



## Identifikasi Tingkat Bahaya Tsunami Daerah Manna Dan Sekitarnya, Kabupaten Bengkulu Selatan, Provinsi Bengkulu

Faiz Hady Annafin<sup>1\*</sup>, Harnani<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Geologi, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.29303/Goescienceed.v6i4.1417>

### Article Info

Received: 06 September 2025

Revised: 18 November 2025

Accepted: 29 November 2025

Correspondence:

[harnani@ft.unsri.ac.id](mailto:harnani@ft.unsri.ac.id)

**Abstract:** Kabupaten Bengkulu Selatan merupakan salah satu wilayah pesisir di Provinsi Bengkulu yang memiliki tingkat kerawanan tinggi terhadap bencana tsunami karena posisinya yang berhadapan langsung dengan Samudra Hindia dan berdekatan dengan zona subduksi Indo-Australia-Eurasia. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi tingkat bahaya tsunami di Kecamatan Manna dan sekitarnya menggunakan metode *Hloss*. Analisis dilakukan dengan memanfaatkan data Digital Elevation Model (DEM) untuk memperoleh nilai kemiringan lereng, data penggunaan lahan untuk menentukan koefisien kekasaran permukaan, serta data ketinggian maksimum gelombang tsunami. Nilai *Hloss* dihitung untuk mengetahui kehilangan ketinggian tsunami per meter jarak genangan, yang kemudian digunakan dalam pemodelan *Cost Distance* guna menentukan jangkauan genangan. Hasil pemodelan dimasukkan ke dalam indeks bahaya tsunami menggunakan logika fuzzy dan diklasifikasikan menjadi tiga kelas bahaya yaitu rendah ( $\leq 0,333$ ), sedang ( $0,334-0,666$ ), dan tinggi ( $>0,666$ ). Luas masing-masing kelas bahaya adalah  $0,36 \text{ km}^2$  (15%) untuk bahaya rendah,  $0,41 \text{ km}^2$  (17%) untuk bahaya sedang, dan  $1,61 \text{ km}^2$  (68%) untuk bahaya tinggi. Zona bahaya tinggi mendominasi wilayah pesisir Kecamatan Kota Manna, Pasar Manna, dan Bungamas, terutama di dataran rendah dan sekitar muara sungai. Zona bahaya sedang berada di area transisi antara pesisir dan dataran lebih tinggi, sedangkan zona bahaya rendah terdapat di bagian timur wilayah penelitian yang memiliki topografi lebih tinggi. Temuan ini menegaskan bahwa wilayah pesisir Kabupaten Bengkulu Selatan berpotensi tinggi terhadap bencana tsunami.

**Keywords:** Tsunami, *Hloss*, *Cost Distance*, Indeks Bahaya, Bengkulu Selatan

**Citation:** Annafin, F. H., & Harnani, N. (2025). Identifikasi Tingkat Bahaya Tsunami Daerah Manna Dan Sekitarnya, Kabupaten Bengkulu Selatan, Provinsi Bengkulu. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, dan Geofisika (GeoScienceEd)*, 6(4), 2313-2319. doi: <https://doi.org/10.29303/Goescienceed.v6i4.1417>

### Introduction

Provinsi Bengkulu terletak di bagian barat Pulau Sumatera, merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki risiko tinggi terhadap bencana alam, khususnya gempa bumi dan tsunami karena wilayah perairan laut Bengkulu berada pada zona subduksi antara Lempeng Indo-Australia dan Eurasia. Zona ini dikenal aktif dengan pergeseran lempeng mencapai 4 hingga 6 cm per tahun (Akbar dkk., 2020). Pergeseran lempeng tersebut menyebabkan sering terjadinya gempa bumi dengan jenis tektonik dan tercatat telah terjadi beberapa kali bencana tsunami (Fachri dkk.,

2022). Provinsi Bengkulu termasuk ke dalam 28 provinsi di Indonesia yang rawan terkena bencana tsunami (Sigit, 2013). Salah satu kabupaten di Provinsi Bengkulu terhubung langsung dengan Samudra Hindia adalah Kabupaten Bengkulu Selatan yang berarti juga meningkatkan risiko bencana tsunami di wilayah tersebut (Saputri, 2020).

Keberadaan Bengkulu Selatan yang memiliki wilayah berhadapan langsung dengan pesisir dan tidak ada pulau-pulau kecil sebagai penghalang gelombang yang datang menyebabkan meningkatnya risiko dampak dari bencana tsunami (Saputri, 2020). Selain itu,

Email: [harnani@ft.unsri.ac.id](mailto:harnani@ft.unsri.ac.id)

morfologi pesisir pantai di Bengkulu Selatan memiliki bentuk yang cukup landai di beberapa titik sehingga masyarakat dapat membuat pemukiman tetap sebagai tempat tinggal. Morfologi yang cukup landai ini dapat membuat jangkauan air untuk masuk ke daratan relatif jauh sehingga luapan air dapat meluas (Widyawati dkk., 2013). Ketika gelombang tsunami memasuki daratan, air dapat melewati dan menggenang sehingga berpotensi merusak semua yang dilewatinya. Gelombang tsunami tersebut dapat bergerak dengan kecepatan yang tinggi dan dapat bergerak ribuan kilometer dari titik sumbernya hingga kecepatannya berkurang kemudian air akan kembali ke laut (Sihombing, 2018).



Gambar 1. Sebaran Sumber Tsunami Wilayah Bengkulu (BMKG, 2025)

**Method**

Metode dalam analisis ini dimulai dengan melakukan perhitungan  $H_{loss}$  yang kemudian dilakukan pengolahan untuk mendapatkan *Cost Distance*. Setelah didapatkan, lakukan analisis Logika Fuzzy untuk kelas Indeks Bahaya Tsunami.  $H_{loss}$  digunakan untuk mengidentifikasi bahaya tsunami dengan menghitung penurunan gelombang tsunami ketika air laut masuk ke daratan. Perhitungan ini menggunakan beberapa data spasial yaitu data *Digital Elevation Model* (DEM) untuk mendapatkan nilai kemiringan lereng (*slope*), peta penggunaan lahan yang didapatkan dari data *Shapefile* (SHP) untuk menentukan nilai koefisien kekasaran permukaan, dan tinggi gelombang tsunami maksimum yang masuk ke daratan. Dalam menghitung kehilangan tinggi gelombang yang masuk ke daratan per meter jarak genangan (inundasi), digunakan rumus sebagai berikut (Berryman, 2005).

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

Keterangan :

- $H_{loss}$  : Kehilangan tinggi gelombang per meter
- $n$  : koefisien kekasaran permukaan

- H : tinggi gelombang maksimum
- S : Kemiringan lereng

Ketika sudah mendapatkan nilai dari kehilangan tinggi gelombang per meter, dilakukan pemodelan *Cost Distance* untuk mendapatkan nilai inundasi sehingga dapat menentukan seberapa jauh jarak genangan gelombang tsunami yang masuk ke daratan dari garis pantai sebagai titik awal. Jarak genangan (inundasi) tersebut menghitung biaya atau kesulitan gelombang tsunami dalam menembus darat sebelum semua energinya hilang sehingga menentukan jalur termudah bagi gelombang untuk mengalir ke daratan. Dalam pemodelan ini menggunakan nilai  $H_{loss}$  yaitu mempertimbangkan koefisien kekasaran permukaan tanah dan kemiringan lereng yang mempengaruhi pergerakan gelombang ke daratan serta data garis pantai sebagai batas antara laut dan darat atau menjadi titik awal penyebaran gelombang mulai dihitung.

Nilai inundasi kemudian digunakan dalam analisis ukuran bahaya tsunami. Dimana, semakin tinggi nilai inundasi mengartikan tingkatan bahaya tsunami akan semakin tinggi. Berdasarkan Perka BNPB Nomor 2 Tahun 2012 klasifikasi nilai inundasi untuk kelas bahaya tsunami adalah sebagai berikut.

Tabel 1: Klasifikasi Kelas Bahaya Berdasarkan Nilai Inundasi

Kelas	Nilai Inundasi
Rendah	$\leq 1$
Sedang	$1 < \text{Inundasi} \leq 3$
Tinggi	$> 3$

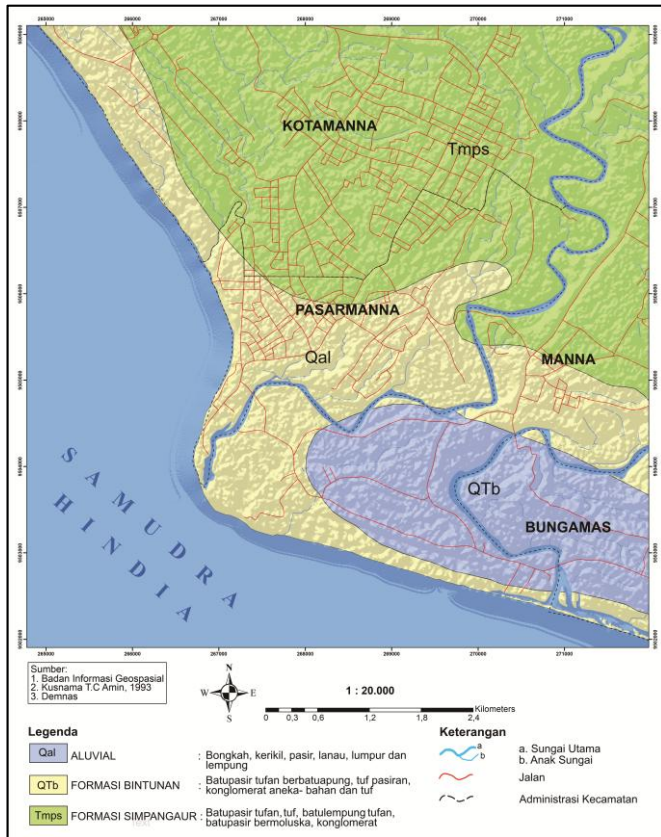
Nilai keanggotaan fuzzy yang didapatkan melalui proses analisis akan menjadi indeks bahaya tsunami. Indeks tersebut berisi kelas-kelas bahaya yang akan memberikan informasi seberapa besar potensi dampak tsunami di suatu daerah.

Berdasarkan nilai indeks H (ketinggian air yang masuk ke daratan) yang digunakan dalam identifikasi tingkat bahaya tsunami menggunakan metode  $H_{loss}$  di sepanjang pesisir pantai Kabupaten Bengkulu Selatan, Bengkulu.

Tabel 2: Klasifikasi Kelas Bahaya Berdasarkan Pendekatan Logika Fuzzy (BNPB, 2018)

Kelas	Indeks Bahaya
Rendah	$H \leq 0.333$
Sedang	$0.333 < H \leq 0.666$
Tinggi	$H > 0.666$

**Result and Discussion**



Gambar 2. Peta Geologi Lokasi Penelitian

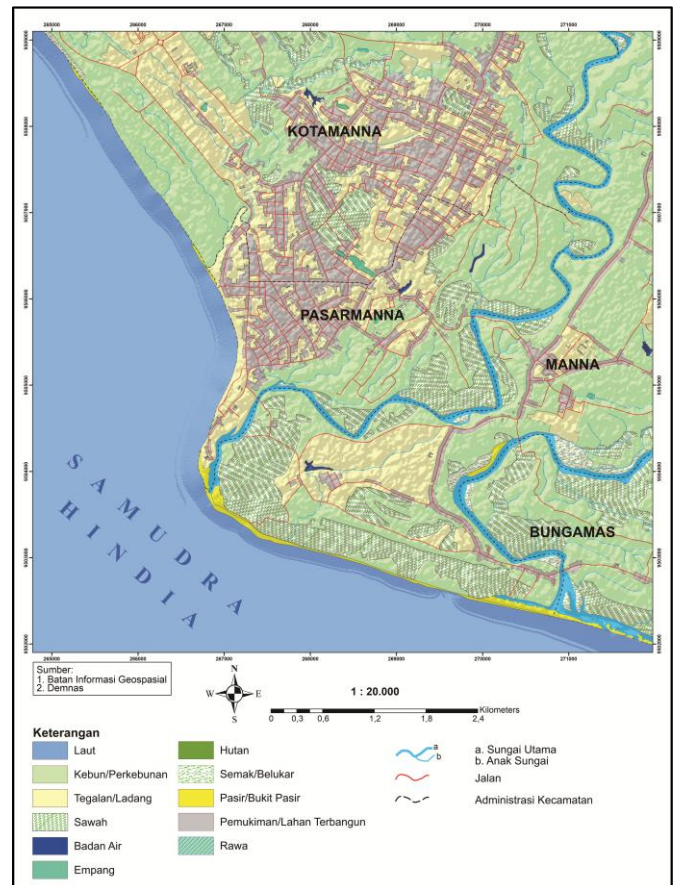
Penelitian dilakukan di Kecamatan Manna dan sekitarnya Kabupaten Bengkulu Selatan, Provinsi Bengkulu. Lokasi penelitian terletak di Cekungan Bengkulu dan terdiri dari 3 (tiga) formasi penyusunnya dari terbentuk paling tua hingga muda yaitu Formasi Simpangaur (Tmps), Formasi Bintunan (QTb), dan Formasi Aluvial (Qal). Formasi Simpangaur terdiri dari batupasir tufan, tuf, batulempung tufan, batupasir bermoluska, konglomerat aneka-bahan yang terbentuk pada bagian utara dan timur lokasi penelitian. kemudian, di atasnya terendapkan formasi yang lebih muda yaitu Formasi Bintunan terdiri dari batupasir tufan berbatuapung, tuf pasiran, konglomerat aneka bahan dan tuf yang terbentuk pada bagian barat laut dan selatan lokasi penelitian serta berada paling dekat dengan pesisir pantai. Terendapkan formasi yang paling muda yaitu Formasi Aluvial terdiri dari bongkah, kerikil, pasir, lanau, lumpur dan lempung yang terbentuk pada bagian Tenggara lokasi penelitian (Amin dkk., 1993).

Penelitian bahaya tsunami daerah Manna dan sekitarnya dilakukan dengan menggunakan data sekunder. Pembuatan peta bahaya tsunami menggunakan beberapa parameter untuk menentukan tingkat bahaya terhadap genangan gelombang tsunami pada daerah penelitian. parameter utama tersebut yaitu

koefisien kekasaran permukaan yang didapatkan dari data *shapefile* (SHP) penggunaan lahan serta kemiringan lereng yang didapatkan dari data *Digital Elevation Model* (DEM). Data tersebut digunakan sebagai parameter utama karena memiliki pengaruh yang besar terhadap rambatan gelombang tsunami ketika masuk ke daratan sehingga dapat menjelaskan daerah yang memiliki potensi bahaya tsunami.

**Koefisien Kekasaran Permukaan**

Penggunaan lahan sangat mempengaruhi bahaya suatu daerah terhadap tsunami. Hal ini dapat mempengaruhi persebaran gelombang tsunami ketika mencapai ke daratan. Ketika daratan terisi oleh bangunan atau vegetasi yang padat maka gelombang dapat terhambat dan mengurangi lajunya. Sedangkan, lahan yang terbuka atau tidak memiliki penghalang membuat air dapat melaju dengan cepat dan menyebar secara luas di daratan. Jadi, parameter tersebut akan mempengaruhi tingkat kerusakan yang diakibatkan oleh tsunami.



Gambar 3. Peta Penggunaan Lahan Lokasi Penelitian

Penggunaan lahan dapat dikonversi menjadi nilai koefisien kekasaran untuk setiap jenis tutupan atau penggunaan lahan di suatu daerah. Nilai koefisien kekasaran permukaan (n) terdapat pada tabel 3

Tabel 3: Koefisien kekasaran permukaan (Berryman, 2005)

Jenis Penggunaan Lahan	Nilai Koefisien (n)
Badan Air	0.007
Rawa	0.015
Empang	0.007
Tambak	0.010
Pasir/Bukit Pasir	0.018
Semak/Belukar	0.040
Padang Rumput	0.020
Hutan	0.070
Kebun/Perkebunan	0.035
Tegalan/Ladang	0.030
Sawah	0.020
Lahan Pertanian	0.025
Pemukiman/Lahan Terbangun	0.050
Mangrove	0.060

Penggunaan lahan dalam suatu daerah terkhusus pada pesisir pantai akan menentukan tingkat hambatan terhadap gelombang tsunami yang masuk ke daratan. Tingkat hambatan ini dipengaruhi oleh kondisi permukaan yang memiliki nilai koefisien kekasaran yang berbeda-beda setiap penggunaan lahannya. Semakin tinggi nilai koefisien kekasaran maka semakin besar hambatan yang diberikan ketika terdapat gelombang tsunami.

Berdasarkan peta penggunaan lahan Manna dan sekitarnya, lokasi penelitian memiliki penggunaan lahan yang terdiri dari badan air, rawa, empang, hutan, kebun atau perkebunan, tegalan atau ladang, sawah, semak belukar, pasir atau bukit pasir, hingga pemukiman atau lahan terbangun. Pada bagian pesisir pantai yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia banyak ditutupi oleh pasir atau bukit pasir yang terjadi karena pengendapan material sedimen hasil dari pasang surut air laut ditandai dengan warna kuning pada peta. Bagian pesisir utara pada lokasi penelitian masuk ke dalam kecamatan Kota Manna menunjukkan penggunaan lahan didominasi oleh kebun atau perkebunan serta terdapat sawah. Pesisir barat tepatnya di kecamatan Pasar Manna didominasi oleh tegalan atau ladang yang terdapat juga pemukiman atau lahan terbangun cukup padat sebagai pusat pemukiman masyarakat. Sedangkan, pada bagian pesisir selatan tepatnya di kecamatan Manna dan Bungamas didominasi oleh kebun atau perkebunan serta terdapat banyak sungai besar yang bermuara ke laut.

Menurut Berryman (2006) setiap jenis penggunaan lahan memiliki nilai koefisien kekasaran permukaan. Nilai tersebut digunakan untuk parameter yang dapat mempengaruhi jangkauan gelombang tsunami masuk ke daratan. Badan air dan empang memiliki nilai paling rendah yaitu 0,007 yang berarti

gelombang tsunami dapat mudah bergerak pada penggunaan lahan tersebut. Rawa memiliki nilai sedikit lebih tinggi yaitu 0,015 karena terdapat vegetasi air. Kemudian, pasir atau bukit pasir dengan nilai 0,018 yang tergolong masih rendah dan masih sedikit hambatan. sawah dan padang rumput memiliki nilai 0,020 yang memiliki vegetasi yang lebih banyak sebagai penghambat laju gelombang. Tegalan atau ladang memiliki nilai 0,030 dan kebun atau perkebunan sedikit lebih tinggi yaitu 0,035 karena vegetasi yang banyak. Semak belukar menjadi kawasan yang memiliki vegetasi mulai rapat sehingga memiliki nilai yang cukup besar yaitu 0,040. Kawasan pemukiman atau lahan terbangun menjadi penghambat buatan yang lebih besar yaitu bernilai 0,050. Selanjutnya mangrove memiliki nilai yang besar yaitu 0,060 karena dapat menghambat laju gelombang tsunami dengan baik. Terakhir, hutan dengan nilai paling tinggi yaitu 0,070 karena memiliki vegetasi yang rapat sehingga dapat sangat baik menghambat laju gelombang tsunami yang datang ke daratan.

### Nilai Kemiringan Lereng

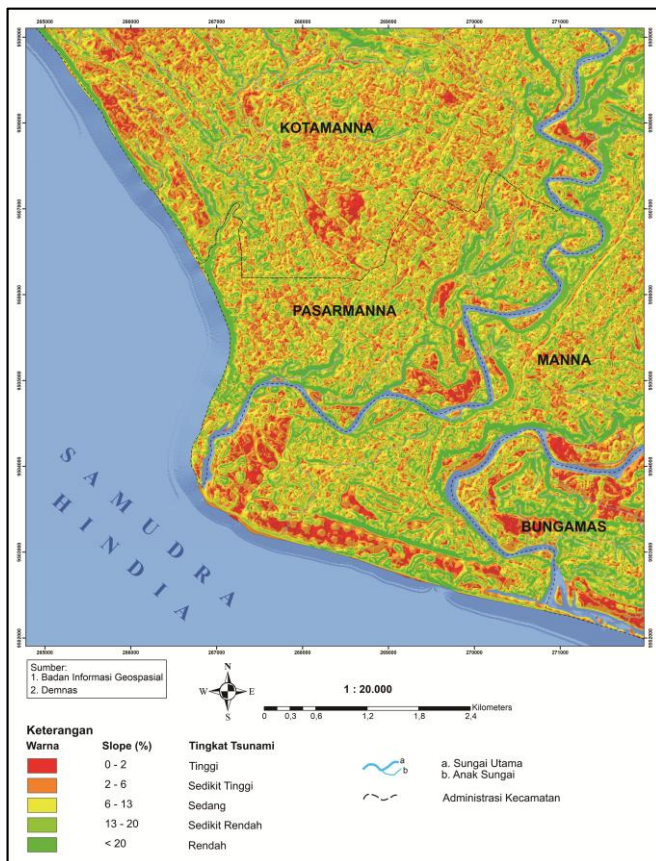
Kemiringan lereng atau *slope* merupakan bentuk morfologi yang dihitung dari sudut antara bidang datar permukaan tanah dengan bidang horizontal dalam bentuk persen yang menunjukkan perubahan perbedaan ketinggian. Slope menentukan kerentanan tsunami karena dapat berpengaruh terhadap tinggi dan jarak jangkauan gelombang tsunami yang datang ke daratan. Pada lereng yang curam, gelombang akan lebih terhalang sehingga kehilangan energi lebih cepat dan tidak dapat menjangkau daratan lebih jauh. Sebaliknya, jika lereng landai, gelombang terhalang lebih sedikit sehingga dapat menjangkau daratan lebih jauh dan mengakibatkan kerusakan yang ditimbulkan akan lebih besar dan lebih parah (Putro dkk., 2021).

Topografi sangat menentukan tingkat bahaya tsunami karena dapat mempengaruhi sejauh mana gelombang dapat naik dan merambat ke daratan. Gelombang tsunami yang datang dari laut biasanya memiliki energi yang sangat besar. Energi tersebut pada daerah dengan kemiringan lereng yang landai akan masuk dan merambat dengan mudah karena tidak memiliki penghalang untuk menghambat laju gelombang tsunami tersebut. Ketika gelombang merambat dengan mudah akan menghasilkan genangan yang lebih luas dan memperbesar potensi kerusakan maupun korban jiwa. Sedangkan, pada daerah dengan kemiringan lereng yang curam, topografi yang terbentuk akan menjadi penghambat laju gelombang sehingga luas genangan akan lebih kecil dan potensi kerusakan maupun korban jiwa yang ditimbulkan dari bencana tsunami akan lebih kecil. Menurut (Van

Zuidam, 1983) dalam (Kultsum dkk., 2016) slope dibagi menjadi 5 kelas.

Tabel 4: Klasifikasi Slope Menurut (Van Zuidam, 1983) dalam (Kultsum dkk., 2016)

No.	Slope (%)	Kelas Kerentanan
1.	0-2	Tinggi
2.	2-6	Sedikit Tinggi
3.	6-13	Sedang
4.	13-20	Sedikit Rendah



Gambar 4. Peta Kemiringan Lereng Lokasi Penelitian

Berdasarkan peta kemiringan lereng daerah Manna dan sekitarnya menunjukkan kemiringan yang beragam dari pesisir sampai ke daratan. Pada bagian barat lokasi penelitian pesisir didominasi dengan warna hijau sedangkan pada bagian Selatan didominasi warna oranye sampai merah. Daerah dengan warna hijau muda memiliki kemiringan lereng 13–20° dan hijau tua >20° termasuk ke dalam daerah yang aman dengan tingkat ancaman tsunami yang rendah. Pada daerah tersebut memiliki lereng yang cukup terjal untuk menghambat laju gelombang yang masuk ke daratan. Kemudian, pada daerah dengan warna kuning menunjukkan kemiringan lereng sebesar 6–13° memiliki ancaman bahaya sedang karena gelombang masih dapat terhambat tetapi tidak begitu besar. Sedangkan, daerah

dengan warna oranye memiliki kemiringan lereng (2–6°) dan merah (0–2°) yang berarti termasuk terancam bahaya tsunami tinggi sampai sangat tinggi. Pada daerah tersebut memiliki kemiringan yang datar sehingga sedikit hambatan yang dapat menghalang gelombang tsunami untuk masuk ke daratan sehingga luas genangan dapat menyebar dan mudah menghantam apapun yang di sekitarnya.

### Bahaya Tsunami

Peta Bahaya Tsunami merupakan hasil akhir dari analisis bahaya tsunami yang disusun melalui pemodelan spasial dengan bantuan perangkat lunak ArcGIS. Peta ini berfungsi untuk menggambarkan sebaran spasial tingkat ancaman tsunami di wilayah pesisir secara kuantitatif dan obyektif. Proses pembuatannya diawali dengan pengumpulan data dasar, seperti batas administrasi, Digital Elevation Model (DEM), garis pantai, tutupan/penggunaan lahan, serta data ketinggian maksimum gelombang tsunami. Data DEM diolah untuk menghasilkan peta lereng (slope) yang berperan penting dalam menentukan jangkauan genangan, sedangkan data tutupan lahan dikonversi menjadi koefisien kekasaran permukaan (roughness coefficient) yang memengaruhi perambatan gelombang di daratan (Berryman, 2006). Bersama dengan data ketinggian maksimum tsunami, kedua parameter tersebut digunakan dalam perhitungan  $H_{loss}$  untuk mengetahui kehilangan ketinggian tsunami per meter jarak inundasi. Dalam menghitung kehilangan tinggi gelombang yang masuk ke daratan per meter jarak genangan (inundasi), digunakan rumus sebagai berikut (Berryman, 2005).

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

Keterangan:

- $H_{loss}$  : Kehilangan tinggi gelombang per meter
- $n$  : koefisien kekasaran permukaan
- $H$  : tinggi gelombang maksimum
- $S$  : Kemiringan lereng

Hasil analisis  $H_{loss}$  selanjutnya diproses menggunakan metode *cost distance* untuk memperoleh peta jarak genangan (inundasi) tsunami dari garis pantai ke daratan. Data genangan ini kemudian ditransformasikan menjadi indeks bahaya tsunami melalui pendekatan logika fuzzy, dengan skala nilai 0–1. Nilai mendekati 0 menunjukkan bahaya rendah (inundasi ≤ 1 m), sedangkan nilai mendekati 1 menunjukkan bahaya tinggi (inundasi > 3 m). Sesuai dengan Peraturan Kepala BNPB Nomor 2 Tahun 2012, indeks tersebut diklasifikasikan ke dalam tiga kelas, yaitu: bahaya rendah (≤0,333), bahaya sedang (0,334–0,666), dan bahaya tinggi (>0,666).

Hasil analisis menunjukkan bahwa kelas bahaya tinggi (merah) mendominasi dengan 32.948 poligon, diikuti kelas sedang (kuning) sebanyak 9.378 poligon, dan kelas rendah (hijau) berjumlah 7.839 poligon (Tabel 5). Dominasi kelas bahaya tinggi ini mengindikasikan bahwa sebagian besar wilayah penelitian, khususnya kawasan pesisir dengan elevasi rendah, memiliki tingkat kerentanan tsunami yang signifikan, sedangkan bahaya sedang dan rendah cenderung berada di zona transisi dan lebih tinggi.

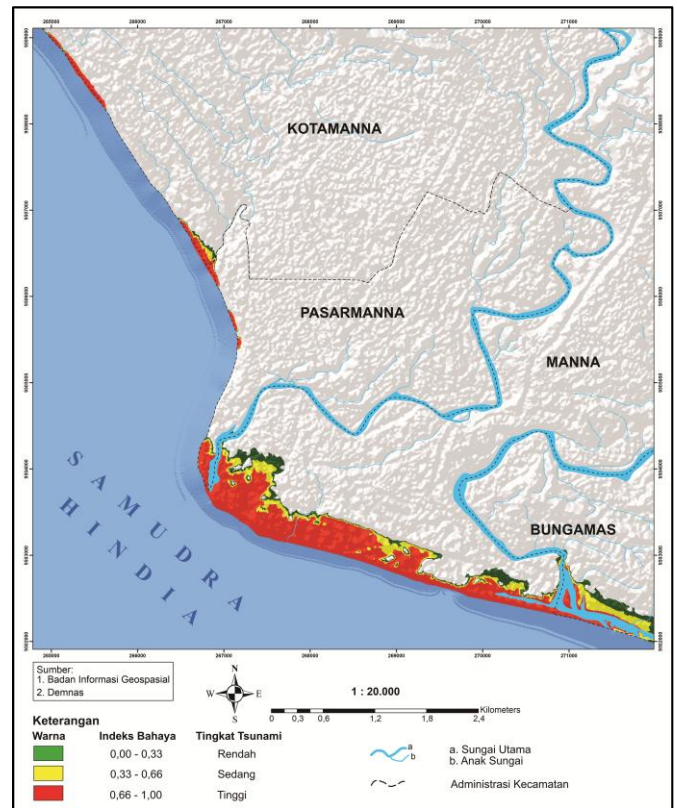
Tabel 5: Jumlah Polygon Perkelas Bahaya

Indeks Bahaya	Jumlah Polygon	Kelas Bahaya	Warna
0,00 - 0,33	7839	Rendah	Hijau
0,33 - 0,66	9378	Sedang	Kuning
0,66 - 1,00	32948	Tinggi	Merah

Analisis luas genangan menunjukkan bahwa kelas bahaya tinggi (0,66–1,00) mendominasi dengan 1,61 km<sup>2</sup> atau 68% dari total area terdampak. Kelas sedang (0,33–0,66) mencakup 0,41 km<sup>2</sup> atau 17%, sedangkan kelas rendah (0,00–0,33) hanya 0,36 km<sup>2</sup> atau 15%. Hal ini menegaskan bahwa sebagian besar wilayah penelitian berada pada kategori bahaya tinggi, khususnya di kawasan pesisir.

Tabel 6: Luas Genangan dan Persentase Perkelas Bahaya

Indeks Bahaya	Kelas Bahaya	Luas	Persentase
0,00 - 0,33	Rendah	0,36 km <sup>2</sup>	15%
0,33 - 0,66	Sedang	0,41 km <sup>2</sup>	17%
0,66 - 1,00	Tinggi	1,61 km <sup>2</sup>	68%



Gambar 5. Peta Bahaya Tsunami

Peta bahaya tsunami Kecamatan Manna dan sekitarnya di Kabupaten Bengkulu Selatan memperlihatkan distribusi spasial tingkat ancaman tsunami yang terbagi menjadi tiga kelas, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Hasil pemetaan menunjukkan bahwa zona bahaya tinggi ditandai dengan warna merah mendominasi hampir seluruh wilayah pesisir Samudra Hindia, terutama pada Kecamatan Kota Manna, Pasar Manna, dan Bungamas. Wilayah ini merupakan dataran rendah dekat garis pantai yang memiliki kerentanan tinggi terhadap genangan tsunami. Selain itu, keberadaan muara sungai besar di Kecamatan Pasar Manna dan Bungamas memperbesar potensi masuknya gelombang tsunami lebih jauh ke daratan, sehingga meningkatkan tingkat bahaya di kawasan tersebut.

Zona bahaya sedang ditandai dengan warna kuning teridentifikasi sebagai area transisi yang berada antara pesisir dan yang lebih tinggi. Daerah ini tersebar yang menandakan bahwa walaupun tidak sepenuhnya aman, area tersebut masih berpotensi terdampak apabila terjadi tsunami dengan ketinggian gelombang menengah hingga besar.

Sementara itu, zona bahaya rendah ditandai warna hijau terletak di bagian timur wilayah studi, terutama di daerah perbukitan dengan elevasi lebih tinggi. Kawasan ini relatif aman dari genangan tsunami sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai lokasi

evakuasi maupun sebagai zona pengembangan permukiman yang lebih tahan bencana. Di Kecamatan Manna bagian timur, kondisi topografi yang lebih tinggi menjadikan wilayah ini sebagian besar termasuk dalam kategori bahaya rendah, meskipun jalur aliran sungai besar masih dapat berfungsi sebagai jalan masuknya gelombang tsunami ke daratan.

Secara keseluruhan, hasil peta bahaya tsunami ini menjelaskan bahwa wilayah pesisir Kecamatan Kota Manna, Pasar Manna, dan Bungamas merupakan kawasan dengan tingkat bahaya tertinggi terhadap ancaman tsunami, sedangkan wilayah bagian timur yang lebih tinggi topografinya dapat berfungsi sebagai zona aman.

## Conclusion

Penelitian ini menggunakan metode *Hloss* untuk mengidentifikasi tingkat bahaya tsunami di Kecamatan Manna dan sekitarnya, Kabupaten Bengkulu Selatan, Provinsi Bengkulu. Hasil analisis menunjukkan bahwa wilayah pesisir, khususnya di Kecamatan Kota Manna, Pasar Manna, dan Bungamas didominasi oleh tingkat bahaya tsunami tinggi. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi topografi yang berupa dataran rendah serta keberadaan muara sungai yang dapat menjadi jalur masuk gelombang tsunami lebih jauh ke daratan. Zona bahaya sedang berada di antara pesisir dan yang lebih tinggi. Sedangkan, zona bahaya rendah ditemukan di bagian timur wilayah penelitian yang memiliki ketinggian lebih besar dengan lereng yang relatif curam. Analisis ini menegaskan bahwa kawasan pesisir Kabupaten Bengkulu Selatan memiliki kerentanan yang tinggi terhadap ancaman tsunami, dengan sebagian besar penduduk dan kawasan terbangun berada pada zona bahaya tinggi. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengurangan risiko bencana secara komprehensif, antara lain dengan penyediaan jalur evakuasi, penetapan zona aman di wilayah perbukitan, serta integrasi peta bahaya tsunami ke dalam rencana tata ruang dan pengelolaan wilayah pesisir

## References

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>

Amin, T. C., Kusnana, Rustandi, E., & Gafoer, S. (1993). *Peta Geologi Lembar Manna dan Enggano, Sumatera* [Peta]. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Berryman, K. (2005). *Review of tsunami hazard and risk in New Zealand*. Institute of Geological & Nuclear Sciences.

BMKG. (2025). *Katalog Gempa Bumi Merusak Tahun 1821–2024*.

BNPB. (2018). *Modul Teknis Penyusunan Kajian Risiko Bencana Tsunami*. Direktorat Pengurangan Risiko Bencana, Badan Nasional Penanggulangan Bencana.

Fachri, H. T., Yakub Malik, & Hendro Murtianto. (2022). Pemetaan Tingkat Bahaya Bencana Tsunami Menggunakan Sistem Informasi Geografis di Pesisir Kota Bengkulu. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 10(2), 166–178. <https://doi.org/10.23887/jjg.v10i2.43541>

Kultsum, U., Muhari, A., & Fuad, M. (2016). Pemetaan Daerah Kerentanan Tsunami di Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah Menggunakan Pendekatan Sistem Informasi Geografis. *B. Nababan, SM Natsir, L. Lukijanto, V. Djanat P., & S. Susilohadi (Eds.), Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan XIII ISOI*, 833–839.

Putro, B. L., Ir. Aida Sartimbul, & Andik Isdianto. (2021). *Pemetaan Kerentanan Daerah Pesisir Terhadap Bencana Tsunami Di Kabupaten Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta Dengan Pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG)* [Sarjana, Universitas Brawijaya]. <https://repository.ub.ac.id/id/eprint/188650/>

Saputri, M. A. P. (2020). *Pengaruh Karakteristik Pantai Terhadap Risiko Tsunami di Pesisir Kota Bengkulu*.

Sigit, B. (2013). *Optimalisasi Potensi Lokal Desa Rawan Bahaya Tsunami dalam Rangka Mitigasi Menuju Terwujudnya Desa Siaga Bencana Mandiri di Pesisir Provinsi Bengkulu(\*)*.

Sihombing, L. (2018). *Prediksi Daerah Genangan Dan Tingkat Kerentanan Akibat Gelombang Tsunami Di Pesisir Jember*.

Van Zuidam, R. (1983). *Guide to Geomorphologic aerial photographic interpretation and mapping. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, Enschede, The Netherlands*, 325.

Widyawati, A., Handoyo, G., & Satriadi, A. (2013). Kajian Kerentanan Bencana Tsunami Di Pesisir Kabupaten Kulon Progo Provinsi D. I. Yogyakarta. *Journal of Marine Research*, 2(2), 103–110.