

## **Pemetaan Kondisi Fisik Wilayah Sebagai Upaya dalam Mitigasi Bencana Tsunami di Kecamatan Moa Lakor, Kabupaten Maluku Barat Daya, Provinsi Maluku**

**Heinrich Rakuasa<sup>1</sup> Mohammad Amin Lasaiba<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Geografi, FKIP, Universitas Pattimura

\*corresponding author: [lasaiba.dr@gmail.com](mailto:lasaiba.dr@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Kondisi geografis Kecamatan Moa Lakor, Kabupaten Maluku Barat Daya yang terletak di wilayah *ring of fire*, topografi yang relative datar serta kepadatan penduduk yang tinggi di wilayah pesisir membuat Kecamatan Moa Lakor memiliki resiko bencana tsunami yang tinggi di Provinsi Maluku. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan kondisi fisik wilayah sebagai upaya dalam mitigasi bencana tsunami di Kecamatan Moa Lakor, Kabupaten Maluku Barat Daya, Provinsi Maluku. Secara sederhana data kondisi fisik yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya ketinggian lahan, kemiringan lereng dan jarak dari pantai. Ketiga variable tersebut diberikan skor dan bobot yang kemudian dioverlay untuk menghasilkan peta kerawanan tsunami dan lahan terbangun terdampak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelas kerawanan tsunami tinggi memiliki presentasi luasan sebesar 65,35% atau seluas 23.534,71 ha. Kelas bahaya sedang memiliki luas 7.852,43 ha atau sebesar 21,80 %, dan kelas rendah seluas 4.627,39 ha atau sebesar 12,85% serta Lahan terbangun yang diprediksi berada pada zona kerawanan tinggi yaitu seluas 738,33 ha, kerawan sedang yaitu 162,98 ha dan kerawanan rendah yaitu seluas 56,52 ha.

**Kata Kunci:** Mitigasi Bencana, Pemetaan, Tsunami, Kecamatan Moa Lakor

### **ABSTRACT**

*The geographical conditions of Moa Lakor District, Southwest Maluku Regency which is located in the ring of fire area, relatively flat topography and high population density in coastal areas make Moa Lakor District have a high risk of tsunami disaster in Maluku Province. This study aims to map the physical condition of the area as an effort to mitigate the tsunami disaster in Moa Lakor District, Southwest Maluku Regency, Maluku Province. In simple terms, the physical condition data used in this study include the height of the land, the slope of the slope and the distance from the beach. The three variables are given scores and weights which are then overlaid to produce a map of tsunami hazard and affected built-up land. The results showed that the high tsunami hazard class had an area presentation of 65.35% or an area of 23,534.71 ha. Medium hazard class has an area of 7,852.43 ha or 21.80%, and low class area of 4,627.39 ha or 12.85% and built-up land which is predicted to be in a high vulnerability zone which is 738.33 ha, medium hazard is 162.98 ha and a low vulnerability of 56.52 ha.*

**Keywords:** Disaster Mitigation, Mapping, Tsunami, Moa Lakor District

### **PENDAHULUAN**

Tsunami adalah gelombang besar yang terbentuk akibat gangguan geologis atau cuaca ekstrem, seperti gempa bumi, letusan gunung berapi, longsor, meteor jatuh ke laut, atau badai laut yang hebat (Ward, 2020). Gelombang tsunami bisa mencapai

ketinggian yang sangat besar dan dapat melaju dengan kecepatan yang sangat cepat, sehingga dapat menyebabkan kerusakan dan kerugian yang sangat besar terhadap kehidupan dan infrastruktur di wilayah pesisir (Röbke & Vött, 2017).

Tsunami merupakan fenomena alam yang sangat berbahaya dan berpotensi merusak, dan dapat memicu bencana multi-dimensi seperti kerusakan bangunan, kerusakan lingkungan, krisis kesehatan, kelaparan, dan kekacauan sosial (Susilorini et al., 2021). Oleh karena itu, mitigasi dan persiapan yang tepat sangat penting dalam menghadapi bencana tsunami, termasuk melalui pendidikan dan sosialisasi kepada masyarakat tentang cara mengenali dan menghindari bahaya tsunami, serta pembangunan infrastruktur yang tahan terhadap bencana (Horspool et al., 2014).

Indonesia merupakan wilayah rawan tsunami karena terletak di wilayah cincin api Pasifik yang memiliki aktivitas seismik yang cukup tinggi. Selain itu, Indonesia juga memiliki banyak gunung berapi yang aktif, dan aktivitas vulkanik ini dapat menyebabkan gempa bumi dan letusan gunung berapi yang berpotensi menimbulkan tsunami (Pranantyo, 2019; Rakuasa et al., 2022).

Selain faktor geografis, kondisi sosial dan ekonomi masyarakat Indonesia juga dapat memperparah dampak dari bencana tsunami. Misalnya, kepadatan penduduk yang tinggi di wilayah pesisir dan kurangnya infrastruktur yang memadai dalam penanggulangan bencana (Rakuasa & Salakory, 2022). Oleh karena itu, perlu adanya upaya mitigasi dan persiapan yang lebih baik dalam menghadapi bencana tsunami di Indonesia, termasuk dalam hal peningkatan kesiapsiagaan masyarakat dan pembangunan infrastruktur yang tangguh terhadap bencana (Jokowinarno, 2011).

Maluku Barat Daya merupakan daerah yang terletak di wilayah cincin api Pasifik, dan termasuk dalam kawasan yang rawan bencana alam, termasuk tsunami dan gempa bumi (BNPB, 2022). Beberapa faktor yang membuat Maluku Barat Daya rawan tsunami adalah aktivitas seismik yang tinggi, adanya patahan lempeng bumi di sekitar wilayah tersebut, serta terletak di dekat zona subduksi (Pakniany et al., 2022). Selain itu, topografi Maluku Barat Daya yang berupa

wilayah pesisir juga dapat memperparah dampak tsunami. Kepadatan penduduk yang tinggi di wilayah pesisir dan kurangnya infrastruktur yang memadai dalam penanggulangan bencana juga dapat menjadi faktor yang memperburuk dampak dari tsunami (BNPB, 2019; Latue & Rakuasa, 2022).

Berdasarkan data dan informasi spasial potensi ancaman dan resiko bencana oleh BNPB, Wilayah Kabupaten Maluku Barat Daya (MBD) merupakan daerah yang memiliki resiko bencana tsunami tertinggi di Provinsi Maluku (BNPB, 2019). Kecamatan Moa Lakor memiliki indeks resiko tertinggi terhadap bencana tsunami hal dibuktikan kondisi geografis, geologi dan kondisi demografi yang mempengaruhi wilayah ini sangat berisiko terhadap tsunami sebagai bencana yang sulit diprediksi kedatangannya, hal ini diperkuat oleh hasil Ekspedisi Jala Citra bulan September ditahun 2022 yang dilakukan oleh pusat hidro-oseanografi angkatan laut yang menemukan pegunungan berapi setinggi 3.400 meter di bawah Laut Banda, jika terjadi erupsi besar pada gunung api ini, dapat memicu terjadinya tsunami yang dapat mengancam wilayah-wilayah pesisir di sekitarnya, termasuk Maluku Barat Daya (CNN Indonesia, 2022). Oleh karena itu, pemerintah setempat perlu meningkatkan kewaspadaan dan mengambil langkah-langkah mitigasi bencana yang tepat guna mengurangi risiko dampak dari erupsi gunung api tersebut.

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sebuah sistem yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, memanipulasi, menganalisis, dan memvisualisasikan data yang memiliki informasi geografis atau spasial. SIG menggunakan teknologi komputer dan perangkat lunak khusus untuk mengintegrasikan data spasial seperti peta, citra satelit, data topografi, data cuaca, dan data lainnya, dengan data atribut seperti

data demografi, ekonomi, sosial, dan lingkungan, untuk menghasilkan informasi yang berguna dan mudah dipahami (Fuad et al., 2022). SIG digunakan untuk berbagai keperluan, seperti pemetaan, pemantauan lingkungan, manajemen sumber daya alam, pemetaan risiko bencana, analisis pasar, dan banyak lagi (Tonini et al., 2021). Dalam pemetaan daerah rawan tsunami, SIG dapat digunakan untuk mengidentifikasi daerah yang memiliki potensi terkena dampak tsunami dan membantu dalam pengambilan kebijakan mitigasi bencana (Febrina et al., 2020). Berdasarkan latar belakang di atas penelitian ini bertujuan untuk memetakan kondisi fisik wilayah sebagai upaya dalam mitigasi bencana tsunami di Kecamatan Moa Lakor, Kabupaten Maluku Barat Daya, Provinsi Maluku

#### METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan Kecamatan Moa Lakor, Kabupaten Maluku Barat Daya yang memiliki luas 36.014,53 ha. Secara Administrasi Kecamatan Moa Lakor terdiri dari Desa Wakarleli, Kaiwatu, Patti, Werwaru, Tounwawan, Moain dan Kelurahan Tiakur yang merupakan ibukota Kabupaten dari Kabupaten Maluku Barat Daya. Secara geografis Kecamatan Moa Lakor berada di Pulau Moa yang sebelah barat berbatasan dengan Pulau Leti dan sebelah timur berbatasan dengan Pulau Lakor.

Penelitian ini menggunakan data DEM Nasional dan data vektor Rupa Bumi Indonesia (RBI) dari Badan Indonesia Geospasial (BIG) dan Google Earth 2023. Data DEM digunakan untuk menganalisis ketinggian lahan dan kemiringan lereng, data vektor RBI (garis pantai) digunakan untuk menganalisis jarak dari garis pantai dan Google Earth digunakan untuk menganalisis sebaran lahan terbangun di Lokasi penelitian. Variabel dalam penelitian ini terdiri dari kemiringan lereng, ketinggian lahan dan jarak

dari garis pantai. Matrix skor variabel penelitian dapat dilihat pada Gamb 1.

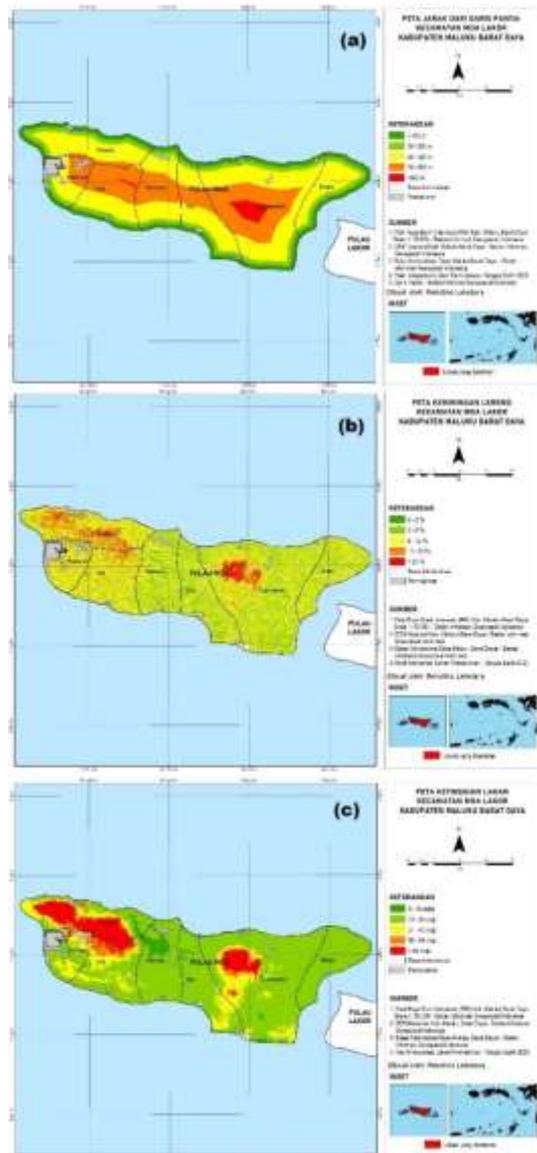
Tabel 1. Matrix Skor Variabel Penelitian

Variabel	Kelas	Skor	Bobot
Kemiringan Lereng	0-2 %	5	30
	3-5 %	4	
	6-12 %	3	
	13-20 %	2	
	>20 %	1	
Ketinggian Lahan	0-12 mdpl	5	30
	13-30 mdpl	4	
	31-45 mdpl	3	
	56-64 mdpl	2	
	>64 mdpl	1	
Jarak dari Garis Pantai	0-100 m	5	40
	101-200 m	4	
	201-300 m	3	
	301-500 m	2	
	>500 m	1	

Sumber; Kurniawan et al., (2021)

Penentuan variabel penelitian didasari dari penelitian-penelitian terdahulunya dimana menurut Kurniawan et al., (2021), kemiringan lereng dapat memiliki pengaruh signifikan terhadap bahaya tsunami di wilayah pesisir. Ketika ada gempa bumi atau letusan gunung berapi yang menyebabkan terjadinya tsunami, kemiringan lereng dapat mempengaruhi besarnya gelombang tsunami yang mencapai pesisir. Secara spasial variabel penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Adrian, (2016) berpendapat bahwa lereng yang curam cenderung membuat tsunami lebih besar karena gelombang tsunami dapat dengan mudah menggerakkan batuan dan material di lereng, sehingga meningkatkan volume air yang terdorong ke arah pantai. Selain itu, lereng yang curam dapat menambah kecepatan gelombang tsunami, karena energi tsunami tidak terhambat oleh permukaan tanah yang landai.



Gambar 1. Variabel penelitian, a) Jarak dari garis pantai, b) Kemiringan Lereng, c) Ketinggian Lahan

Sebaliknya, lereng yang landai cenderung mengurangi bahaya tsunami, karena kecepatan dan volume gelombang tsunami akan terhambat oleh permukaan yang landai tersebut. Namun, meskipun lereng landai dapat meminimalkan bahaya tsunami, tetap perlu diingat bahwa setiap wilayah yang berada di dekat pesisir memiliki risiko terhadap tsunami dan harus selalu waspada dan mempersiapkan diri (Adrian, 2016) Menurut Akbar et al., (2020), ketinggian lahan juga memiliki pengaruh

yang signifikan terhadap bahaya tsunami di wilayah pesisir. Semakin tinggi ketinggian lahan dari permukaan laut, semakin kecil kemungkinan bahwa wilayah tersebut akan terkena gelombang tsunami yang tinggi dan merusak.

Menurut Febriyenti, (2017), Jarak dari garis pantai juga memiliki pengaruh yang signifikan terhadap bahaya tsunami di wilayah pesisir. Semakin jauh dari garis pantai, semakin kecil kemungkinan sebuah wilayah akan terkena dampak langsung dari gelombang tsunami yang besar. Jarak dari garis pantai juga mempengaruhi kecepatan dan energi gelombang tsunami saat menuju ke daratan. Semakin jauh gelombang tsunami harus melintasi daratan, semakin kecil energi dan kecepatan yang tersisa. Oleh karena itu, wilayah yang lebih jauh dari garis pantai cenderung mengalami dampak tsunami yang lebih kecil. Namun, hal ini tidak berarti bahwa wilayah yang jauh dari garis pantai sepenuhnya aman dari bahaya tsunami. Tsunami besar dapat mencapai jarak yang jauh dari garis pantai dan menghasilkan dampak yang merusak, terutama pada wilayah yang rendah dan tidak terlindungi. Oleh karena itu, penting untuk selalu memperhatikan dan memperhitungkan risiko tsunami, dan melakukan upaya pencegahan dan mitigasi risiko bencana yang tepat, termasuk dengan membangun infrastruktur yang tangguh dan melakukan perencanaan kota yang mempertimbangkan risiko bencana.

Ketiga variabel tersebut kemudian dilakukan penskoran dan pembobotan berdasarkan Tabel 1, dimana jarak dari garis pantai memiliki bobot yang lebih besar dari kemiringan lereng dan ketinggian lahan. Setelah dilakukan pembobotan kemudian dilakukan overlay dan perhitungan spasial yang mengacu pada penelitian sebelumnya untuk menghasilkan peta tingkat bahaya tsunami. Tingkat bahaya tsunami di Kecamatan Moa Lakor kemudian di overlay dengan data sebaran lahan terbangun untuk memprediksi lahan terbangun yang nantinya terdampak tsunami. Secara lengkap alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

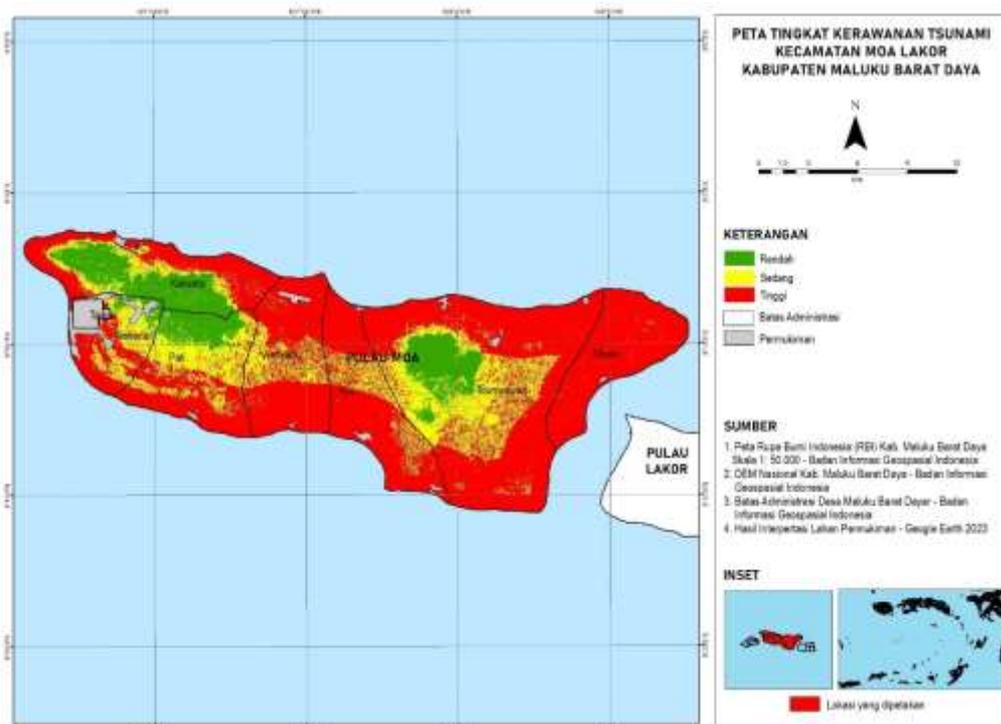


Gambar 2. Alur kerja penelitian

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahaya tsunami merupakan ancaman bencana alam yang sangat serius. Tsunami terjadi ketika terjadi pergerakan besar di dasar laut, seperti gempa bumi atau letusan gunung api, yang mengakibatkan gelombang besar di laut yang kemudian menyebar ke pantai dengan kecepatan tinggi. Tsunami dapat menyebabkan kerusakan yang sangat parah pada pantai

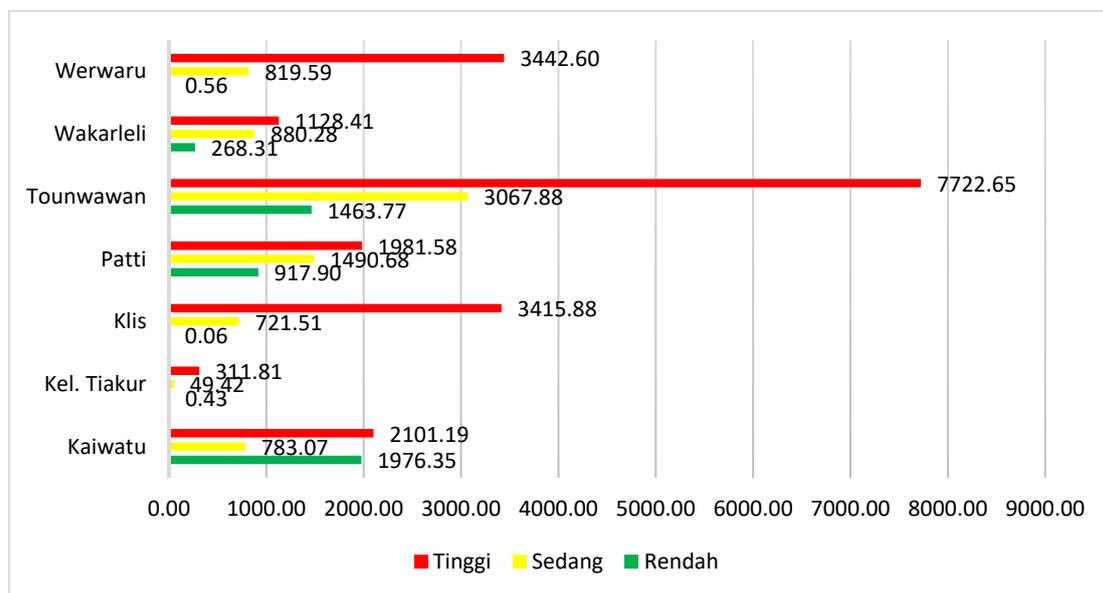
dan kawasan pesisir, termasuk bangunan, infrastruktur, dan kehidupan manusia. Tsunami juga dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan laut, seperti terumbu karang dan ekosistem laut. Oleh karena itu, sangat penting untuk memiliki perencanaan dan persiapan yang baik untuk menghadapi bahaya tsunami, salah satunya yaitu dengan memetakan daerah rawan tsunami di Kecamatan Moa Lakor.



Gambar 3. Peta Tingkat Kerawanan Tsunami

Pada umumnya ketinggian yang landau, rendah, memiliki kemiringan lereng yang dibawah >5% serta berada dekat dengan garis pantai merupakan daerah yang sangat rentan dengan ancaman bahaya tsunami dan sebaliknya wilayah yang berada jauh dari garis pantai berada di ketinggian lahan yang tinggi serta memiliki kemiringan lereng yang terjal tentunya membuat daerah memiliki potensi bahaya tsunami yang kecil.

Hasil analisis bahaya tsunami pada Gambar 3 menunjukkan bahwa kelas kerawanan tinggi memiliki presentasi luasan sebesar 65,35% atau seluas 23.534,71 ha. Kelas kerawanan sedang memiliki luas 7.852,43 ha atau sebesar 21,80 %, dan kelas rendah seluas 4.627,39 ha atau sebesar 12,85%. Selengkapnya luas Tingkat Kerawanan Tsunami per Desa dapat dilihat dapat dilihat di Gambar 4.



Gambar 4. Luas Tingkat Kerawanan Tsunami per Desa

Berdasarkan Gambar 4 diketahui bahwa Desa Tounwawan memiliki luasan kerawanan tsunami terluas yaitu 7.722, 65 ha dibandingkan desa-desa lainnya di Kecamatan Moa Lakor. Peta kerawanan tsunami kemudian di *overlay* dengan data shp lahan terbangun Kecamatan Moa Lakor tahun 2023 untuk memprediksi luasan lahan terbangun yang nantinya terdampak tsunami. Lahan terbangun yang diprediksi berada pada zona kerawanan tinggi yaitu seluas 738,33 ha, kerawanan sedang yaitu 162,98 ha dan kerawanan rendah yaitu seluas 56,52 ha.

Pemetaan kondisi fisik wilayah merupakan salah satu upaya penting dalam mitigasi bencana tsunami di Kecamatan Moa Lakor, Kabupaten Maluku Barat Daya,

Provinsi Maluku. Berikut beberapa manfaat dari pemetaan kondisi fisik wilayah sebagai upaya mitigasi bencana tsunami:

1. Identifikasi potensi bahaya: Dengan pemetaan kondisi fisik wilayah, dapat diidentifikasi potensi bahaya yang dapat terjadi, seperti daerah rawan longsor, daerah pantai yang berpotensi terkena tsunami, dan sebagainya.
2. Perencanaan evakuasi yang tepat: Pemetaan kondisi fisik wilayah memungkinkan pihak berwenang untuk merencanakan evakuasi yang tepat dan efektif dalam menghadapi ancaman tsunami. Hal ini akan meminimalkan kerugian jiwa dan harta benda.
3. Pengembangan infrastruktur yang tepat: Pemetaan kondisi fisik wilayah dapat

membantu dalam pengembangan infrastruktur yang tepat, seperti pembangunan tempat pengungsian, sistem peringatan dini, dan sebagainya.

4. Peningkatan kesadaran masyarakat: Dengan pemetaan kondisi fisik wilayah, masyarakat akan lebih menyadari potensi bahaya dan tindakan yang harus diambil dalam menghadapi ancaman tsunami. Hal ini akan meningkatkan kesiapsiagaan dan responsifitas masyarakat dalam menghadapi ancaman bencana.
5. Peningkatan efektivitas pemantauan dan mitigasi bencana: Dengan pemetaan kondisi fisik wilayah, pemantauan dan mitigasi bencana dapat dilakukan dengan lebih efektif. Hal ini akan meminimalkan kerugian yang timbul akibat ancaman bencana tsunami.

Dengan demikian, pemetaan kondisi fisik wilayah merupakan hal yang penting dalam mitigasi bencana tsunami di Kecamatan Moa Lakor, Kabupaten Maluku Barat Daya, Provinsi Maluku.

#### KESIMPULAN.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelas kerawanan tsunami tinggi memiliki presentasi luasan sebesar 65,35% atau seluas 23.534,71 ha. Kelas bahaya sedang memiliki luas 7.852,43 ha atau sebesar 21,80 %, dan kelas rendah seluas 4.627,39 ha atau sebesar 12,85% serta Lahan terbangun yang diprediksi berada pada zona kerawanan tinggi yaitu seluas 738,33 ha, kerawan sedang yaitu 162,98 ha dan kerawanan rendah yaitu seluas 56,52 ha. Hasil penelitian ini menghasilkan peta kerawanan tsunami yang dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan daerah-daerah yang berpotensi terkena dampak tsunami. Peta ini dapat digunakan sebagai dasar dalam merencanakan tindakan mitigasi yang tepat, seperti pembangunan infrastruktur pelindung pantai, pengembangan sistem peringatan dini, dan sebagainya.

#### DAFTAR PUSTAKA

Adrian, A. (2016). Model Spasial Kerentanan Dikawasan Pesisir Selatan Teluk Betung Kota Bandar Lampung Terhadap

Bencana Tsunami. *Jurnal SPATIAL Wahana Komunikasi Dan Informasi Geografi*, 15(1), 23–28. <https://doi.org/10.21009/spatial.151.04>

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>

BNPB. (2019). *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kabupaten Maluku Barat Daya Tahun 2019-2023*. Bnpb.

BNPB. (2022). *Indeks Risiko Bencana Indonesia (RBI) Tahun 2022*. Pusat Data, Informasi dan Komunikasi Kebencanaan Badan Nasional Penanggulangan Bencana.

CNN Indonesia. (2022). *Enam Gunung Api Ditemukan di Laut Banda*. CNN Indonesia.Com. <https://www.cnnindonesia.com/nasional/20220722093151-20-824707/enam-gunung-api-ditemukan-di-laut-banda>

Dewi, P. U., Oktaviana, Wahdini, M., Prasiarnatri, 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>

Febriana, R., Evan, D. K., Afriani, L., Retno, R. M. I., Susilorini, & Fitra, H. A. (2020). The analysis of Tsunami evacuation route based on geographic information system: a case study in the coast of Lampung Bay. *{IOP} Conference Series: Materials Science and Engineering*, 807(1), 12022. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/807/1/012022>

Febriyenti, A. (2017). *Pemodelan evakuasi tsunami dalam evaluasi kapasitas wilayah di Teluk Palabuhanratu*. Universitas Indonesia.

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.
- Heinrich Rakuasa, M. S. (2022). Pemodelan Spasial Bahaya Tsunami dan Keterpaparannya Terhadap Permukiman di Kota Ambon. *Jurnal Sains Informasi Geografi (J SIG)*, 5(1), 31–37.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31314/j%20sig.v5i1.1433>
- 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.
- Jokowinarno, D. (2011). Mitigasi bencana tsunami di wilayah pesisir lampung. *Jurnal Rekayasa*, 1, 13–20.
- Kurniawan, F., Widodo, S., & Halengkara, L. (2021). Pemodelan Tsunami Dan Alternatif Jalur Evakuasi Berbasis SIG Di Kecamatan Krui Selatan. *JPG (Jurnal Penelitian Geografi)*, 9(1).
- Lasaiba, M. A. (2023b). Sistem informasi geografi dan penginderaan jauh dalam pemetaan zona longsor lahan di kawasan terbangun. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 7(3), 344–358.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30998/string.v7i3.16161>
- Lasaiba, M. A., & Saud, A. W. (2022). Pemanfaatan Citra Landsat 8 Oli/Tirs Untuk Identifikasi Kerapatan Vegetasi Menggunakan Metode Normalized Difference Vegetation Index (Ndv) Di Kota Ambon. *JURNAL GEOGRAFI. Geografi Dan Pengajarannya*, 20(1), 53–65.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.26740/jggp.v20n1.p53-65>
- Pakniany, Y., Tiwery, W. Y., & Rakuasa, H. (2022). Mitigasi Bencana Gempa Bumi Berbasis Kearifan Lokal di Desa Nuwewang Kecamatan Pulau Letti Kabupaten Maluku Barat Daya. *Dialektika: Jurnal Pemikiran Islam Dan Ilmu Sosial*, 15(1), 1–7.
- Philia Christi Latue, H. R. (2022). Dinamika Spasial Wilayah Rawan Tsunami di Kecamatan Nusaniwe, Kota Ambon, Provinsi Maluku. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing (JGRS)*, 3(2), 77–87.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.23960/jgrs.2022.v3i2.98>
- Pranantyo, I. R. (2019). *Tsunami hazard in Eastern Indonesia: Source identification and reconstruction for historical case studies*. Australian National University.
- Rakuasa, H., Supriatna, S., Karsidi, A., Rifai, A., Tambunan, M. ., & Poniman K, A. (2022). Spatial Dynamics Model of Earthquake Prone Area in Ambon City. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1039(1), 012057.  
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1039/1/012057>
- Röbke, B. R., & Vött, A. (2017). The tsunami phenomenon. *Progress in Oceanography*, 159, 296–322.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pocean.2017.09.003>
- Susilorini, R. M. I. R., Febrina, R., Fitra, H. A., Rajagukguk, J., Wardhani, D. K., Wastanimpuna, B. Y. A., & Prameswari, L. L. N. (2021). Knowledge, Awareness, and Resilience of Earthquake and Tsunami Disaster Risk Reduction in Coastal Area. *Journal of Physics: Conference Series*, 1811(1), 12108.  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1811/1/012108>
- 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.  
<https://doi.org/10.3389/feart.2021.628061>
- Ward, S. N. (2020). *Tsunami* (pp. 1–21).  
[https://doi.org/10.1007/978-3-030-10475-7\\_22-1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-10475-7_22-1)

