



**MAPPING OF TSUNAMI HAZARD ZONES IN SOUTH COASTAL DISTRICT,
WEST SUMATRA PROVINCE**

**PEMETAAN ZONA BAHAYA TSUNAMI DI KABUPATEN PESISIR SELATAN
PROVINSI SUMATERA BARAT**

Alvin Adelfino Pratama¹, Leli Honesti², Fajrin³

^{1,2,3} Teknik Geodesi, Imtitut Teknologi Padang, Sumatera Barat

E-mail: alvinadelfino99@gmail.com¹, leli.honesti@gmail.com², fajringeo@gmail.com³

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Correspondent:

Leli Honesti

leli.honesti@itp.ac.id

Key words:

*tsunami, Pesisir Selatan
Regency, GIS*

Website:

[https://idm.or.id/JSCR/in
dex.php/JSCR](https://idm.or.id/JSCR/index.php/JSCR)

page: 356 - 366

This research is about mapping the tsunami hazard zone in Pesisir Selatan Regency, West Sumatra Province. The aim to be achieved in this research is to serve as an information medium for writers and readers in knowing the level of the tsunami danger zone in Pesisir Selatan Regency, West Sumatra Province. To map Tsunami hazard areas using GIS in Pesisir Selatan Regency using scoring methods, weighting and spatial analysis of the parameters of height, slope, coastline distance, river flow and land use. Pesisir Selatan Regency has five levels of Tsunami danger zones, based on the results of the parameter data used. Each parameter used greatly influences the size of the Tsunami danger zone level in Pesisir Selatan Regency, namely the distance of the river flow, the distance of the coastline, land use, land height, and land slope. From the creation of Tsunami danger zone levels in Pesisir Selatan Regency, West Sumatra Province, areas with a very dangerous Tsunami level zone are 0.75% with an area of 4,537.26 ha, areas with a tsunami danger level of 4.61% with an area of 27,863.28 ha, areas with a moderate level The tsunami was 17.75% with an area of 107,334.00 ha, the area with a tsunami safe level was 15.76% with an area of 95,298.80 ha, and the area had a very safe tsunami level of 61.13% with an area of 369,555.93 ha, So the results of the research of tsunami hazard zone values per sub-district that is most affected by the very dangerous zone level is batang kapas sub - district that has the highest number of very safe zone levels is Lengayang sub- dustrict with an area of 499.42,78 ha.

Copyright © 2023 JSCR. All rights reserved.

INFO ARTIKEL	ABSTRAK
<p>Koresponden</p> <p>Leli Honesti <i>leli.honesti@itp.ac.id</i></p> <p>Kata kunci: Pesisir Selatan, zona, tsunami, SIG</p> <p>Website: <i>https://idm.or.id/JSCR/index.php/JSCR</i></p> <p>hal: 356 – 366</p>	<p>Penelitian ini tentang memetakan zona bahaya tsunami di Kabupaten Pesisir Selatan Provinsi Sumatera Barat. Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini ialah Sebagai media informasi bagi penulis dan pembaca dalam mengetahui tingkatan zona bahaya tsunami di Kabupaten Pesisir Selatan, Provinsi Sumatera Barat. Untuk memetakan daerah bahaya Tsunami menggunakan SIG di Kabupaten Pesisir Selatan menggunakan metode skoring, pembobotan dan analisis spasial terhadap parameter ketinggian, kemiringan, jarak garis pantai, aliran sungai, dan penggunaan lahan. Kabupaten Pesisir Selatan memiliki lima tingkat zona bahaya terhadap Tsunami, berdasarkan hasil data parameter-parameter yang digunakan., dari masing-masing parameter yang digunakan sangat mempengaruhi besar kecil tingkat zona bahaya Tsunami yang ada di Kabupaten Pesisir Selatan yaitu jarak aliran sungai, jarak garis pantai, penggunaan lahan, Ketinggian lahan, dan Kemiringan lahan. Dari pembuatan Tingkatan zona bahaya Tsunami di Kabupaten Pesisir Selatan Provinsi Sumatera Barat, Wilayah dengan zona tingkat Sangat bahaya Tsunami sebesar 0.75 % dengan Luas 4.537,26 ha, Wilayah dengan tingkat Bahaya Tsunami sebesar 4.61 % dengan Luas 27.863,28 ha, Wilayah dengan tingkat sedang Tsunami sebesar 17.75 % dengan Luas 107.334,00 ha, Wilayah dengan tingkat aman Tsunami sebesar 15.76 % dengan Luas 95.298,80 ha, dan wilayah dengan tingkat Sangat Aman Tsunami Sebesar 61.13 % dengan Luas 369.555,93 ha, Maka Hasil dari analisis penelitian nilai nilai zona bahaya tsunami per Kecamatan, Maka Kecamatan yang paling banyak terkena dampak tingkat zona Sangat Bahaya adalah Kecamatan batang kapas dengan luasan 657.32 ha , dan kecamatan yang paling banyak mendapatkan tingkat zona sangat aman yaitu Kecamatan Lengayang dengan luasan 49.942,78 ha</p> <p style="text-align: right;"><i>Copyright © 2023 JSCR. All rights reserved.</i></p>

PENDAHULUAN

Bencana adalah sebuah gangguan serius terhadap berfungsinya sebuah masyarakat yang melampaui kemampuan masyarakat yang terkena dampak tersebut untuk bertahan hidup masyarakat hanya dengan menggunakan sumber daya mereka sendiri sehingga mengakibatkan kerugian dan dampak yang meluas terhadap manusia, ekonomi, materi serta lingkungan. Bahaya-bahaya alam, seperti misalnya tsunami adalah gelombang air besar yang di akibatkan oleh gangguan di dasar laut, seperti gempa bumi. Gangguan ini membentuk gelombang yang menyebar ke segala arah. Pada saat bahayabahaya tersebut memberikan dampak pada masyarakat yang rentan, baik itu berupa gelombang air laut yang menghancurkan bangunan-bangunan atau bahkan bisa saja menghadapi suatu situasi yang sangat parah sehingga memerlukan

bantuan yang bersifat emergensi dan bantuan untuk menyelamatkan kehidupan dan melindungi lingkungan.

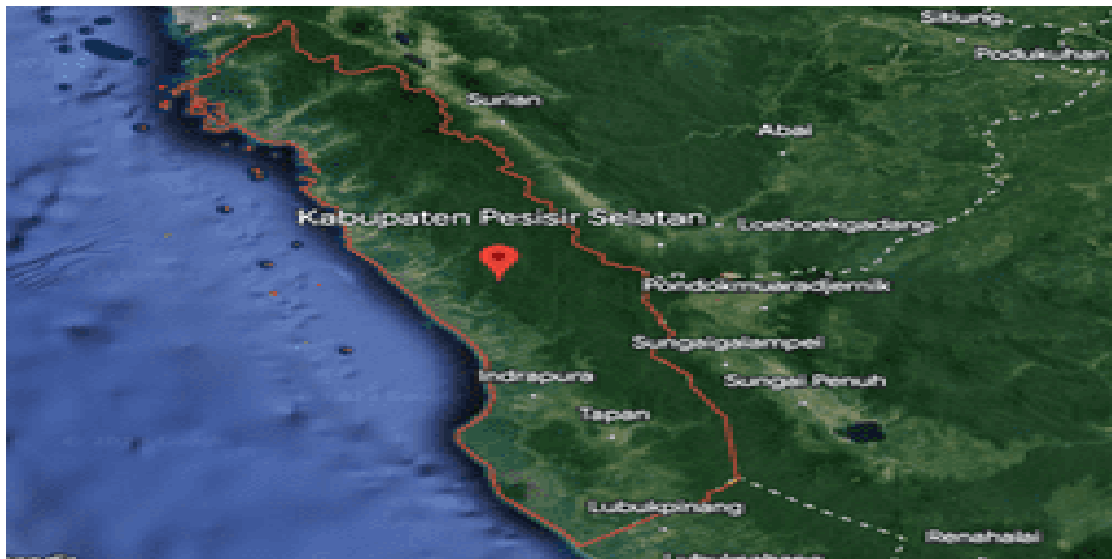
Bencana dapat juga digolongkan menurut kecepatan kejadiannya yaitu (rapid disaster) Bencana yang cepat dan (slow disaster) Bencana lambat (Etkin, 2016). Rapid disaster yaitu bencana yang terjadi secara tiba-tiba atau sudden-onset disaster yang terjadi dengan sedikit atau tanpa peringatan dini dan biasanya memiliki efek menghancurkan selama berjam-jam atau berhari-hari. Contohnya antara lain gempa bumi, tsunami, gunung berapi, longsor, badai tornado, dan banjir. Kabupaten Pesisir Selatan merupakan wilayah pesisir yang berada di Pantai Barat Sumatera berbatasan langsung dengan Samudera Hindia dan zona tumbukan aktif dua lempeng (Indo-Australia dan Eurasia) menjadikan daerah ini salah satu daerah yang paling rawan bencana tsunami. Penduduk yang berada di Kabupaten Pesisir Selatan umumnya bermukim di daerah pesisir. Luas permukiman yang ada di Kabupaten Pesisir Selatan sebesar 8.915,38 ha sekitar 1,54% dari luas Kabupaten Pesisir Selatan yaitu 579.495 ha dengan jumlah rumah 105.997 rumah.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah melakukan metode skoring dan overlay atau tumpang susun, berdasarkan data kelerengan, ketinggian, aliran sungai, garis pantai dan penggunaan lahan yang selanjutnya akan dilakukan analisa untuk mengetahui bagaimana tingkat zona bahaya Tsunami di Kabupaten Pesisir Selatan Sumatera Barat. Penelitian ini dilakukan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut, yang diawali dengan melakukan studi pendahuluan yaitu berupa latar belakang, tujuan, dan landasan teori serta melakukan pengumpulan data spasial kemudian proses analisis hasil dan pengambilan kesimpulan yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan.

Lokasi Penelitian

Dapat lihat lokasi pada penelitian di fokuskan pada Kabupaten Pesisir Selatan Provinsi Sumatera Barat terhadap *Tsunami*, seperti yang terlihat pada gambar 1 berikut :



Gambar 1. Lokasi Penelitian
(Sumber : [Goggle Earth](#))

Alat dan Bahan

1. Alat

Tabel 1 Alat yang Digunakan Dalam Penelitian

No	Alat	Fungsi
1	Seperangkat Pc/laptop	Alat Pengolahan Data
2	Ms. Word 2010	Pembuatan Laporan
3	<i>Software</i> ArcGIS	<i>Software</i> Pengolahan data

1. Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

Tabel 2 Data yang Digunakan dalam Penelitian

No	Data	Keterangan	Sumber
1	Peta Topografi 1 : 600.000	Pembuatan peta jarak garis pantai dan peta jarak aliran sungai	Pengolahan Data DEM
2	Citra Sentinel Kabupaten Pesisir Selatan tahun 2022	Pembuatan peta penggunaan lahan	USGS
3	Data <i>Digital Elevation Model</i> (DEM) tahun 2022	Pembuatan ketinggian dan kelerengan	DEMNAS
4	Data Jarak Garis Pantai tahun 2020	Hasil Digitasi dari peta Topografi	Pengolahan Data dari Peta Topografi
5	Data jarak aliran Sungai tahun 2020	Hasil Digitasi dari peta Topografi	Pengolahan Data dari PetaTopografi
6	Data Penggunaan Lahan tahun 2020	Hasil Digitasi dari citra sentinel	Pengolahan Data Citra Sentinel Kabupaten Pesisir Selatan

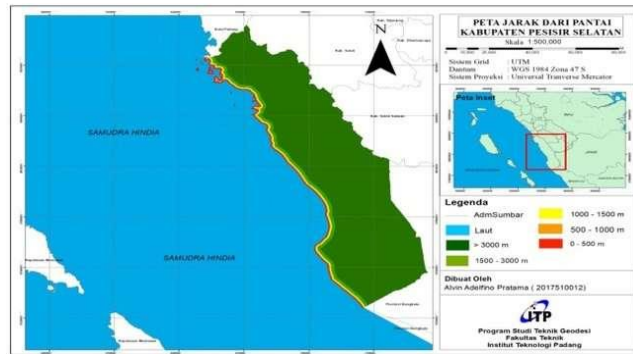
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Parameter Tingkat Bahaya Tsunami

Supaya bisa mendapatkan tingkat zona bahaya tsunami pada penelitian ini digunakan beberapa parameter di antaranya:

a. Peta jarak garis pantai

Dari hasil pengolahan, maka diperoleh Peta Jarak Garis pantai yang terbagi ke dalam lima kelas.



Gambar 2. Peta Jarak Garis Pantai
(Sumber : pengolahan data, 2023)

Berdasarkan Hasil Peta jarak garis pantai dapat diperoleh informasi bahwa zona yang berwarna merah pada peta menandakan wilayah tersebut berada pada jarak < 500m dari jarak garis pantai, Zona yang berwarna orange menandakan wilayah tersebut berada pada jarak 500 – 1000 m dari jarak garis pantai, Zona yang berwarna kuning menandakan wilayah tersebut berada pada jarak 1000 – 1500 m dari jarak garis pantai, Zona yang berwarna hijau muda menandakan wilayah tersebut berada pada jarak 1500 – 3000 m dari jarak garis pantai, dan Zona yang berwarna hijau tua menandakan wilayah tersebut berada pada jarak > 3000 m dari jarak garis pantai. Dan luasan masing-masing zona didapatkan seperti Tabel dibawah ini :

Tabel 3. Luasan Peta jarak garis pantai

Keterangan	Luas (ha)	%
Sangat Aman (> 3000 m)	545.019,66	90,16%
Aman (1500 - 3000 m)	27.571,34	4,56%
Sedang (1000 - 1500 m)	9.412,11	1,56%
Bahaya (500 - 1000 m)	10.273,92	1,70%
Sangat Bahaya (0 - 500 m)	12.258,38	2,03%
Total	604.535,40	100%

b. Peta Jarak Garis Sungai

Dari hasil pengolahan, maka diperoleh Peta Jarak Garis Sungai yang terbagi ke dalam lima kelas.



Gambar 3. Peta Jarak Garis Sungai
(Sumber: pengolahan data, 2023)

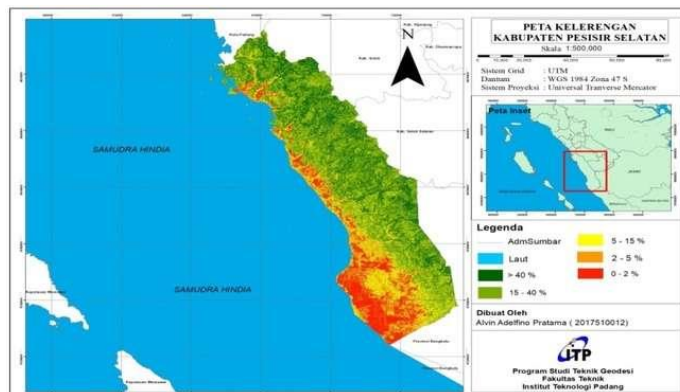
Berdasarkan Hasil peta jarak aliran sungai dapat diperoleh informasi bahwa zona yang berwarna merah pada peta menandakan wilayah tersebut berada pada jarak <100m dari jarak aliran sungai, Zona yang berwarna orange menandakan wilayah tersebut berada pada jarak 100 – 200 m dari jarak aliran sungai, Zona yang berwarna kuning menandakan wilayah tersebut berada pada jarak 200 – 300 m dari jarak aliran sungai, Zona yang berwarna hijau muda menandakan wilayah tersebut berada pada jarak 300 – 500 m dari jarak aliran sungai, dan Zona yang berwarna hijau tua menandakan wilayah tersebut berada pada jarak > 500 m dari jarak aliran sungai. Dan luasan masing-masing zona didapatkan seperti Tabel 4.

Tabel 4 Luasan Peta Jarak Garis Sungai

Keterangan	Luas (ha)	%
Sangat Aman (> 500 m)	524.579,51	86,77%
Aman (300 – 500 m)	28.180,42	4,66%
Sedang (200 – 300 m)	14.843,63	2,46%
Bahaya (100 – 200 m)	15.768,76	2,61%
Sangat Bahaya (0 – 100 m)	14.843,63	3,50%
Total	604.535,40	100%

c. Peta Kelerengan

Dari Data Digital Elevation Model, maka diperoleh peta kelerengan yang terbagi ke dalam 5 kelas.



Gambar 4. Peta Kelerengan

(Sumber: pengolahan data, 2023)

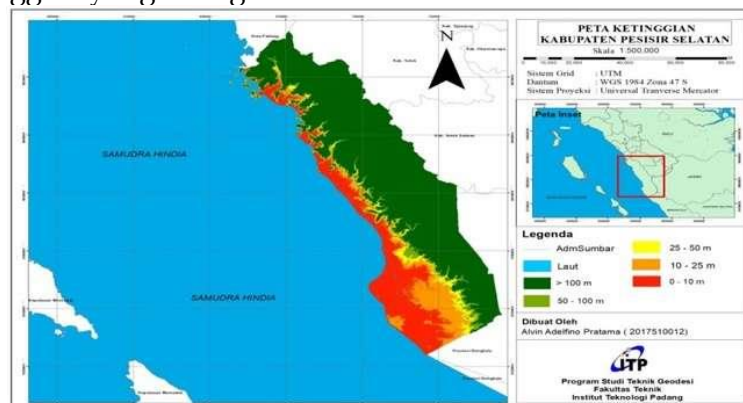
Berdasarkan Hasil peta kelerengan dapat diperoleh informasi bahwa zona yang berwarna merah pada peta menandakan wilayah tersebut berada pada kelerengan 0 – 2%, Zona yang berwarna orange menandakan wilayah tersebut berada pada kelerengan 2 – 5%, Zona yang berwarna kuning menandakan wilayah tersebut berada pada kelerengan 5 – 15%, Zona yang berwarna hijau muda menandakan wilayah tersebut berada pada kelerengan 15 – 40%, dan Zona yang berwarna hijau tua menandakan wilayah tersebut berada pada kelerengan > 40%. Dan luasan masing-masing zona didapatkan seperti Tabel 5.

Tabel 5. Luasan Peta Kelerengan

Keterangan	Luas (ha)	%
Sangat Aman (> 40 %)	109.549,91	18,12%
Aman (15 - 40 %)	264.885,97	43,82%
Sedang (5 - 15 %)	100.893,39	16,69%
Bahaya (2 - 5 %)	52.568,36	8,70%
Sangat Bahaya (0 - 2 %)	76.609,41	12,67%
Total	604.535,40	100%

d. Peta Ketinggian

Dari hasil pengolahan data Digital Elevation Model, maka diperoleh peta ketinggian yang terbagi ke dalam 5 kelas.



Gambar 5. Peta Ketinggian
(Sumber: pengolahan data, 2023)

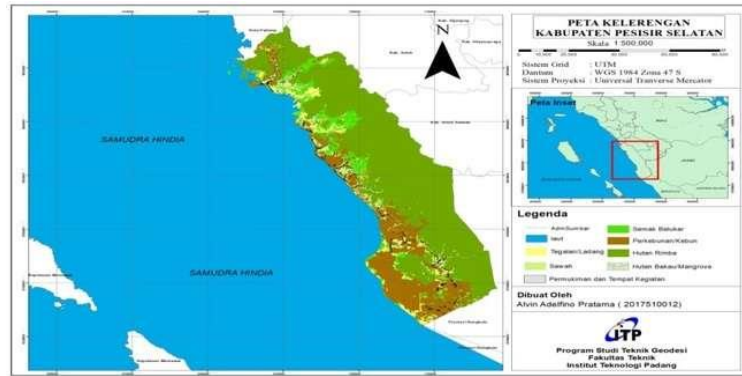
Berdasarkan Hasil peta ketinggian dapat diperoleh informasi bahwa zona yang berwarna merah pada peta menandakan wilayah tersebut berada pada ketinggian < 10 mdpl, Zona yang berwarna orange menandakan wilayah tersebut berada pada ketinggian 10 – 25 mdpl, Zona yang berwarna kuning menandakan wilayah tersebut berada pada ketinggian 25 – 50 mdpl, Zona yang berwarna hijau muda menandakan wilayah tersebut berada pada ketinggian 50 – 100 mdpl, dan Zona yang berwarna hijau tua menandakan wilayah tersebut berada pada ketinggian > 100 mdpl. Dan luasan masing-masing zona didapatkan seperti Tabel 6.

Tabel 6 Luasan Peta Ketinggian

Keterangan	Luas (ha)	%
Sangat Aman (> 100 m)	385.126,06	63,93%
Aman (50 - 100 m)	27.270,00	4,53%
Sedang (25 - 50 m)	21.749,09	3,61%
Bahaya (10 - 25 m)	56.602,29	9,40%
Sangat Bahaya (0 - 10 m)	111.645,65	18,53%
Total	604.535,40	100%

e. Peta Pengguna Lahan

Dari hasil pengolahan Citra Sentinel, maka diperoleh Peta penggunaan lahan dengan 10 Interpretasi citra yaitu, Fasum, Sungai, Jalan, Hutan basah, Hutan kering, Semak belukar, Pemukiman, Ladang, Kebun, dan Rawa.



Gambar 6 Peta Penggunaan Lahan
(Sumber: Pengolahan Data, 2023)

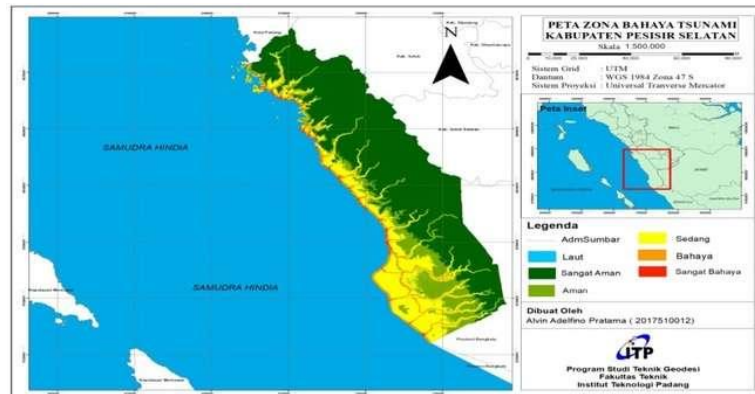
Berdasarkan hasil peta penggunaan lahan dapat diperoleh informasi luasan masing-masing tutupan lahan, di antaranya:

Tabel 7. Luasan Masing-Masing Tutupan Lahan

Keterangan	Luas (ha)
Hutan Bakau/Mangrove	282,02
Hutan Rimba	367.066,87
Perkebunan/Kebun	131.119,46
Perumahan	3.944,79
Sawah	26.265,17
Semak Belukar	44.214,59
Tegalan/Ladang	27.651,92
Total	604.535,40

f. Peta tingkat bahaya tsunami

Berdasarkan hasil dari parameter-parameter Peta tingkat zona bahaya Tsunami di Kabupaten Pesisir Selatan maka diperoleh peta tingkat bahaya Tsunami dengan tahapan klasifikasi, skoring/pembobotan, overlay, dan reklasifikasi. Data spasial yang digunakan yaitu peta aliran sungai, peta jarak garis pantai, peta penggunaan lahan, peta ketinggian, dan peta kelerenghan yang merupakan parameter dari zona bahaya Tsunami di Kabupaten Pesisir selatan. Peta Zona Bahaya Kabupaten Pesisir Selatan menyajikan persebaran dan tingkat zona bahaya terhadap Tsunami. Kategori tingkat zona bahaya Tsunami pada penelitian ini yaitu sangat bahaya, bahaya, sedang, aman, sangat aman. Berikut peta zona bahaya Tsunami Kabupaten pesisir Selatan pada **Gambar 3.2**



Gambar 7. Peta Zona Bahaya Tsunami
(Sumber : Pengolahan Data, 2023)

2. Analisis Perhitungan Tingkat Bahaya Tsunami

Peta Tingkat zona bahaya yang diperoleh melalui Overlay dari peta ketinggian, peta kelerengan, peta jarak garis pantai dan peta aliran sungai. Untuk mendapatkan tingkat bahaya skor total dari keseluruhan parameter harus dijumlahkan terlebih dahulu. Daerah yang sangat rawan terhadap tsunami akan memiliki total nilai skor yang tinggi, dan begitupun sebaliknya daerah yang tidak rawan terhadap tsunami akan memiliki nilai skor yang rendah. Penentuan tingkat zona bahaya dilakukan dengan membagi sama banyak nilai-nilai zona bahaya dengan jumlah interval kelas yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Nilai-Nilai Zona Bahaya Dengan Jumlah Interval Kelas

Keterangan	Luas (ha)	%
Sangat Aman	369.555,93	61,13 %
Aman	95.298,80	15,76 %
Sedang	107.334,00	17,75 %
Bahaya	27.863,28	4,61 %
Sangat Bahaya	4.537,26	0,75 %
Total	604.535,40	100%

Dari hasil Analisis tingkat bahaya Tsunami diatas hubungan penelitian ini dengan pola pergerakan lempeng yaitu karena pola pergerakan yang cukup cepat, dari pola *outer arc ridge* menyebabkan tingkat bahaya Tsunami dapat semakin meningkat seiring dengan pergerakan lempeng yang signifikan.

Maka hasil yang di peroleh dari analisis Pemetaan zona bahaya Tsunami yaitu Luas Kabupaten Pesisir Selatan 604.535,40 ha, dengan mendapatkan tingkat zona sangat bahaya dengan luas 4.537,26 ha, tingkat zona bahaya dengan luas 27.863,28 ha, tingkat zona sedang dengan luas 107.334,00 ha, tingkat zona aman dengan luas 95.298,80 ha, dan tingkat zona sangat aman dengan luas 369.555,93 ha.

SIMPULAN

Kabupaten Pesisir Selatan memiliki lima tingkat zona bahaya terhadap Tsunami, berdasarkan hasil data parameter-parameter yang digunakan. Dari masing-masing parameter yang digunakan sangat mempengaruhi besar kecil tingkat zona bahaya Tsunami yang ada di Kabupaten Pesisir Selatan yaitu jarak aliran sungai, jarak garis

pantai, penggunaan lahan, Ketinggian lahan, dan Kemiringan lahan. Dari pembuatan Tingkatan zona bahaya Tsunami di Kabupaten Pesisir Selatan Provinsi Sumatera Barat, Wilayah dengan zona tingkat Sangat bahaya Tsunami sebesar 0.75% dengan Luas 4.537,26 ha, Wilayah dengan tingkat Bahaya Tsunami sebesar 4.61% dengan Luas 27.863,28 ha, Wilayah dengan tingkat sedang Tsunami sebesar 17.75% dengan Luas 107.334,00 ha, Wilayah dengan tingkat aman Tsunami sebesar 15.76% dengan Luas 95.298,80 ha, dan wilayah dengan tingkat Sangat Aman Tsunami Sebesar 61.13% dengan Luas 369.555,93 ha.

DAFTAR PUSTAKA

- 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>
- Al Qossam, I., Laila Nugraha, A., & Sabri, L. (2020). Pemetaan Spasial Tingkat Risiko Bencana Tsunami di Wilayah Kabupaten Serang Menggunakan Citra Spot-6 (Vol. 9, Issue 2).
- AMELIA, D. (2021). Studi Pemetaan Daerah Rawan Banjir dengan Metode Skoring dan Pembobotan di Kelurahan Besar dan Kelurahan Tangkahan, Medan Labuhan.
- Arini, Dwi. Irwan Meilano, Zamzam Akhmad Jamaluddin Tanuwijaya 2019. Analisa Pola Pergerakan Sesar Sumatra berdasarkan Pengamatan Data GPS 2016-2017 guna Mengetahui Aktivitas Seismik. *Jurnal Spasial*, Volume 6, Nomor 3, 2019
- Baskara, B., Sukarasa, I. K., & Septiadhi, A. (2017). Pemetaan Bahaya Gempa Bumi Dan Potensi Tsunami Di Bali Berdasarkan Nilai Seismisitas. *Buletin Fisika*, 18(1), 20. <https://doi.org/10.24843/bf.2017.v18.i01.p04>
- Diy, K. B., Sinambela, C., Pratikto, I., & Subardjo, P. (2014). Pemetaan Kerentanan Bencana Tsunami Di Pesisir Kecamatan Kretek Menggunakan Sistem Informasi Geografi, Kabupaten Bantul DIY. *Diponegoro Journal of Marine Research*, 3(4), 415-419.
- Fachri, H. T., Malik, Y., & Murtianto, H. (2022). Pemetaan Tingkat Bahaya Bencana Tsunami Menggunakan Sistem Informasi Geografis di Pesisir Kota Bengkulu. *Jurnal Pendidikan ...*, 10(2), 166-178. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JJPG/article/view/43541>
- Gersanandi, P. Subardjo, & A. Anugroho DS. (2013). Analisa Spasial Kerentanan Bencana Tsunami di Kabupaten dan Kota Pesisir Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Oseanografi*, 2(3), 232-237.
- Isdianto, A., Kurniasari, D., Subagiyo, A., Haykal, M. F., & Supriyadi, S. (2021). Pemetaan Kerentanan Tsunami untuk Mendukung Ketahanan Wilayah Pesisir. *Jurnal Permukiman*, 16(2), 90. <https://doi.org/10.31815/jp.2021.16.90-100>
- Krisnantoro, A. (2015). Modul diklat gis medan-130716230013-. Academia.
- Natawidjaja, D. H. (2007). Gempa bumi dan Tsunami di Sumatra dan Upaya Untuk Mengembangkan Lingkungan Hidup yang Aman Dari Bencana Alam, Vol. 136.

- Pattiselanno, S. R. R., & Soetrisno, A. K. (2021). Mitigasi dan Pemetaan Jalur Alternatif Evakuasi Cepat Lingkar Kampus POLNAM untuk Antisipasi Potensi Tsunami Pasca Gempa Ambon Berbasis GIS dan Foto Udara. *Jurnal Simetrik*, 10(2), 362. <https://doi.org/10.31959/js.v10i2.558>
- Putri, T. U. V, Dewi, I. K., & Marlinda, L. (2022). Penentuan Zonasi Bencana Tsunami di Kabupaten dan Kota Pesisir Provinsi Sumatera Barat. *SPEJ (Science and Physic ...)*, 5. <https://journal.ipm2kpe.or.id/index.php/SPEJ/article/view/3237>
- Tarigan, T., Subardjo, P., Nugroho, D., Kelautan, J. I., Perikanan, F., Diponegoro, U., Soedarto, J. P. H., & Semarang, T. (2015). Analisa Spasial Kerawanan Bencana Tsunami Di Wilayah Pesisir Kabupaten Kulon Progo Daerah Istimewa Yogyakarta. *Journal of Oceanography*, 4(4), 700-705.