

PEMODELAN SPASIAL BAHAYA TSUNAMI DAN KETERPAPARANYA TERHADAP PERMUKIMAN DI KOTA AMBON

Spatial modeling of the tsunami hazard and its exposure to settlements in Ambon City

Heinrich Rakuasa¹ dan Melianus Salakory²

^{1,2}Program Studi Pendidikan Geografi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Pattimura, Indonesia
Email Korespondensi: heinrichrakuasa001@gmail.com

Diterima: 17/4/2022 | Ditinjau: 4/11/2022 | Disetujui: 9/12/2022

DOI: 10.31314/j sig.v5i1.1433

Abstract - Ambon City is an area that has the highest disaster risk index in Maluku Province. The direction of development of residential areas in Ambon City tends to be coastal areas which will certainly have an impact on the risk of tsunami hazards. This study aims to spatially model the tsunami hazard and its exposure to settlements in Ambon City. The tsunami hazard was analyzed using the variables of land height, slope, distance from the river, and distance from the shoreline, while the level of exposure was analyzed based on the results of the tsunami hazard overlay and settlement variables. This study uses an overlay technique on variables that have been scored and analyzed using a Geographic Information System (GIS) approach. The results show that the tsunami hazard in Ambon City is dominated by a low tsunami hazard level which has a wider area compared to the medium and high tsunami hazard classes, this is because 77.32% of the Ambon City area is at an altitude of > 64 masl while the tsunami exposure level in settlements in Ambon City is nominated by a high hazard level with an area of 2,835,33 ha, this is because almost a large part of the population in Ambon City lives in coastal areas, this can increase the risk of a tsunami disaster. The Ambon City Government plays an important role in disaster risk reduction efforts by continuously improving its adaptive capacity indicators and preparing for future disaster mitigation-based spatial planning.

Keywords: ambon, hazard, gis, tsunami, overlay

Abstrak – Kota Ambon merupakan daerah yang memiliki indeks resiko bencana tertinggi di Provinsi Maluku. Arah pengembangan kawasan permukiman di Kota Ambon lebih cenderung ke daerah pesisir tentu akan berdampak pada risiko bahaya tsunami. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan secara spasial bahaya tsunami dan keterpaparannya terhadap permukiman di Kota Ambon. Bahaya tsunami dianalisis dengan menggunakan variabel ketinggian lahan, kemiringan lereng, jarak dari sungai dan jarak dari garis pantai sedangkan tingkat keterpaparannya dianalisis Berdasarkan hasil overlay bahaya tsunami dan variabel permukiman. Penelitian ini menggunakan teknik overlay pada variabel-variabel yang sudah diberikat skor dan dianalisis menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG). Hasil penelitian menunjukan bahaya tsunami di Kota Ambon didominasi oleh tingkat bahaya tsunami rendah memiliki luasan yang lebih luas dibandingkan dengan kelas bahaya tsunami sedang dan tinggi, hal ini disebabkan karena sebesar 77.32 % daerah Kota Ambon berada pada ketinggian lahan >64 mdpl sedangkan tingkat keterpaparan tsunami pada permukiman di Kota Ambon dinominasi oleh tingkat bahaya tinggi dengan luas yaitu 2.835, 33 ha, hal ini dikarenakan hampir sebagian besar penduduk di Kota Ambon bermukim di daerah pesisir hal ini dapat meningkatkan risiko terhadap bencana tsunami. Pemerintah Kota Ambon sangat berperan penting dalam upaya pengurangan resiko bencana dengan terus meningkatkan indikator kapasitas adaptifnya dan penyusunan penataan ruang berbasis mitigasi bencana kedepannya.

Kata kunci: ambon, bencana, sig, tsunami, overlay

PENDAHULUAN

Wilayah pesisir merupakan wilayah tempat aktivitas manusia paling banyak dilakukan, sekitar 70% penduduk dunia tinggal di wilayah pesisir, sehingga menjadikan kawasan ini terkonsentrasi berbagai pusat kegiatan ekonomi seperti perikanan, pariwisata, perhubungan, perindustrian, pemukiman, pertahanan dan keamanan (MacDonald, 2005; Luo et al., 2018). Kondisi ini yang terjadi di Ambon dimana arah pengembangan kawasan permukiman di Kota Ambon lebih cenderung ke daerah pesisir. Pola pertumbuhan dan persebaran penduduk yang tinggal di daerah pesisir tentu akan berdampak pada risiko bahaya tsunami dan kerusakan ekosistem di daerah tersebut (Susiloningtyas, et al., 2021). Hal ini harus menjadi perhatian serius dari pemerintah Kota Ambon terkait penataan ruang pesisir berbasis mitigasi bencana, yang bertujuan untuk menjaga ekosistem pesisir di Kota Ambon yang berkelanjutan serta mengatasi perkembangan permukiman yang tidak terkdendali di wilayah pesisir Kota Ambon.

Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat seiring dengan pembangunan disegala bidang mengakibatkan timbulnya masalah baru, yaitu bertambahnya kebutuhan permukiman penduduk yang semakin tinggi sebagai tuntutan kebutuhan hidup disamping kebutuhan sandang dan pangan (AlFanatseh, 2021). Bertambahnya kebutuhan permukiman ini otomatis menuntut perluasan daerah untuk dijadikan sebagai daerah permukiman, sehingga daerah pesisir menjadi prioritas untuk pengembangan permukiman di Kota Ambon (Wulandari et al., 2019). Menurut (Meilianda et al., 2019) perubahan penggunaan lahan dan tutupan lahan di daerah pesisir sangat rentan terhadap tsunami dan kenaikan permukaan air laut (Susiloningtyas et al., 2021)

Menurut Pranantyo & Cummins, (2020) Kota Ambon memiliki keterbatasan dalam dalam perkembangan kawasan permukiman sebab berada pada wilayah rawan bencana gempa bumi dan tsunami, Rohadi et al., (2021) menambahkan bahwa Kota Ambon berada pada wilayah tektonik yang sangat aktif dan kompleks. Badan Nasional Penanggulangan Bencana menjelaskan bahwa, Kota Ambon merupakan daerah yang memiliki indeks resiko bencana tertinggi di Provinsi Maluku (BNPB, 2021), hal ini sebelumnya dijelaskan dalam sejarah gempa bumi dan tsunami di Ambon yang dicatat oleh Georg Everhard Rumphius (1627-1702) 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 (Georg Everhard Rumphius, 1675; Pranantyo & Cummins, 2020)

Berdasarkan *Catalogue of Tsunamis on The Western Shore of the Pacific Ocean* yang disusun oleh Solov'ev et al., (1974) dijelaskan bahwa dari periode tahun 1600- 2015 sudah terjadi 85 kejadian tsunami di kapulauan Maluku yang merupakan 40% dari 210 peristiwa tsunami yang melanda Indonesia dan pada umumnya kejadian tsunami yang terjadi di Provinsi Maluku itu berlokasi di Pulau Ambon dan Sekitarnya. Secara demografis, daerah pesisir Kota Ambon merupakan daerah yang rawan dan berisiko bencana tsunami dikarenakan topografi yang datar dan laudai serta padat penduduk kota ini yang mendiami daerah pesisir (BNPB, 2021)

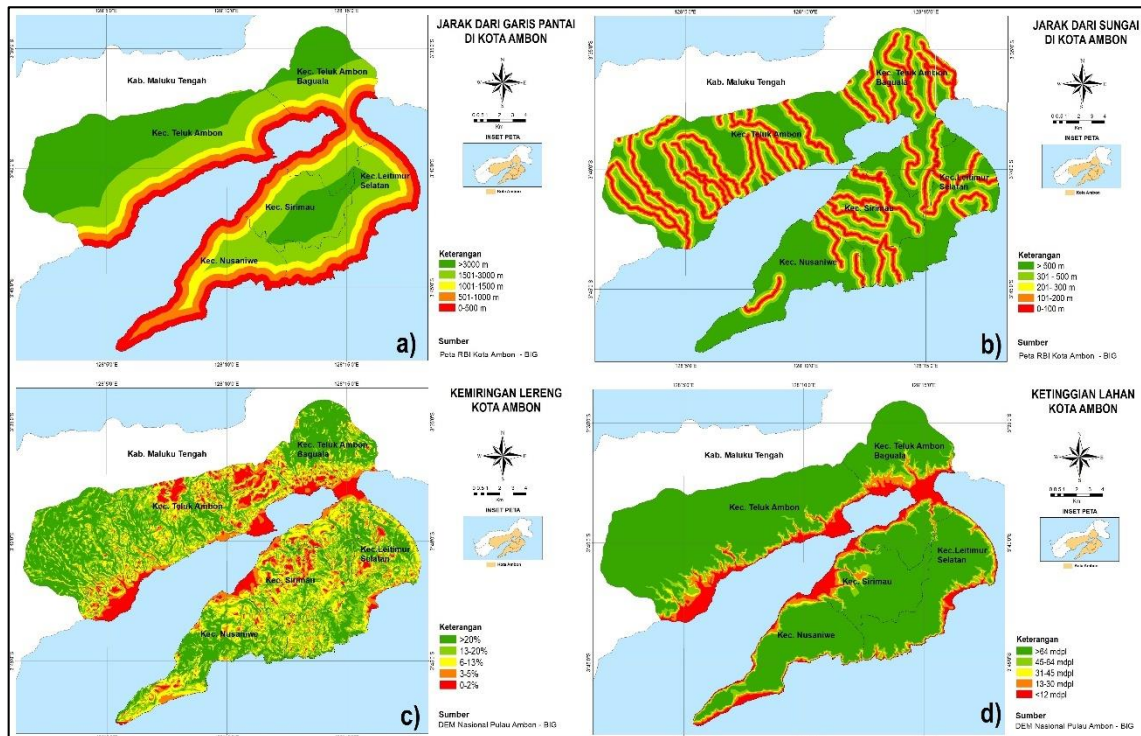
Berdasarkan kondisi geografis Kota Ambon yang merupakan kawasan rawan tsunami, dengan pertumbuhan penduduk yang semakin berkembang maka lahan terbangun akan semakin berkembang pula, hal ini dapat meningkatkan risiko terhadap bencana gempa bumi dan tsunami sebagai bencana yang sulit diprediksi kedatangannya. Maka itu perlu adanya prediksi spasial bahaya tsunami dan keterpaparannya terhadap permukiman di Kota Ambon dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG).

Menurut Fuad et al., (2022) pemanfaat penggunaan SIG sangatlah penting, efektif dan efisien dalam upaya memetakan dan memprediksi daerah yang rentan dan berbahaya terpapar bencana tsunami, sebagai suatu langkah awal dalam upaya mitigasi bencana guna meminimalisir kerugian yang akan terjadi kedepannya (Abdullah & Barua, 2022). Berdasarkan latarbelakang tersebut penelitian ini bertujuan untuk memodelkan secara spasial bahaya tsunami dan keterpaparannya terhadap permukiman di Kota Ambon.

METODE DAN DATA

Penelitian ini dilakukan di Kota Ambon, Provinsi Maluku yang secara geografis terletak pada 3°34'4.80" - 3°47'38,4" Lintang Selatan dan 128°1'33.6" - 128°18'7.20 Bujur Timur dan secara administratif Kota Ambon terdiri dari Kecamatan Sirimau, Nusaniwe, Leitimur Selatan,

Teluk Ambon, Teluk Ambon Baguala, dengan luas wilayah Kota Ambon yaitu 32.573,68 ha. Data yang digunakan dalam penelitian selengkapnya diantaranya Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Kota Ambon dan data DEM Nasional yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG). Data-data tersebut kemudian diolah dan dianalisis dengan menggunakan *software* ArcMap 10.8



Gambar 1. Variabel Penelitian; a) Jarak dari garis pantai, b). Jarak dari Sungai, c). Kemiringan Lereng, d). Ketinggian lahan (Sumber Hasil Analisis, 2022)

Berdasarkan data yang diperoleh kemudian diolah menjadi variabel-variabel yang mempengaruhi tingkat bahaya tsunami dan tingkat keterpaparan tsunami pada daerah permukiman di Kota Ambon yang dimodifikasi dari penelitian-penelitian sebelumnya Dewi et al., (2020) dan Akbar et al., (2020). Selengkapnya variabel-variabel tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 2.

Tabel 1. Variabel Yang Mempengaruhi Tingkat Bahaya Tsunami
Sumber; (Dewi et al., 2020) dan Hasil Analisis, 2022

No	Variabel	Klasifikasi	Skor	Luas (ha)	Presentase (%)
1	Kemiringan Lereng	0 - 2 %	5	2.611, 77	8.02
		3 - 5 %	4	3.618, 37	11.11
		6 -13 %	3	8.102, 49	24.87
		13 - 20 %	2	7.174, 61	22.03
		>20 %	1	1.1066, 44	33.97
		Total Luasan		32.573, 68	100.00
2	Jarak dari Garis Pantai	0 - 500 m	5	4.903, 10	15.05
		501 - 1000 m	4	4.404, 67	13.52
		1001 - 15000 m	3	3.746, 70	11.50
		1501 – 3000 m	2	8.940, 10	27.45
		>3000 m	1	10.579, 10	32.48
		Total Luasan		32.573, 68	100.00
3	Ketinggian Lahan	0 - 12 mdpl	5	2.646, 62	8.13
		13 - 30 mdpl	4	1.825, 64	5.60
		31 - 45 mdpl	3	1.021, 50	3.14
		45 - 64 mdpl	2	1.892, 55	5.81

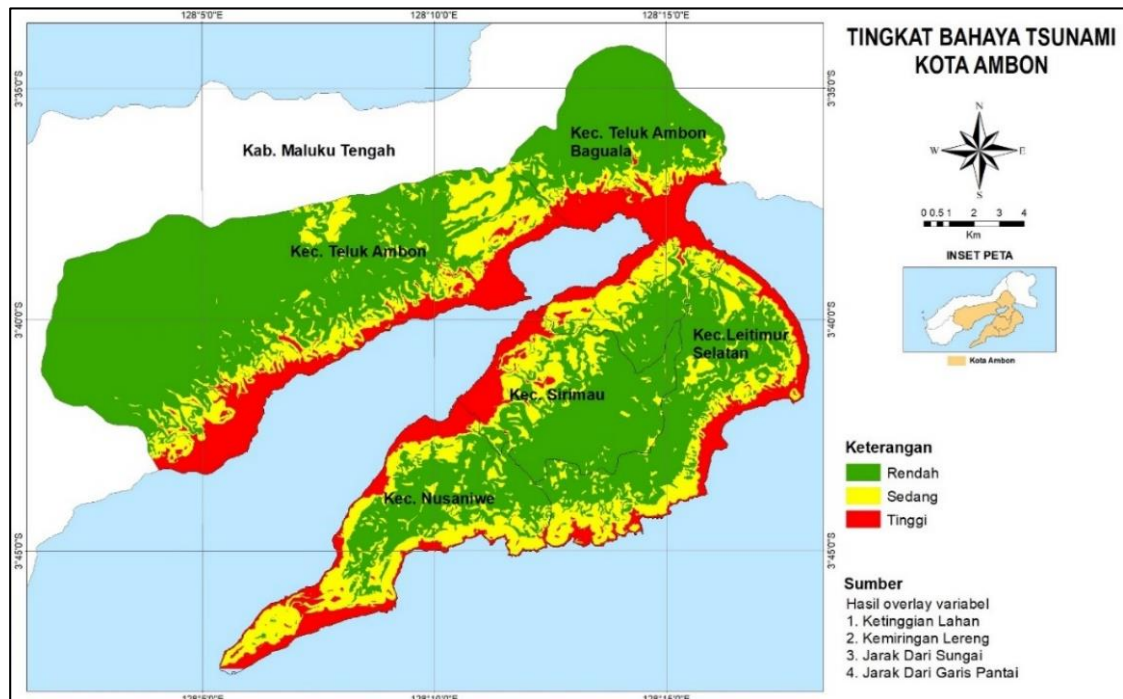
		>64 mdpl	1	2.5187, 37	77.32
		Total Luasan		32.573, 68	100.00
4	Jarak dari Sungai	0 - 100 m	5	4.516, 30	13.86
		101 - 200 m	4	4.345, 77	13.34
		201 - 300 m	3	4.017, 74	12.33
		301 - 500 m	2	6.434, 30	19.75
		>500 m	1	13.259, 57	40.71
		Total Luasan		32.573, 68	100.00

Variabel-variabel yang mempengaruhi tingkat bahaya tsunami diantaranya kemiringan lereng, ketinggian lahan, jarak dari garis pantai serta jarak dari sungai yang kemudian akan diberikan pembobotan sebelum dilakukan proses *overlay* untuk menghasilkan peta bahaya tsunami di Kota Ambon. Peta tingkat keterpaparan tsunami pada daerah permukiman di Kota Ambon diperoleh dari hasil *overlay* lahan permukiman Kota Ambon tahun 2022 dengan hasil pemodelan bahaya tsunami.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Bahaya Tsunami di Kota Ambon

Berdasarkan hasil pemodelan bahaya tsunami di Kota Ambon dengan menggunakan keempat variabel kondisi fisik dapat dilihat secara spasial pada pada Gambar 2 dibawah.



Gambar 2. Peta Tingkat Bahaya Tsunami di Kota Ambon
(Sumber Hasil Analisis, 2022)

Berdasarkan Gambar 2 diatas dapat dilihat bahwa tingkat bahaya tsunami rendah memiliki luasan yang lebih luas dibandingkan kelas bahaya tsunami sedang dan tinggi, hal ini karena 77.32 % Kota Ambon berada pada ketinggian lahan >64 mdpl Berdasarkan Gambar 2 dan hasil analisis luasan diketahui bahwa tsunami dengan kelas rendah memiliki presentasi luasan sebesar 61.12% atau seluas 19.903,72 ha, tsunami dengan kelas sedang memiliki persentase luasan sebesar 22.91% atau seluas 7.460,19 ha, dan tsunami dengan kelas tinggi memiliki persentase luasan sebesar 15.97% atau seluas 5198.66 ha.

Tabel 2. Klasifikasi Tingkat Bahaya Tsunami di Kota Ambon Per-Kecamatan
(Sumber Hasil Analisis, 2022)

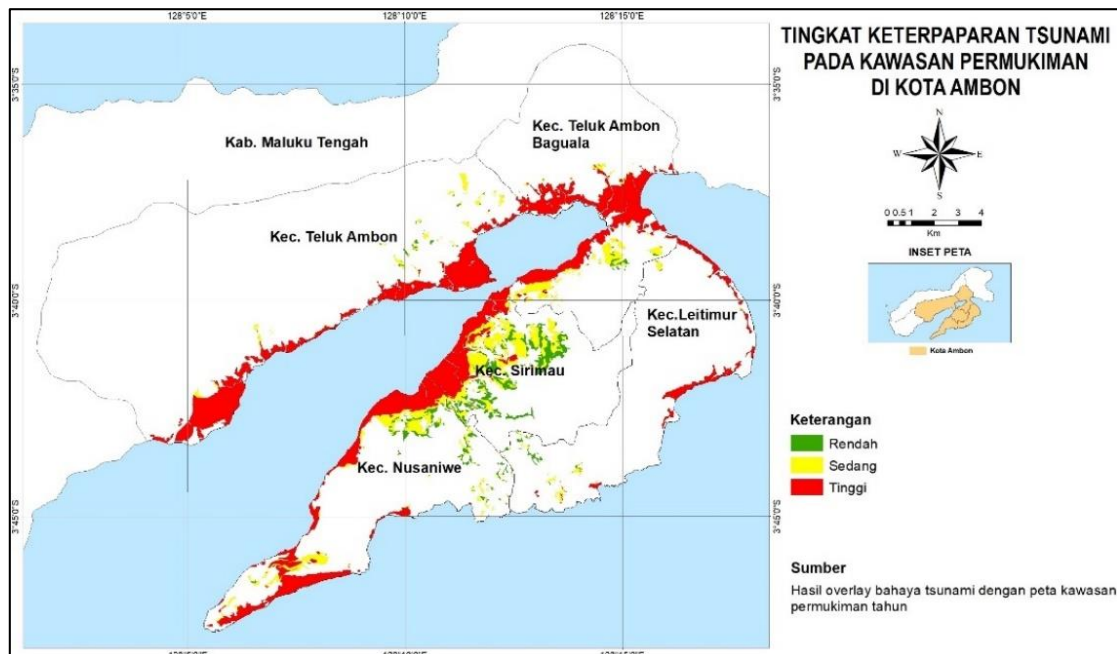
No	Kecamatan	Tingkat Bahaya Tsunami di Kota Ambon		
		Tinggi (Ha)	Sedang (Ha)	Rendah (Ha)

1	Sirimau	471, 13	769, 73	2.461, 61
2	Nusaniwe	982, 11	1.740, 20	1.950, 58
3	Teluk Ambon	1.725, 51	2.319, 10	9.316, 52
4	Teluk Ambon Baguala	1.268, 84	1.193, 59	3.612, 67
5	Leitimur Selatan	751, 07	1.437, 57	2.562, 34
Total		19.903, 72	7.460, 19	5.198, 66

Secara jelas dan terperinci klasifikasi tingkat bahaya tsunami di Kota Ambon di jelaskan per-kecamatan pada Tabel 2 diatas. Berdasarkan Tabel 2 dapat disimpulkan bahwa Kecamatan Teluk Ambon memiliki luasan tertinggi pada setiap kelas Bahaya Tsunami di Kota Ambon. Hal ini disebabkan karena Kecamatan Teluk Ambon merupakan kecamatan terluas di Kota Ambon sedangkan Kecamatan Sirimau memiliki wilayah yang relatif kecil.

Tingkat Keterpaparan Tsunami Pada Kawasan Permukiman di Kota Ambon

Peta bahaya tsunami kemudian di *overlay* dengan data shp lahan terbangun Kota Ambon tahun 2022 untuk menghasilkan peta tingkat keterpaparan tsunami pada Kawasan permukiman di Kota Ambon yang secara spasial dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta Tingkat Keterpaparan Pada Kawasan Permukiman di Kota Ambon
(Sumber Hasil Analisis, 2022)

Berdasarkan Gambar 3 dan Tabel 3 diatas dapat dilihat bahwa tingkat keterpaparan tsunami pada kawasan permukiman di Kota Ambon didominasi oleh tingkat bahaya tinggi dengan luas yaitu 2.835,33 ha hal ini dikarenakan hampir sebagian besar penduduk di Kota Ambon bermukim di daerah pesisir atau dengan kata lain pola permukiman penduduk di Kota Ambon mengikuti garis pantai/di daerah pesisir. Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa tsunami dengan keterpaparan rendah memiliki luasan sebesar 419,95 ha, tsunami dengan keterpaparan sedang 1.005,16 ha, tsunami dengan keterpaparan tinggi 2.835,33 ha.

Tabel 3. Klasifikasi Tingkat Bahaya Tsunami di Kota Ambon Per-Kecamatan
(Sumber Hasil Analisis, 2022)

No	Kecamatan	Tingkat Keterpaparan Tsunami di Kota Ambon		
		Tinggi (Ha)	Sedang (Ha)	Rendah (Ha)
1	Sirimau	432, 88	432, 35	281, 16
2	Nusaniwe	687, 31	277, 45	88, 43
3	Teluk Ambon	939, 85	80, 24	14, 51
4	Teluk Ambon Baguala	775, 29	181, 28	16, 06

5	Leitimur Selatan	176, 34	33, 84	19, 79
	Total	2.835, 33	1.005, 16	419, 95

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa kecamatan yang memiliki tingkat keterpaparan rendah terluas yaitu kecamatan Sirimau yaitu 281,16 ha, hal ini dikarenakan permukimannya yang berada di dekat pantai, dan memiliki topografi yang landai dimana seluas 2.646,62 ha wilayah Kota Ambon berada pada ketinggian >20 mdpl. Sebaliknya dengan Kecamatan Teluk Ambon yang hanya memiliki luas 14.51 ha. Kecamatan yang memiliki tingkat keterpaparan sedang terluas yaitu kecamatan 432,35 ha dan kecamatan Leitimur Selatan hanya memiliki luas 33,84, ha ini karena permukiman di daerah relatif sedikit dan berada di daerah pengunungan dengan ketinggian >64 mdpl. Kecamatan Teluk Ambon merupakan wilayah dengan tingkat keterpaparan tinggi terluas, yaitu seluas 939,85 ha sedangkan Kecamatan Leitimur Selatan merupakan wilayah dengan tingkat keterpaparan terkecil dengan luasan hanya 176,34 ha.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap wilayah bahaya tsunami di Kota Ambon berada pada kelas rendah dan sedang. Hal ini dapat dilihat dari variabel-variabel yang mempengaruhinya. Variabel yang sangat mempengaruhi tingkat bahaya tsunami di Kota Ambon yaitu variabel ketinggian lahan dan jarak dari garis pantai. Bahaya tsunami di Kota Ambon didominasi oleh tingkat bahaya tsunami rendah memiliki luasan yang lebih luas dibandingkan dengan kelas bahaya tsunami sedang dan tinggi, hal ini disebabkan karena sebesar 77.32 % daerah Kota Ambon berada pada ketinggian lahan >64 mdpl sedangkan tingkat keterpaparan tsunami pada permukiman di Kota Ambon didominasi oleh tingkat bahaya tinggi dengan luas yaitu 2.835,33 ha, hal ini dikarenakan hampir sebagian besar penduduk di Kota Ambon bermukim di daerah pesisir hal ini dapat meningkatkan risiko terhadap bencana tsunami sebagai bencana yang sulit diprediksi kedatangannya. Kecamatan Teluk Ambon memiliki luasan tertinggi pada setiap kelas bahaya tsunami dan keterpaparannya di Kota Ambon hal ini disebabkan karena Kecamatan Teluk Ambon merupakan kecamatan terluas di Kota Ambon. Berdasarkan kondisi Kota Ambon yang rawan tsunami, sehingga hal ini perlu mendapat perhatian khusus dari pemerintah Kota Ambon dalam hal mitigasi bencana. Pemerintah Kota Ambon sangat berperan penting dalam upaya pengurangan resiko bencana dengan terus meningkatkan indikator kapasitas adaptifnya dan penyusunan penataan ruang berbasis mitigasi bencana kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S., & Barua, D. (2022). Combining Geographical Information System (GIS) and machine learning to monitor and predict vegetation vulnerability: An Empirical Study on Nijhum Dwip, Bangladesh. *Ecological Engineering*, 178, 106577. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2022.106577>
- Akbar, F. S., Vira, B. A., Doni, L. R., Putra, H. E., & Efriyanti, A. (2020). Aplikasi Metode Weighted Overlay untuk Pemetaan Zona Keterpaparan Permukiman Akibat Tsunami (Studi Kasus: Kota Bengkulu dan Kabupaten Bengkulu Tengah). *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing*, 1(1), 43–51. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2020.v1i1.17>
- AlFanatseh, A. (2021). Land suitability analysis of urban development in the Aqaba area, Jordan, using a GIS-based analytic hierarchy process. *GeoJournal*. <https://doi.org/10.1007/s10708-021-10488-1>
- BNPB. (2021). *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Ambon Tahun 2017-2021*.
- Dewi, P. U., Oktaviana, Wahdini, M., Prasiarmatri, N., Alghifarry, M. B., & Utami, N. A. (2020). Aplikasi SIG Untuk Pemetaan Zona Tingkat Bahaya Dan Keterpaparan Pemukiman Terhadap Tsunami Kota Denpasar. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing*, 1(2), 80–88. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2020.v1i2.28>
- Fuad, M. A. Z., Effendi, V. R., & Dewi, C. S. U. (2022). Application Of Sar Remote Sensing And Geographic Information Systems (GIS) in Coastline Change Studies—A Case Study Of Coastline Change Due To The 2018 Tsunami In Tanjung Lesung, Banten. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 5(1), 87–98.
- 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.*
- Luo, J., Xing, X., Wu, Y., Zhang, W., & Chen, R. S. (2018). Spatio-temporal analysis on built-up land expansion and population growth in the Yangtze River Delta Region, China: From a coordination perspective. *Applied Geography*, 96, 98–108. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.05.012>
- MacDonald, R. (2005). How Women Were Affected by the Tsunami: A Perspective from Oxfam. *PLoS Medicine*, 2(6), e178. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0020178>
- Meilianda, E., Pradhan, B., Syamsidik, Comfort, L. K., Alfian, D., Juanda, R., Syahreza, S., & Munadi, K. (2019). Assessment of post-tsunami disaster land use/land cover change and potential impact of future sea-level rise to low-lying coastal areas: A case study of Banda Aceh coast of Indonesia. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 41, 101292. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101292>
- 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. <https://doi.org/10.1007/s00024-019-02390-2>
- Rohadi, S., Perdana, Y. H., Herayndoko, N., Sunardi, B., Prakoso, T. A., Suliyanti, Sunardi, Florida, N., Edison, R., & Karnawati, D. (2021). The M 6.5 Ambon earthquake 26 September 2019: the source mechanism and the aftershock sequence characteristics. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 873(1), 12013. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/873/1/012013>
- Solov'ev, S. L. (1974). *Catalogue of Tsunamis on the Western Shore of the Pacific Ocean*. Institute of Oceanic Sciences.
- Susiloningtyas, D., & AA Lesy, S. (2021). Dynamic System Model of Land Use Affected by Sea Level Rise in the Coastal Area of Bengkulu City, Indonesia. *Journal of Hunan University Natural Sciences*, 48(4).
- Wulandari, R., Supriatna, & Latif Indra, T. (2019). A simulation model for urban development in Bandar Lampung City, Lampung, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 248, 012090. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/248/1/012090>