

PEMODELAN SPASIAL KETERSEDIAAN LAHAN TERBANGUN DENGAN KAWASAN RAWAN TSUNAMI DI KOTA AMBON

Heinrich Rakuasa^{✉1}, Febermen Halawa², Daniel A Sihasale²

¹Departemen Geografi, FMIPA, Universitas Indonesia, Indonesia

²Program Studi Pendidikan Geografi, Universitas Pattimura, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima Juni 2022

Disetujui Juli 2022

Dipublikasikan Agustus
2022

Keywords:

Pemodelan Spasial,

Tsunami, Lahan

Terbangun, Kota Ambon

Abstrak

Kebutuhan lahan tempat hunian/permukiman akan menjadi permasalahan yang dihadapi di Kota Ambon. Kota Ambon memiliki keterbatasan dalam pengembangan kawasan permukiman karena berada pada wilayah rawan bencana gempa bumi dan tsunami. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi ketersediaan lahan sebagai pengendalian lahan terbangun yang dikaitkan dengan kawasan rawan tsunami di Kota Ambon. Analisis wilayah keterpaparan disimulasikan berdasarkan data scenario potensi gelombang maksimum tsunami dengan kemiringan lereng dan indeks kekasaran permukaan dari setiap klasifikasi tutupan lahan. Berdasarkan hasil analisis terhadap wilayah genangan tsunami dengan menggunakan tiga skenario, tsunami dengan ketinggian 12 meter memiliki resiko yang tinggi dengan luas genangan sebesar 1.966.54 ha atau sebesar 0,06% dari luas Kota Ambon. Total luas lahan terbangun tahun 2021 di Kota Ambon yaitu seluas 4.421,33 ha yang terpusat di Kecamatan Sirimau dengan presentase sebesar 26% dari total luas lahan terbangun di Kota Ambon. Sama halnya seperti gempa bumi, salah satu bentuk antisipasi terhadap kejadian tsunami adalah dengan memprediksi seberapa besar luas lahan terbangun yang telah dianalisis. Berdasarkan hasil analisis jika pada tahun 2021 tinggi gelombang tsunami mencapai 12 meter dari garis pantai maka luas lahan terbangun yang terdampak diprediksi sebesar 1.594.00 ha dan secara spasial wilayah yang memiliki resiko tinggi adalah wilayah pesisir yang berhadapan dengan Laut Banda sehingga wilayah ini perlu mendapat perhatian khusus dari pemerintah Kota Ambon dalam hal mitigasi bencana.

Abstract

The need for land for housing / settlement will be a problem that will be faced in Ambon City. Ambon City has limitations in the development of residential areas because it is located in an area prone to earthquakes and tsunamis. This study aims to predict the availability of land for the control of built-up land associated with tsunami-prone areas in Ambon City. The analysis of the exposure area was simulated based on the scenario data for the maximum tsunami wave potential with the slope and surface roughness index of each land cover classification. Based on the analysis of the tsunami inundation area using three scenarios, a tsunami with a height of 12 meters has a high risk with an inundation area of 1,966.54 Ha or 0.06% of the area of Ambon City. The total area of land built-in 2021 in Ambon City is 4,421.33 Ha which is centered in the Sirimau District with a percentage of 26% of the total built-up land area in Ambon City. Just like an earthquake, one form of anticipation of a tsunami event is to predict how large the area of built-up land that has been analyzed is. Based on the results of the analysis, if in 2021 the tsunami wave height reaches 12 meters from the coastline, the area of built land affected is predicted to be 1,594.00 ha and spatially the area that has a high risk is the coastal area facing the Banda Sea so this area needs attention. specifically from the Ambon City government in terms of disaster mitigation.

PENDAHULUAN

Ambon merupakan kota yang terletak di Jazirah Leihitu dan Jazirah Leitimur ini memiliki keunggulan dan keunikan yang menarik. Pulau Ambon dimana Kota Ambon berada adalah bagian dari Kepulauan Maluku yang merupakan pulau-pulau busur vulkanis sehingga secara umum Kota Ambon memiliki wilayah yang sebagian besar terdiri dari daerah berbukit dan berlereng terjal (Souisa et al., 2016).

Pola permukiman dan pertumbuhan penduduk yang memadati daerah pesisir, daerah pantai dan pesisirnya menyimpan masalah yang kompleks, karena masyarakat akan bersentuhan langsung dengan ekosistem pantai dan lautnya (Notanubun & Mussadun, 2017). Berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Ambon tahun 2011-2031 dan Master Plan Ambon Waterfront City, perencanaan pembangunan dan pengembangan Kota Ambon, terkait dengan pengembangan kawasan pesisir akan diarahkan pada pengembangan untuk Ambon Kota Pantai atau Ambon Waterfront City (Berhиту, 2018).

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rifai et al., (2020) didapatkan rata-rata laju perkembangan lahan terbangun Kota Ambon 15 tahun terakhir memiliki nilai 5,86% dan terkonsentrasi di daerah pesisir. Kebutuhan lahan tempat hunian/permukiman akan menjadi permasalahan yang akan dihadapi di Kota Ambon. Kota Ambon memiliki keterbatasan dalam dalam perkembangan kawasan permukiman karena berada pada wilayah rawan bencana gempa bumi dan tsunami (Pranantyo & Cummins, 2020), hal ini dikarenakan Kota Ambon berada pada wilayah tektonik yang sangat aktif dan kompleks (Hamilton, 1979; Mc Caffrey, 1988; Pownall et

al., 2013). Kurniawati et al., (2021), juga berpendapat bahwa Ambon merupakan wilayah dengan aktifitas seismik aktif yang memiliki potensi bencana tsunami.

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB, 2020), menjelaskan bahwa Kota Ambon merupakan daerah yang memiliki indeks resiko bencana tertinggi di Provinsi Maluku, hal ini sebelumnya dijelaskan dalam sejarah gempa bumi dan tsunami di Ambon yang dicatat oleh Rumphius, (1675) yang disebutkan sebagai tragedi tanggal 17 Februari 1674 sekitar 346 tahun yang lalu, gempabumi yang mengguncang Ambon dan sekitarnya yang mengakibatkan kerusakan rumah warga dan menelan korban jiwa yang diperkirakan mencapai 2.500 orang yang meninggal dunia (Rafliana, 2017)

Dari catatan yang ditulis oleh Solov'ev (1974) tentang sejarah Catalogue of Tsunamis on The *Western Shore of the Pacific Ocean* yang disusun oleh dapat diketahui bahwa antara tahun 1600-2015 terdapat lebih dari 85 peristiwa tsunami telah terjadi di wilayah Maluku. Dalam kurun waktu yang sama, catatan sejarah tsunami di Indonesia telah tercatat sebanyak 210 kejadian tsunami. Dengan demikian kurang lebih 40% kejadian tsunami di Indonesia terjadi di wilayah Maluku dan sebagian besar kejadian tsunami di Maluku melanda Pulau Ambon.

Berdasarkan kondisi geografis dan geologi Kota Ambon yang merupakan kawasan rawan bencana gempa bumi dan tsunami, karena berada dekat dengan zona kolisi di busur banda (Darmawan et al., 2019). Dengan pertumbuhan penduduk yang semakin berkembang maka pembangunan akan semakin berkembang juga (Putri et al., 2020), hal ini dapat meningkatkan risiko terhadap bencana gempa bumi dan tsunami

sebagai bencana yang sulit diprediksi kedatangannya (Susiloningtyas et al., 2020).

Kota Ambon yang berada di Pulau Ambon merupakan salah satu kota yang berhadapan langsung dengan Laut Banda. Menurut Wuwungan et al., (2021) Kota Ambon memiliki kondisi morfologi yang memungkinkan terjadinya mekanisme pengakumulasian gelombang air laut menuju ke wilayah daratan atau wilayah pesisir. Meninjau hal tersebut maka penelitian ini menggunakan teknik pemodelan tsunami yang telah digunakan oleh BNPB dengan metode *tsunami inundation modeling* atau pemodelan spasial, metode ini dikembangkan oleh Berryman (2006) dengan pendekatan sistem informasi geografis untuk mendapatkan potensi wilayah genangan tsunami menggunakan perhitungan matematis berdasarkan perhitungan kehilangan ketinggian tsunami per 1 meter jarak ketinggian genangan dihitung dari nilai jarak terhadap lereng dan kekasaran permukaan.

Susiloningtyas et al., (2020) menggunakan pemodelan ini untuk melihat ketersediaan lahan dengan kawasan rawan tsunami di Kota Bengkulu. Febriyenti, (2017) juga sebelumnya menggunakan pemodelan ini untuk memprediksi dan mengkaji aspek kapasitas wilayah teluk Pelabuhan Ratu dalam menghadapi potensi bencana tsunami kedepannya.

Menurut para ahli tsunami, metode *Tsunami Inundation Modeling* memiliki tingkat akurat yang baik dalam memprediksi wilayah yang terpapar (Tonini et al., 2021) oleh bencana tsunami dengan parameter estimasi ketinggian gelombang, kemiringan lereng koefisien kekasaran permukaan (*surface roughness coefficient*) (Perka BNPB No.2 tahun 2012). Berdasarkan hal

tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk memprediksi ketersediaan lahan sebagai pengendalian lahan terbangun yang dikaitkan dengan kawasan rawan tsunami di Kota Ambon. Pemodelan *Tsunami Inundation Modeling* diharapkan dapat menjadi acuan dalam mitigasi bencana dan meminimalisir kerugian serta korban yang diakibatkan oleh bencana tsunami

METODE

Tipe penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif dengan menggunakan teknik pemodelan tsunami yang telah digunakan oleh BNPB dengan metode *Tsunami Inundation Modeling* atau pemodelan spasial dengan pendekatan Sistem Informasi Geografis untuk memprediksi daerah rawan tsunami di Kota Ambon dengan perhitungan matematis yang dikembangkan oleh Berryman (2006)

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data spasial dan data tabular. Keduanya meliputi data kuantitatif maupun kualitatif. Teknik pemerolehan dilakukan baik secara langsung melalui kegiatan survei lapang pada daerah penelitian (primer) maupun melalui studi literatur dan pengajuan permohonan data ke beberapa instansi terkait (sekunder). Tabel 1 menunjukkan pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan studi kepustakaan atau studi literatur, survei instansional dan survei lapang. Adapun deskripsi dari data-data yang dikumpulkan dapat dijelaskan sebagai berikut

Tabel 1. Teknik Pengumpulan Data

Jenis Data	Komponen Data	Sumber Data	Teknik Pengambilan Data
Data Primer	Validasi Tutupan Lahan	Survei Lapangan	Survei Lapangan
	Validasi Daerah Rawan Tsunami	Survei Lapangan	Survei Lapangan
Data Sekunder	Administrasi Citra SPOT 6	Badan Informasi Geospasial BAPEKKOT Ambon	Studi Pustaka
	Jaringan Jalan Garis Pantai	Badan Informasi Geospasial	Studi Pustaka
	Kemiringan lereng	DEMNAS BIG	Studi Pustaka
	Tutupan Lahan	Digitasi Citra SPOT 6 tahun Tahun 2021	Studi Pustaka dan Survei Lapangan
	Potensi gelombang maksimum tsunami	Jurnal "A National Tsunami Hazard Assessment for Indonesia" (Horspool et al., 2014)	Studi Pustaka

Untuk pemodelan wilayah rawan tsunami mengacu pada teknik pemodelan tsunami yang telah digunakan oleh BNPB dalam perhitungan matematis yang dikembangkan Berryman, (2006) berdasarkan perhitungan kehilangan ketinggian tsunami per 1 meter jarak ketinggian genangan, yang dihitung berdasarkan nilai jarak terhadap lereng dan kekasaran permukaan. Pemodelan wilayah rawan tsunami ini menggunakan data kemiringan lereng, tutupan lahan, potensi gelombang maksimum tsunami, dan garis pantai. Data kemiringan lereng dibuat menggunakan satuan derajat. Indeks kekasaran permukaan diinput berdasarkan klasifikasi tutupan lahan dengan mengubah jenis data tutupan lahan dari vector menjadi raster dengan resolusi spasial yang sama dengan hasil interpolasi citra yaitu 1 meter. Data kemiringan lereng, indeks kekasaran permukaan, dan potensi gelombang maksimum tsunami. Kota Ambon digunakan dalam perhitungan matematis yang dikembangkan Berryman, (2006) berdasarkan perhitungan kehilangan ketinggian tsunami per 1 meter jarak ketinggian genangan. Persamaannya adalah sebagai berikut

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

Sumber : Berryman (2006)

Dimana ;

H_{loss} = Kehilangan ketinggian tsunami

per 1m jarak ketinggian genangan

N = Indeks kekasaran permukaan

H_0 = Ketinggian gelombang tsunami di garis pantai

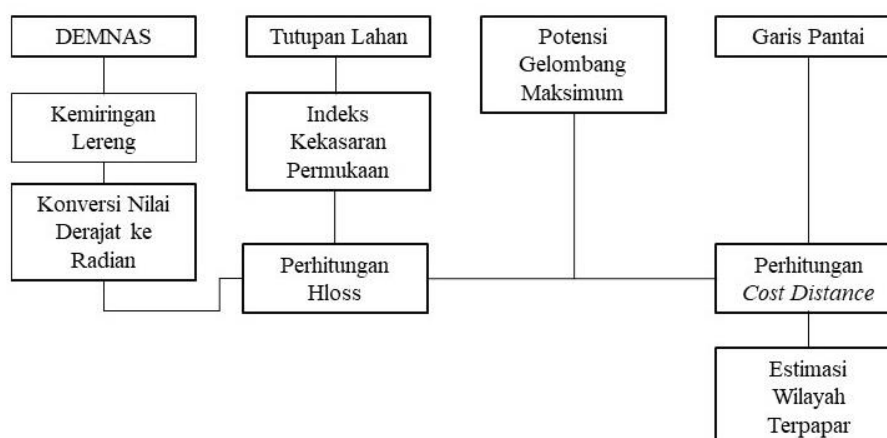
(mS = Besarnya lereng permukaan (derajat)

Persamaan di atas menunjukkan perhitungan matematis yang dikembangkan Berryman (2006) berdasarkan perhitungan kehilangan ketinggian tsunami per 1 meter jarak ketinggian genangan (H_{loss}). Dalam persamaan ini, dibutuhkan nilai sin kemiringan lereng ($\sin S$) sehingga nilai derajat dari lereng perlu dikonversi ke dalam radian. Konversi dilakukan dengan data kemiringan lereng dengan satuan derajat dikalikan dengan 0.01745 (hasil dari $\pi/180$). N menunjukkan nilai indeks kekasaran permukaan yang didapatkan dari tutupan lahan.

Tabel 2. Indeks Kekasaran Permukaan berdasarkan Jenis Tutupan Lahan

Jenis Tutupan Lahan	Indeks Kekasaran Permukaan
Badan Air	0,007
Semak	0,040
Hutan	0,70
Perkebunan	0,035
Lahan Terbuka/Pasir/Jalan	0,001
Persawahan	0,025
Permukiman/Lahan Terbangun	0,45

Sumber: Perk BNPB No.2 Tahun 2012



Gambar 1. Diagram Kerja Pemodelan Wilayah Keterpaparan

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Kota Ambon memiliki jumlah penduduk lebih banyak dibandingkan wilayah lainnya di Provinsi Maluku. Hal ini dikarenakan Kota Ambon merupakan ibukota Provinsi Maluku. Setiap jalur perekonomian sebagai pemicu urbanisasi, pemerintahan dan pembangunan berpusat di Kota Ambon yang menyebabkan masalah kebutuhan lahan meningkat. Jika ditinjau secara geografis, Kota Ambon berada pada wilayah rawan bencana tsunami dan gempa bumi yang dibenarkan berdasar jalur *ring of fire* yang melewati Pulau Ambon. Catatan sejarah menuliskan, Kota Ambon pernah mengalami beberapa kali bencana tsunami yang sangat merugikan. Berdasarkan hal ini maka sangat dibutuhkan lahan pembangunan untuk

tempat permukiman yang bebas dari rawan tsunami.

Prediksi luasan wilayah keterpaparan tsunami diperoleh berdasarkan Teknik pemodelan tsunami yang digunakan oleh BNPB. Pemodelan ini merupakan perhitungan matematis yang dikembangkan sebelumnya oleh Berryman (2006) dengan perhitungan kehilangan ketinggian tsunami per 1 meter jarak ketinggian genangan yang diperoleh berdasarkan jarak terhadap lereng dan kekasaran permukaan. Variabel kemiringan lereng diperoleh dari DEMNAS yang didigitasi dari situs resmi Badan Informasi Geospasial, sedangkan indeks kekasaran permukaan diperoleh dari klasifikasi tutupan lahan yang didigitasi dari Citra SPOT 6 Tahun 2021 dengan skala 1:50.000. Indeks kekasaran permukaan menentukan seberapa

besar hambatan yang dimiliki setiap tutupan lahan. Semakin tinggi indeks, maka tingkat kekasaran permukaan pada suatu klasifikasi tutupan lahan akan lebih tinggi.

Hosrpool *et al.*, (2013) dalam bukunya ‘*A National Tsunami Hazard Assessment for Indonesia*’ memprediksikan ketinggian maksimum tsunami dari garis pantai dan membaginya dalam tiga periode pada setiap provinsi di Indonesia, yaitu periode 100 Tahun, 2.000 Tahun dan 1.500 Tahun dari garis pantai. Kota Ambon pada periode 100 Tahun diprediksi ketinggian tsunami maksimum dari garis pantai adalah 2 meter, periode 2.000 Tahun prediksi ketinggian maksimum tsunami adalah 6 meter dan periode 2.500 Tahun prediksi ketinggian maksimum tsunami yaitu 12 meter. Ketiga parameter ketinggian tsunami tersebut kemudian diolah bersamaan dengan data *Digital Elevasi Model (DEM)*, indeks kekasaran permukaan dan garis pantai menggunakan analisis *tsunami inundation* pada perangkat lunak Arc GIS 10.8.

Berdasarkan letak geografis, Kota Ambon memiliki istilah “Ambon waterfront city” atau kota pesisir, yang berhadapan dan berbatasan dengan Laut Banda. Keadaan ini berarti adanya

ancaman bencana alam yang sewaktu-waktu dapat terjadi bahkan jika dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang memburuk, maka akan mengakibatkan terjadinya; ketinggian gelombang hingga banjir ROB bahkan pada tingkat yang lebih parah dapat terjadi ancaman bencana tsunami dan bencana alam hidrometeorologi lainnya yang melanda wilayah pesisir Pulau Ambon dan dapat dihindari.

Mengingat bahwa banyak terdapat sesar aktif di Pulau Ambon dan sekitarnya termasuk di Laut Banda. Maka hal ini perlu adanya pemikiran dan tindakan yang tepat, guna pengembangan kawasan terpadu dan berkelanjutan sebagai upaya persiapan yang matang terhadap bencana yang dapat melanda tak menentu waktunya.

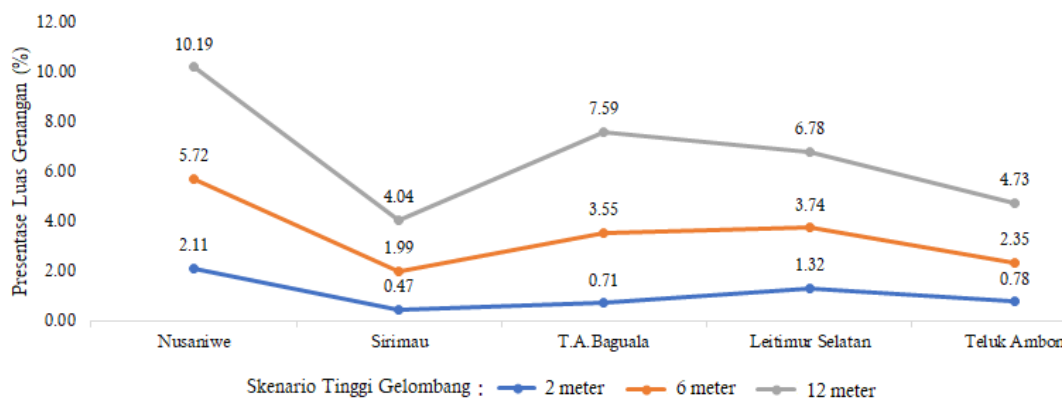
Prediksi Wilayah Genangan Tsunami Ketinggian Gelombang 2 meter, 6 meter dan 12 meter

Berdasarkan hasil pemodelan rayapan tsunami diperoleh prediksi wilayah genangan tsunami pada asumsi tinggi gelombang 2 meter, 6 meter dan 12 meter dari luasan Kota Ambon, memperoleh nilai yang berurutan dari tinggi gelombang terkecil hingga yang terbesar.

Tabel 3. Prediksi Luas Genangan Tsunami dengan Skenario Tinggi Gelombang 2 Meter , 6 Meter dan 12 Meter Pada Tiap Kecamatan di Kota Ambon

Kecamatan	Luas Kecamatan (ha)	Skenario Tinggi Geombang					
		2 meter		6 meter		12 meter	
		Luas Genangan (ha)	Prsentase (%)	Luas Genangan (ha)	Prsentase (%)	Luas Genangan (ha)	Prsentase (%)
Nusaniwe	4.684,00	98,75	2,11	268,14	5,72	477,1	10,19
Sirimau	3.702,47	17,49	0,47	73,81	1,99	149,65	4,04
T.A.Baguala	6.075,10	43,06	0,71	215,53	3,55	461,21	7,59
Leitimur Selatan	4.750,98	62,60	1,32	177,57	3,74	322,21	6,78
Teluk Ambon	13.361,13	103,59	0,78	314,41	2,35	632,21	4,73

Sumber : Pengolahan Data, 2021



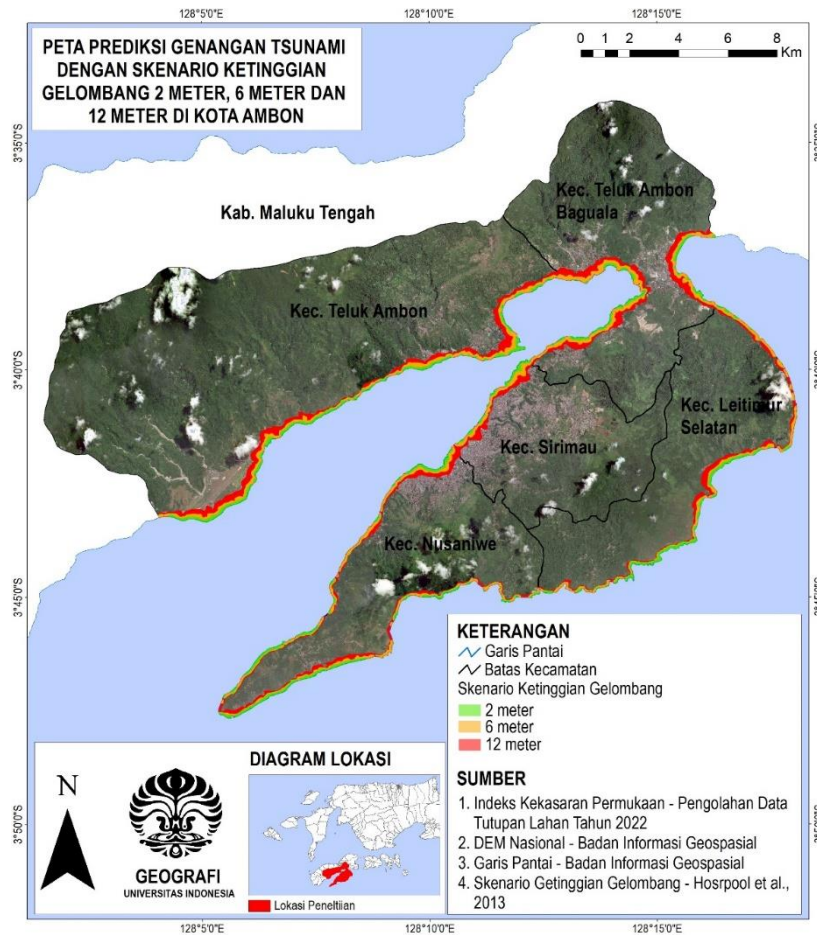
Gambar 2. Presentase Luasan Genangan Pada Tiap Kecamatan di Kota Ambon

Ditinjau dari Tabel 3 dan Gambar 3, dapat dilihat hasil prediksi ketinggian gelombang 2 meter, 6 meter dan 12 meter secara keseluruhan. Kecamatan dengan genangan tsunami terluas pada wilayah pesisir bagian utara dari Kota Ambon yaitu wilayah Kecamatan Teluk Ambon. Hal ini didasarkan pada hasil analisis indeks kekasaran relative rendah yang diperoleh dari tutupan lahan pada bagian utara yang lebih mendominasi yaitu; perairan, wilayah terbuka, permukiman di pesisir pantai dan memiliki elevasi atau ketinggian lahan yang landai.

Kecamatan dengan genangan tsunami yang lebih luas kedua yaitu Kecamatan Nusaniwe. Secara spasial kecamatan ini memperoleh luas rayapan terendah dibandingkan dengan Kecamatan Teluk Ambon. Hal ini juga dipengaruhi oleh keadaan topografi pada wilayah ini yang relative landai dan secara geografis, letak wilayah pesisir kecamatan ini berhadapan dengan Laut Banda, memiliki lahan di wilayah pesisir yang didominasi oleh semak belukar dan terdapat lahan terbuka yang membuat indeks kekasaran permukaan menjadi rendah.

Kecamatan yang mempunyai persentase luasan genangan terluas ketiga yaitu Kecamatan Leitimur Selatan. Secara geografis wilayah pesisir kecamatan ini berada di bagian selatan pulau Ambon yang berhadapan langsung dengan Laut Banda yang memiliki indeks resiko tinggi terhadap *sea level rise* namun dengan keadaan topografi yang tinggi membuat wilayah ini memiliki luasan genangan tsunami yang relative kecil dibandingkan kecamatan Nusaniwe.

Kecamatan Teluk Ambon Baguala memiliki total luas genangan lebih kecil dibandingkan Kecamatan Leitimur Selatan. Keadaan ini, disebabkan karena letak geografisnya berada pada wilayah Teluk Ambon bagian dalam dan Teluk Baguala yang membuat presentase luasan genangan tsunami di wilayah ini relative kecil. Kecamatan ini mempunyai tutupan lahan hutan dan permukiman yang menyebabkan nilai indeks kekasaran yang tinggi, namun dengan landainya kemiringan lereng membuat wilayah ini memiliki presentasi genangan tsunami yang tinggi dibandingkan dengan kecamatan Sirimau.



Gambar 3. Prediksi Genangan Tsunami dengan Skenario Ketinggian Gelombang di Kota Ambon

Sedangkan kecamatan dengan luasan genangan tsunami terendah yaitu Kecamatan Sirimau. Hal ini dikarenakan Kecamatan Sirimau secara spasial berada di dalam Teluk Ambon yang merupakan sentral kota dan memiliki tutupan permukiman dengan indeks kekasaran permukaan cukup tinggi yang mengakibatkan kecamatan ini memiliki presentasi genangan tsunami paling terendah dibandingkan dengan kecamatan lainnya.

Hubungan Ketersediaan Lahan Terbangun dengan Kawasan Rawan Tsunami di Kota Ambon

Hasil pemodelan limpasan (*inundation*) tsunami merupakan analisis terpenting dalam mitigasi bencana tsunami dari aspek tata ruang. Hasil tersebut dioverlay dengan peta rupa bumi dan tata guna lahan yang memperlihatkan hasil, dimana terdapat wilayah-wilayah yang berpotensi tergenang oleh limpasan tsunami. Maka, di wilayah-wilayah tersebut perlu adanya upaya-upaya mitigasi baik struktural maupun non-struktural yang harus diberdayakan secara optimal. Secara historis kejadian tsunami akan berdampak sangat besar terhadap kondisi sosial, ekonomi, dan tata ruang suatu wilayah yang rawan terhadap tsunami. Dampak dari bencana tsunami sangat mempengaruhi status lingkungan

yang sebelumnya ekosistem baik menjadi ekosistem yang tercemar hingga punah.

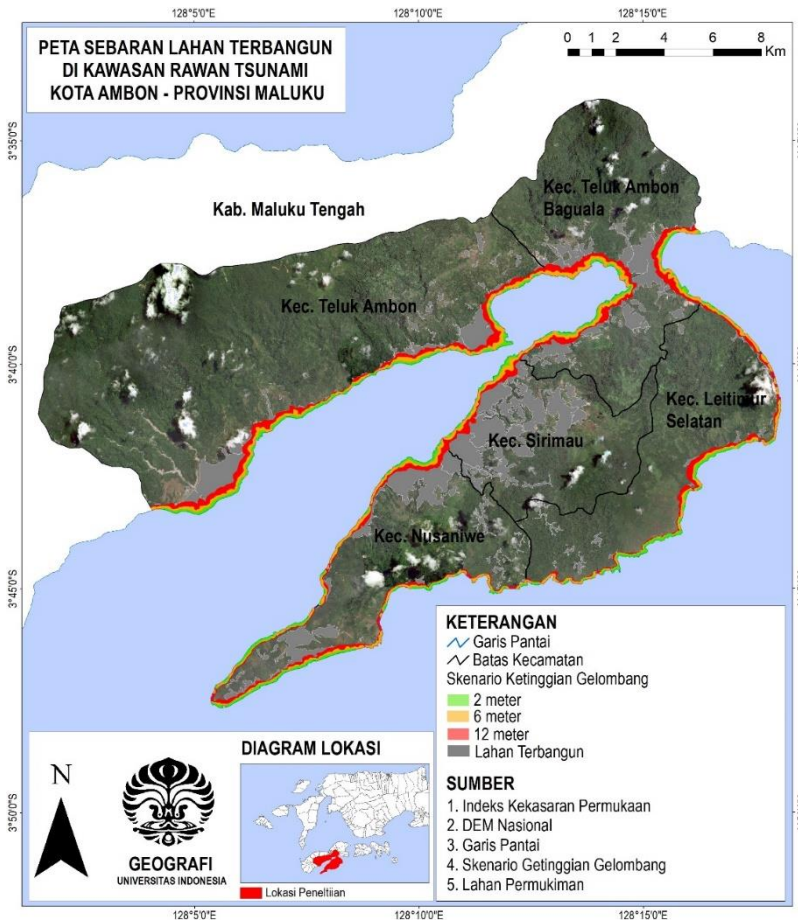
Berdasarkan hasil pemodelan rayapan tsunami diperoleh prediksi wilayah genangan tsunami dengan asumsi tinggi gelombang 2 meter pada luasan genangan tsunami secara keseluruhan di Kota Ambon yaitu 325,48 ha atau seluas 0,99% dari Luas Kota Ambon. Luas genangan tsunami dengan tinggi gelombang 6 meter mempunyai luas genangan yang luas yaitu sebesar 1.049.457 ha atau sebesar 0,03% dari luas Kota Ambon sedangkan luas genangan tsunami dengan tinggi gelombang 12 meter mempunyai luas genangan yang luas yaitu sebesar 1.966.54 ha atau sebesar 0,06%.

Catatan sejarah *Catalogue of Tsunamis on The Western Shore of the Pacific Ocean* yang disusun oleh S. L. Soloviev and Ch. N. Go (1974) serta catatan sejarah tsunami lainnya (hal. 49), diketahui bahwa antara tahun 1600-2015 terdapat lebih dari 85 peristiwa tsunami telah

Sama halnya seperti gempa bumi, salah satu bentuk antisipasi terhadap kejadian tsunami adalah dengan memprediksi seberapa besar luas permukiman yang berada pada wilayah rawan tsunami. Wilayah rawan tsunami yang dimaksud adalah luas genangan tsunami dengan 3 skenario yaitu ketinggian 2 meter, ketinggian 6 meter dan ketinggian 12 meter dari garis pantai. Kedua variabel ini dianalisis dengan teknik *overlay* yang dapat dilihat pada Gambar 5 dan Tabel 6.

terjadi di wilayah Maluku. Pada interval waktu yang sama, dalam catatan sejarah tsunami di Indonesia telah tercatat sebanyak 210 kejadian tsunami. Berdasarkan hal tersebut, dengan demikian kurang lebih 40% kejadian tsunami di Indonesia terjadi di wilayah Maluku. Selain dari tsunami lokal, Maluku Utara dan Maluku juga memiliki ancaman tsunami jarak jauh di mana sumber gempa yang dapat menyebabkan tsunami berasal dari pergerakan lempeng di Filipina, Jepang dan dari Samudera Pasifik (Kurniawan *et al.*, 2021). Berdasarkan sejarah gempa bumi yang mengakibatkan tsunami di Kota Ambon yang dimuat didalam Katolog Tsunami Indonesia Tahun 406-2018 dijelaskan bahwa tsunami yang terjadi di Kota Ambon pada umumnya disebabkan oleh aktifitas tetonik di laut banda (BMKG, 2019).

Berdasarkan Gambar 5 diketahui, pada Tahun 2021 tinggi gelombang tsunami mencapai 12 meter dari garis pantai maka luas lahan terbangun yang terdampak diprediksi sebesar 1.390.61 ha. Jika tinggi gelombang tsunami mencapai 6 meter dari garis pantai maka luas lahan terbangun yang terdampak diprediksi sebesar 688.60 ha dan jika tinggi gelombang 2 meter diprediksi luas lahan terbangun yang terdampak pada Tahun 2021 seluas 210.89 ha.



Gambar 5. Sebaran Lahan Terbangun tahun 2021 dengan Simulasi Ketinggian Genangan Tsunami dengan tinggi Gelombang 2,6 dan 12 meter di Kota Ambon

Tabel 6. Sebaran Tsunami Dan Prediksi Permukiman Yang Terdampak

Kecamatan	Prediksi Luas Permukiman Terdampak Genangan Tsunami (ha)		
	2 meter	6 meter	12 meter
Nusanawe	98,75	268,14	477,10
Sirimau	17,49	73,81	149,65
T.A.Baguala	43,06	215,53	461,21
Leitimur Selatan	62,60	177,57	322,21
Teluk Ambon	103,59	314,41	632,21
Total Luasan	325,49	1.049,46	2.042,38

Pada Gambar 5 juga, dapat dilihat bahwa luasan permukiman di wilayah pusat Kota Ambon pada Tahun 2021, hasil prediksi menunjukkan bahwa wilayah yang berada pada zona genangan tsunami dengan ketinggian gelombang 2 meter, 6 meter dan 12 meter. Lahan permukiman yang berada di wilayah rawan

tsunami di pusat Kota Ambon, didominasi oleh permukiman yang berada di wilayah pesisir yang memiliki topografi yang relative landai, tutupan lahan terbuka dan lahan permukiman yang berada pada genangan tsunami dengan ketinggian 12 meter dari garis pantai. Secara spasial wilayah ini berada bagian pusat Kota

Ambon yaitu Kecamatan Sirimau dan Kecamatan Nusaniwe yang merupakan kawasan pengembangan teluk dan pesisir dengan rencana pengembangan yang diarahkan untuk mewujudkan “*Ambon waterfront city*” dimana berdasarkan Rencana Tata Ruang (RTRW) Kota Ambon Tahun 2011-203, konsep “*Ambon waterfront city*” wajib memperhatikan salah satunya kajian lingkungan strategis dan standar konstruksi tahan bencana sesuai tata cara perencanaan konstruksi ketahanan bencana gempa dan tsunami untuk bangunan, sehingga pada wilayah ini memerlukan perhatian lebih khususnya dalam mitigasi bencana tsunami.

KESIMPULAN

Kota Ambon memiliki keterbatasan dalam pengembangan kawasan permukiman karena berada pada wilayah rawan bencana gempa bumi dan tsunami, hal ini dikarenakan disebabkan Kota Ambon berada pada wilayah tektonik yang sangat aktif dan merupakan wilayah dengan aktifitas seismik aktif yang memiliki potensi bencana tsunami. Berdasarkan hasil analisis terhadap wilayah genangan tsunami dengan menggunakan tiga skenario, tsunami dengan ketinggian 12 meter memiliki resiko yang tinggi dengan luas genangan sebesar 1.966.54 ha atau sebesar 0,06% dari luas Kota Ambon.

Sama halnya seperti gempa bumi, salah satu bentuk antisipasi terhadap bencana tsunami adalah dengan memprediksi seberapa besar luas lahan terbangun yang telah dianalisis. Berdasarkan hasil analisis diperoleh, jika pada tahun 2021 tinggi gelombang tsunami mencapai 12 meter dari garis pantai maka luas lahan terbangun yang terdampak diprediksi sebesar 1.390.61ha. Secara spasial wilayah yang memiliki resiko tinggi terhadap tsunami adalah

wilayah pesisir yang berhadapan dengan Laut Banda sehingga wilayah ini perlu mendapat perhatian khusus dari pemerintah Kota Ambon dalam hal mitigasi bencana. Hasil penelitian yang diperoleh dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan atau acuan dalam penyusunan kajian mitigasi bencana dalam upaya pengurangan resiko bencana tsunami di Kota Ambon

DAFTAR PUSTAKA

- Rifai, A., Payapo U.S.A., Lasaiba M. A. (2020). Analisis Spasial Perubahan Tutupan Lahan Di Kota Ambon Dengan Metode Maximum Likelihood Classification. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Geografi UPI 2020*, 47–52.
- Berhиту, P. T. (2018). Analisis zonasi untuk pengelolaan kawasan pesisir kota ambon berkelanjutan dengan model spasial dinamik. *ALE Proceeding*, 211–217.
- Berryman. (2006). *Riview of tsunami hazard and risk in new zealand. Lower hutt*. institute of geological and nuclear sciences.
- BMKG. (2019). *Katalog Tsunami Indonesia Tahun 416-2018 per wilayah*. Badan Meteorologi dan Geofisika.
- BNPB. (2012). *Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko*.
- BNPB. (2020). *Indeks Risiko Bencana Indonesia Tahun 2020*. Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Darmawan, I Gede Boy and Yassar, Muhamad Farhan and Kandi, Ahmad Asmara and Yogi, I. B. S. (2019). *Aplikasi Citra SAR Untuk Pemetaan Deformasi Akibat Gempa Bumi Dengan Metode DinsaR*. Universitas Lampung.
- Febriyenti, A. (2017). *Pemodelan evakuasi tsunami dalam evaluasi kapasitas wilayah di Teluk Palabuhanratu*. Universitas Indonesia.
- Georg Everhard Rumphius. (1675). *History of the Terrible Earthquake that Took Place Recently, and Some Time Before, but Principally on February 17, 1674 in and around the Island of Amboina*.
- Hamilton, W. B. (1979). *Tectonics of the*

- Indonesian region. In *Professional Paper*.
- Horspool, N., Pranantyo, I., Griffin, J., Latief, H., Natawidjaja, D. H., Kongko, W., ... & Thio, H. K. (2014). A probabilistic tsunami hazard assessment for Indonesia. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 14(11), 3105–3122.
- Indah Kurniawati, & R. M. R. (2021). Teknik Pembuatan Peta Evakuasi Tsunami Negeri Galala & Hative Kecil, Kota Ambon. *Prosiding Simposium Nasional Kelautan Dan Perikanan*, 225–231.
- Kurniawan, T., Yuliatmoko, R. S., Sunardi, B., Prayogo, A. S., Muzli, M., & Rohadi, S. (2021). Tsunami simulation for disaster mitigation based on earthquake scenarios in the Molucca subduction zone (case study of the Molucca Sea earthquake on July 7, 2019). *AIP Conference Proceedings*, 040026.
- Notanubun & Mussadun. (2017). Kajian Pengembangan Konsep Waterfront City Di Kawasan Pesisir Kota Ambon. *Pembangunan Wilayah & Kota*, 13(2), 243–255.
- Pranantyo, I. R., & Cummins, P. R. (2020). The 1674 Ambon Tsunami: Extreme Run-Up Caused by an Earthquake-Triggered Landslide. *Pure and Applied Geophysics*, 177(3), 1639–1657.
- Putri, R. F., Abadi, A. W., & Kafafa, U. (2020). The correlation analysis between urbanization phenomena and landuse change in Jakarta Special Province. *E3S Web of Conferences*, 200, 05003.
- Rafliana, I. (2017). *Science Communication for Disaster Risk Reduction: Role of LIPI Through the COMPRESS Program* (pp. 411–441).
- Solov'ev, S. L. (1974). *Catalogue of Tsunamis on the Western Shore of the Pacific Ocean*. Institute of Oceanic Sciences.
- Souisa, M., Hendrajaya, L., & Handayani, G. (2016). Landslide hazard and risk assessment for Ambon city using landslide inventory and geographic information system. *Journal of Physics: Conference Series*, 739, 012078.
- Susiloningtyas, D., Lestari, D. A., & Supriatna, S. (2020). Pemodelan Spasial Peak Ground Acceleration dan Prediksi Luas Genangan Tsunami di Kota Bengkulu. *Majalah Geografi Indonesia*, 34(2), 166.
- Tonini, R., Di Manna, P., Lorito, S., Selva, J., Volpe, M., Romano, F., Basili, R., Brizuela, B., Castro, M. J., de la Asunción, M., Di Bucci, D., Dolce, M., Garcia, A., Gibbons, S. J., Glimsdal, S., González-Vida, J. M., Løvholt, F., Macías, J., Piatanesi, A., ... Vittori, E. (2021). Testing Tsunami Inundation Maps for Evacuation Planning in Italy. *Frontiers in Earth Science*, 9.
- Wuwungan, C., Pasau, G., & Tongkukut, S. H. J. (2021). Pemodelan Perambatan Gelombang Tsunami di Laut Banda Berdasarkan Skenario Gempa 8.0 dan 9.0 Mw. *Jurnal MIPA*, 10(2), 55–58.