki kelas rendah hingga tinggi dengan persentase wilayahnya secara berurutan adalah 15,901%; 3,953%; dan 0,597%. Kecamatan Letimur Selatan hanya memiliki kelas rendah dengan persentase sebesar 6,696%. Hasil pengolahan tingkat risiko tsunami menunjukkan bahwa 25 desa/kelurahan terletak pada wilayah dengan tingkat risiko yang rendah, 8 desa/kelurahan di tingkat risiko rendah dan sedang, dan 2 kelurahan di tingkat risiko rendah sampai dengan tinggi.

Wilayah yang termasuk pada tingkat risiko tinggi hanya terdapat pada Kecamatan Nusaniwe dan secara spesifik terdapat pada Kelurahan Silale dan Kelurahan Waihaong. Kelurahan Silale dan Kelurahan Waihaong yang berisiko secara berurutan adalah 1,964 Ha dan 2,172 Ha. Tingkat risiko tsunami di Kota Ambon dapat dikatakan rendah berdasarkan hasil pengolahan yang telah diperoleh. Hal ini dapat disebabkan karena pertumbuhan penduduk dan pembangunan yang kurang merata dan cenderung berpusat di Kecamatan Sirimau dan Kecamatan Nusaniwe. Sehingga jika kedua kecamatan ini terkena jangkauan inundasi tsunami maka kerugian yang timbul akan lebih tinggi jika dibandingkan dengan kecamatan lainnya.



Gambar IV-8 Peta Risiko Tsunami Kota Ambon

V. Kesimpulan dan Saran

V.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat diambil kesimpulan diantaranya yaitu:

1. Peta bahaya tsunami dibagi menjadi tiga kelas yaitu kelas rendah, sedang, dan tinggi. Hasil dari peta bahaya tsunami menunjukkan bahwa terdapat 37 desa/kelurahan Kota Ambon berada pada wilayah berpotensi tsunami. Wilayah tersebut didominasi oleh kelas tinggi dengan luas 464,289 Ha atau 71,616% dari luas total wilayah terdampak. Adapun desa yang memiliki potensi bahaya tertinggi terhadap tsunami adalah Desa Passo. Hal ini menunjukkan Kota Ambon memiliki potensi bahaya tsunami yang cukup tinggi.
2. Hasil dari peta kerentanan tsunami menunjukkan bahwa Kota Ambon didominasi oleh tingkat kerentanan tsunami rendah dengan luas 379,969 Ha atau 87,735% dari luas total wilayah rentan. Dua kelurahan terklasifikasi tinggi tingkat kerentanannya yaitu Kelurahan Silale dan Kelurahan Waihaong dari total 35 desa/kelurahan yang rentan. Kelurahan dengan luas terbesar pada tingkat kerentanan tertinggi terhadap tsunami berdasarkan parameter yang digunakan adalah Kelurahan Waihaong dengan luas 2,172 Ha.
3. Hasil dari penelitian risiko bencana tsunami menunjukkan bahwa pesisir Kota Ambon didominasi oleh tingkat risiko rendah dengan luas 386,699 Ha atau 89,256% dari total wilayah berisiko. Tingkat risiko sedang memiliki luas 43,962 Ha (10,147%) yang terdiri atas Kecamatan Sirimau dengan luas 26,836 Ha dan Kecamatan Nusaniwe dengan luas 17,125 Ha. Dua kelurahan memiliki risiko tinggi terhadap tsunami yaitu Kelurahan Silale dan Kelurahan Waihaong dengan luas wilayah berisiko masing-masing sebesar 1,964 Ha dan 2,172 Ha.

V.2 Saran

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilaksanakan, terdapat saran-saran untuk penelitian selanjutnya agar lebih baik diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengecekan ketersediaan data terbaru tiap parameter yang digunakan pada instansi terkait agar hasil penelitian yang diperoleh lebih baik.
2. Penggunaan citra pada penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan citra dengan resolusi spasial yang lebih tinggi agar hasil pengolahan klasifikasi citra yang diperoleh semakin baik.
3. Menambahkan beberapa parameter lain yang sesuai dengan Perka BNPB No.2 Tahun 2012 dalam proses pembuatan peta kerentanan untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, M. R., Yulianti, G., Yunus, R., Wiguna, S., Adi, A. W., Ichwana, A. N., . . . Septian, R. T. (2016). *Risiko Bencana Indonesia*. Jakarta: Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Berryman, K. (2006). *Review of Tsunami Hazard and Risk in New Zealand*. New Zealand: Institute of Geological & Nuclear .
- BNPB. (2022). *Potensi Ancaman Bencana*. Retrieved from <https://bnpb.go.id/potensi-ancaman-bencana>
- BPS. (2022, September 15). Retrieved from https://www.bps.go.id/istilah/index.html?Istilah_page=22&Istilah_sort=deskripsi_ind
- Hai, V. M., & Smyth, I. (2012). *The Disaster Crunch Model: Guidelines for a Gendered Approach*. United Kingdom: Oxfam GB.
- Hoppe, M. W. (2010). *Pengantar Pengetahuan tentang Risiko*. Jakarta: GITEWS.
- Latief, H., Kodijat, A. M., Ismoyo, D. O., Bustamam, Adyasari, D., Nurbandika, N., & Rahayu, H. P. (2016). *Air Turun Naik di Tiga Negeri : Mengingat Tsunami Ambon 1950*. Jakarta: Indian Ocean Tsunami Information Centre (IOTIC) .
- Nabillah, R., Setiawan, I., & Waluya, B. (2020). Kerentanan Sosial pada Wilayah Potensi Bencana Tsunami di Pesisir Kecamatan Rajabasa Kabupaten Lampung Selatan. *Jurnal Geografi, Edukasi dan Lingkungan, IV(2)*, 99.
- Nugroho, P. C., Pinuji, S. E., S., G. Y., Wiguna, S., & Syauqi. (2018). *Modul Teknis Penyusunan Kajian Risiko Bencana Tsunami*. Bogor: Direktorat Pengurangan Risiko Bencana Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 02 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana.
- Punit, N. (2020). *Overlay Analysis in GIS*. New Delhi: Shivaji College. Retrieved Desember 4, 2022, from <https://www.shivajicollege.ac.in/e-content.php>
- Sugandi, D., Somantri, L., & Sugito, N. T. (2009). *Sistem Informasi Geografis*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction . (2020). *Hazard Definition & Classification Review*. Switzerland: United Nations.
- Wibowo, K. M. (2015). Sistem Informasi Geografis (Sig) Menentukan Lokasi Pertambangan Batu Bara Di Provinsi Bengkulu Berbasis Website. *Jurnal Media Infotama*, Vol. 11, No. 1.