

# PEMETAAN TINGKAT BAHAYA BENCANA TSUNAMI MENGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI PESISIR KOTA BENGKULU

Hana Taqiyah Fachri<sup>1</sup>\*, Yakub Malik<sup>2</sup>, Hendro Murtianto<sup>3</sup>

*Sains Informasi Geografi, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia*

## ARTICLE INFO

### Article history:

Received 14 January 2022

Received in revised form

28 July 2022

Accepted 02 August 2022

Available online 06

September 2022

### Kata Kunci:

Bencana Tsunami;

Bahaya Tsunami;

Sistem Informasi Geografi;

Kota Bengkulu

### Keywords:

Tsunami Disaster;

Tsunami Hazard;

Geographic Information

System;

Bengkulu City

## ABSTRAK

Provinsi Bengkulu merupakan daerah dengan potensi tsunami yang tinggi, khususnya di Kota Bengkulu. Hal ini disebabkan oleh letak wilayah Bengkulu yang berdiri tepat di atas kawasan subduksi Lempeng Eurasia dan Indo Australia dengan pergerakan cukup besar. Pergerakan lempeng tersebut menyebabkan Kota Bengkulu sering kali mengalami gempa bumi jenis tektonik. Menurut data historis yang tercatat, Kota Bengkulu umumnya mengalami kejadian gempa bumi dengan kekuatan di atas 7 SR yang dapat menimbulkan bahaya ikutan berupa gelombang tsunami. Tingginya potensi bencana tsunami di Kota Bengkulu nyatanya belum diiringi dengan kesiapsiagaan yang baik. Pada RPJMD Kota Bengkulu tahun 2019 – 2023, disebutkan bahwa kesiapsiagaan Kota Bengkulu dalam menghadapi bencana tsunami belum terlalu optimal. Tujuan utama dari penelitian ini adalah menganalisis tingkat bahaya tsunami di Pesisir Kota Bengkulu sebagai upaya mitigasi secara preventif. Penelitian ini dalam prosesnya menggunakan metode Sistem Informasi Geografis berupa overlay pembobotan dan skoring yang hasilnya dideskripsikan melalui pendekatan spasial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pesisir Kota Bengkulu memiliki tingkat bahaya dari rendah hingga tinggi dengan dominasi pada wilayah administrasi

kelurahan yang berada di Pesisir Kota Bengkulu dan berbatasan langsung dengan garis pantai. Secara keseluruhan, zonasi bahaya tsunami sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik Pesisir Kota Bengkulu yang memiliki ketinggian lahan rendah dan morfologi wilayah yang cukup landai. Berdasarkan hasil dan kesimpulan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diketahui implikasi dari penelitian adalah Memaksimalkan upaya pengurangan dampak negatif yang ditimbulkan akibat bencana tsunami dari segi potensi bahaya dan meningkatkan pengetahuan dan pemahaman bagi seluruh komponen yang berada pada wilayah terdampak bencana tsunami.

## ABSTRACT

*Bengkulu Province has a high tsunami potential, especially in Bengkulu City. The cause of the high potential for tsunamis is the location of the Bengkulu region which stands right above the subduction area of the Eurasian and Indo-Australian Plates with a fairly large movement. The movement of these plates causes Bengkulu City to experience tectonic earthquakes often. According to recorded historical data, Bengkulu City generally experiences earthquakes with a magnitude above 7 on the Richter Scale, which can cause secondary hazards in the form of tsunami waves. The high potential for a tsunami disaster in Bengkulu City has not been accompanied by good preparedness. In the Bengkulu City RPJMD for 2019-2023, it was stated that Bengkulu City's preparedness in dealing with the tsunami disaster was not yet optimal. The main purpose of this study is to analyze the level of tsunami hazards in the coastal city of Bengkulu as a preventive mitigation effort. This research uses the Geographic Information System method in the form of overlay weighting and scoring, the results of which are described through a spatial approach. The study results show that the coastal city of Bengkulu has a hazard level from low to high with dominance in the administrative area of the village located in the coastal city of Bengkulu and directly adjacent to the coastline. Overall, the tsunami hazard zoning is strongly influenced by the physical condition of the Bengkulu City Coast, which has a low land height and a fairly sloping morphology of the area. Based on the results and conclusions of the research that has been*

\* Corresponding author.

E-mail addresses: [hanatf@upi.edu](mailto:hanatf@upi.edu)

*carried out, it can be seen that the implications of the research are maximizing efforts to reduce the negative impacts caused by the tsunami disaster in terms of potential hazards and increasing knowledge and understanding of all components in the tsunami-affected area.*

*Copyright © Universitas Pendidikan Ganesha. All rights reserved.*

## 1. Pendahuluan

Indonesia di kancah dunia populer dengan sebutan Negara Maritim karena memiliki harta kekayaan berlimpah pada lautnya. Menurut Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi Indonesia, pada akhir tahun 2019 Indonesia tercatat memiliki 17.491 pulau. Luas perairan Indonesia mencapai dua pertiga dari seluruh luas wilayahnya. Indonesia tercatat sebagai negara nomor dua dengan kepemilikan garis pantai terpanjang di dunia. Garis pantai tersebut terbentang dari Sabang hingga Merauke dengan total panjang kurang lebih 99,123 km (Fadilla et al., 2017). Selain itu, Indonesia juga memiliki Laut Banda dan Palung Weber yang sangat dalam pada wilayahnya sehingga menjadikan Indonesia satu-satunya negara yang memiliki kondisi geologis sangat unik. Kondisi geologis unik yang dimiliki Indonesia, disebabkan oleh letak geografis wilayahnya. Indonesia mempunyai posisi ditengah dua benua yaitu Australia dan Asia, sekaligus pada tepian wilayah Indonesia terdapat Samudera Hindia dan Pasifik. Tidak hanya sampai disitu, Indonesia juga terbentuk diatas beberapa struktur lempeng aktif yakni Pasifik, Indo Australia dan Eurasia. Struktur lempeng-lempeng tersebut menyebabkan pembentukan serangkaian gunung berapi atau biasa disebut dengan *Ring of Fire* di Indonesia (Amri et al., 2018). Menjadi negara maritim dengan kondisi geologis dan geografis seperti itu, mengakibatkan wilayah Indonesia memiliki ancaman yang sangat tinggi terhadap terjadinya bencana tsunami.

Provinsi Bengkulu merupakan salah satu wilayah di Indonesia dengan potensi tsunami yang tinggi, khususnya di Kota Bengkulu. Kota Bengkulu terletak memanjang dibagian Pesisir Barat Sumatera dengan panjang pantai sekitar 525 km (Febriyanto, 2016). Secara administratif, Kota Bengkulu terbagi menjadi 9 kecamatan yang 6 diantaranya merupakan wilayah pesisir dengan posisi menghadap Samudera Hindia. Dilihat dari kondisi geologinya, wilayah Bengkulu menjadi salah satu yang berdiri tepat di atas kawasan subduksi Lempeng Eurasia dan Indo Australia, dengan pergerakan yang cukup besar 4 sampai 6 cm per tahun (Akbar et al., 2020). Bengkulu telah berulang kali mengalami kejadian tsunami walaupun dalam skala kecil. Gelombang tsunami pertama kali menerjang Bengkulu pada 18 Maret 1818 dengan kekuatan magnitude gempa sebesar 7,0 SR, disusul pada tahun 1833 tepatnya 29 Januari dan 24 November dengan gempa berkekuatan 8,2 SR. Selanjutnya tsunami kembali datang pada 21 April 1958 yang disebabkan oleh gempa berkekuatan 6,5 SR dan terakhir terjadi pada 29 September 2007 dengan kekuatan gempa sebesar 8,4 SR (BMKG, 2018). Kejadian gempa besar dan tsunami yang telah berulang kali menghampiri, menjadi bukti bahwa Bengkulu merupakan daerah rawan terhadap bencana tsunami.

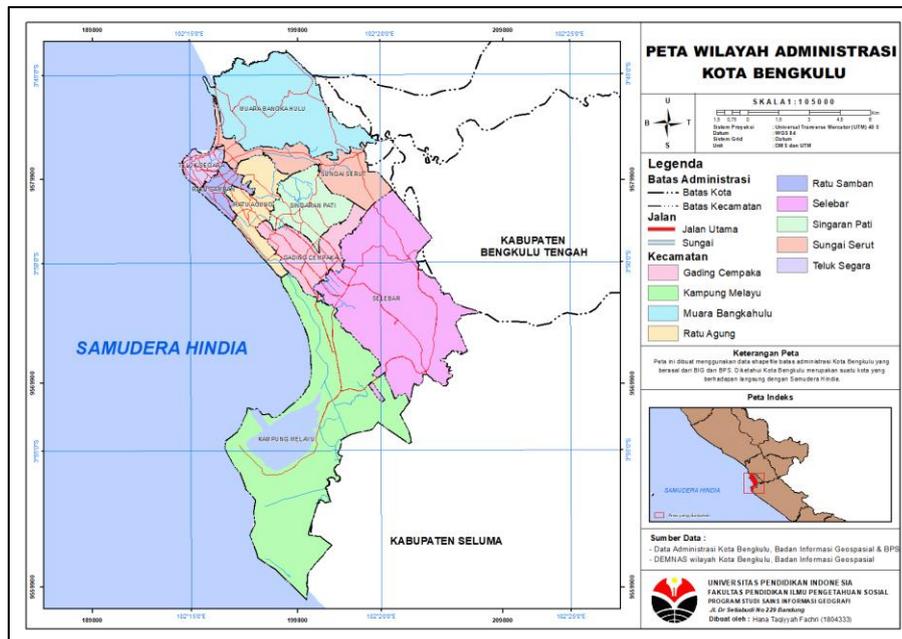
Tingginya ancaman bencana tsunami di Kota Bengkulu nyatanya belum diiringi dengan kesiapsiagaan yang baik. Pada RPJMD Kota Bengkulu tahun 2019 - 2023, disebutkan bahwa kesiapsiagaan Kota Bengkulu dalam menghadapi bencana tsunami belum terlalu optimal. Keadaan tersebut disebabkan oleh beberapa hal yaitu rendahnya pengetahuan masyarakat mengenai pencegahan dini terhadap bencana tsunami, kurangnya koordinasi antar pemerintah dan masyarakat mengenai bencana tsunami, serta tidak diperbaharuinya informasi dan data-data mengenai kebencanaan. Maka berdasarkan hal tersebut, apabila terjadi tsunami, pesisir Kota Bengkulu merupakan wilayah yang paling berdampak dan mempunyai tingkat ancaman yang tinggi. Besarnya ancaman dan kurang optimalnya kesiapsiagaan terhadap bencana tsunami di pesisir Kota Bengkulu mengharuskan adanya upaya penanganan bencana. Penanganan bencana terdiri dari beberapa tahapan yaitu mitigasi, kesiapsiagaan, respons dan pemulihan. Penanganan pada kasus wilayah rawan bencana tsunami di Kota Bengkulu harus dimulai dari tahap mitigasi secara preventif. Beberapa tindakan mitigasi secara preventif adalah penyusunan dokumen mitigasi bencana seperti pembuatan peta bahaya pada wilayah yang tergolong rawan terhadap bencana tsunami (Kultsum et al., 2016).

Pembuatan peta tingkat bahaya untuk wilayah rawan bencana tsunami dapat dirancang dengan bantuan teknologi *Geography Information System* (GIS). GIS atau dikenal juga dengan Sistem Informasi Geografi (SIG) merupakan suatu teknologi yang dapat menyatukan bermacam-macam data pada suatu lokasi tertentu, lalu menggabungkan antar data tersebut, menganalisa dan memetakan hasilnya dengan cepat. Dalam hubungannya dengan kebencanaan, Sistem Informasi Geografis digunakan untuk mengidentifikasi lebih dalam mengenai wilayah-wilayah yang termasuk rawan terjadinya bencana. Untuk menentukan hal tersebut digunakan analisis *query spatial* dan analisis tumpang susun peta melalui sistem pembobotan (Burrough, 1986). Selain itu, Sistem Informasi Geografis juga dapat menjadi media penentu yang ideal dalam menganalisis suatu permasalahan lewat data yang di-input, dalam rangka membantu proses penentuan kawasan yang rawan akan bahaya tsunami (Mardiyanto et al., 2013).

Berdasarkan uraian permasalahan mengenai ancaman bencana tsunami yang dialami Kota Bengkulu, maka peneliti bermaksud untuk menggarap penelitian dengan judul “Pemetaan Tingkat Bahaya Bencana Tsunami Menggunakan Sistem Informasi Geografis di Pesisir Kota Bengkulu”. Tujuan dilakukan penelitian adalah menganalisis tingkat bahaya tsunami di Pesisir Kota Bengkulu sebagai upaya mitigasi secara preventif sebagai bahan pertimbangan untuk pemerintah setempat.

**2. Metode**

Daerah kajian penelitian berada di Kota Bengkulu dengan total luas wilayah 151.70 Km<sup>2</sup>. Menurut letak geografisnya, Kota Bengkulu berada pada 30°45’ - 30°59’ Lintang Selatan dan 102°14’ - 102°22’ Bujur Timur. Kota Bengkulu pada cakupan daerahnya memiliki batas-batas wilayah, yaitu pada bagian barat dengan Samudera Hindia, bagian utara dengan Kabupaten Bengkulu Tengah, bagian selatan dengan Kabupaten Seluma, dan pada bagian timur yang juga berbatasan dengan Kabupaten Bengkulu Tengah.



**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Sistem Informasi Geografis (SIG) yang dideskripsikan melalui pendekatan spasial. Menurut Somantri (2021), metode Sistem Informasi Geografis sendiri ialah metode yang menggunakan media peta dengan resolusi dan skala yang berbeda untuk penelitian yang terfokus secara bertahap dan spasial. Sedangkan pendekatan keruangan (spasial) merupakan metode yang lebih menitikberatkan pada unsur-unsur unik yang ada pada ruang. Dalam pendekatan spasial, perlu diperhatikan aspek lokasi dan sebarannya. Analisis spasial memudahkan penggunaan peta atau media gambar. Analisis spasial pada dasarnya merupakan suatu analisa yang menghasilkan kajian-kajian mengenai lokasi dan

semua yang berhubungan oleh pola sebaran serta memiliki referensi geografis (Bintarto & Hadisumarno, 1979).

Tingkat bahaya tsunami pada suatu wilayah dapat diketahui dengan metode Sistem Informasi Geografis yaitu analisis overlay pembobotan dan skoring atas beberapa variabel atau parameter. Parameter tersebut adalah ketinggian, kemiringan lereng, serta jarak dari sungai dan pantai terhadap unit analisis wilayahnya. Masing-masing parameter mempunyai pengaruh terhadap tingkat bahaya tsunami yang juga berkaitan dengan kondisi fisik disuatu wilayah (Febriana, 2017). Berikut merupakan parameter-parameter yang digunakan pada penelitian.

**Tabel 1.**  
Parameter Tingkat Bahaya Tsunami

Parameter	Interval	Skor	Kelas Bahaya	Bobot	Sumber Data
Elevasi	0 – 10 m	3	Tinggi	35%	<i>Digital Elevation Models</i> (DEMNAS)
	10 – 15 m	2	Sedang		
	> 15 m	1	Rendah		
Kemiringan Lereng	0 – 3 %	5	Sangat Tinggi	25%	<i>Digital Elevation Models</i> (DEMNAS)
	3 – 8 %	4	Tinggi		
	8 – 15 %	3	Sedang		
	15 – 25 %	2	Rendah		
	> 25 %	1	Sangat Rendah		
Jarak dari Sungai	0 – 100 m	3	Tinggi	15%	Peta Jaringan Sungai
	100 – 200 m	2	Sedang		
	> 200 m	1	Rendah		
Jarak dari Garis Pantai	0 – 500 m	3	Tinggi	30%	Peta Garis Pantai
	500 – 1000 m	2	Sedang		
	1000 – 1500 m	1	Rendah		

Sumber: Modifikasi dari Faiqoh et al., (2014)

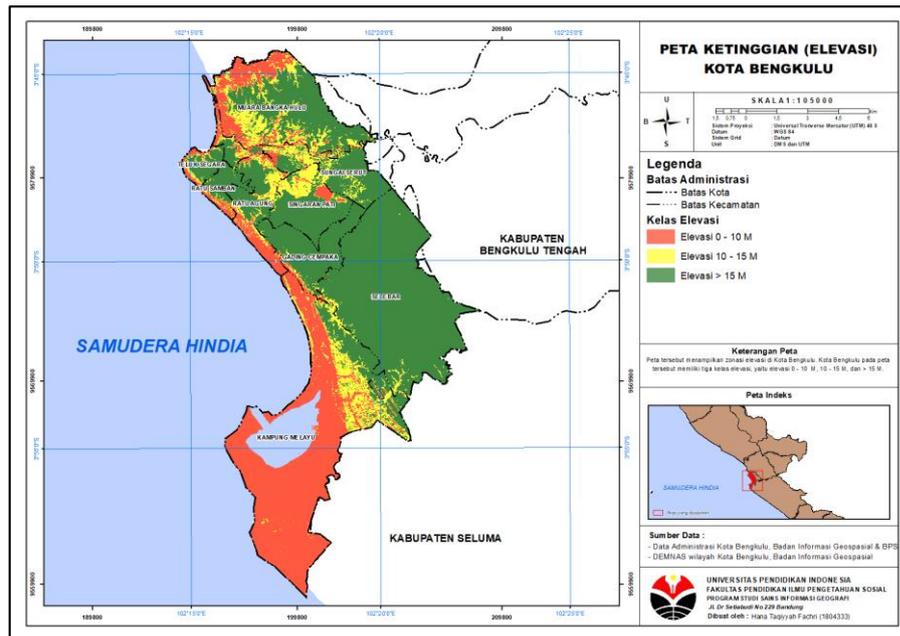
Berbagai penelitian telah dilakukan mengenai pemetaan tingkat bahaya, kerentanan, jalur evakuasi bencana tsunami menggunakan Sistem Informasi Geografis. Sri Naryanto (2019) meneliti tentang pemetaan bahaya di Pantai Utara Kabupaten Serang menggunakan beberapa parameter terkait dengan bantuan teknologi SIG. Penelitian tersebut mempunyai kesimpulan bahwa kecamatan yang terletak di Pantai Utara tergolong ke dalam kategori zona bahaya tsunami sedang sampai rendah. Fakhri dan Astrid (2019) melakukan penelitian mengenai kerentanan tsunami menggunakan SIG di permukiman pesisir Pariaman dengan hasil tiga kategori kerentanan berdasarkan karakteristik wilayah masing-masing. Dalam penelitian Aprizon dan Herdiana (2016) yang meneliti tentang penentuan tempat dan jalur evakuasi bencana tsunami di Utara Pulau Pagai menggunakan network analysis, diperoleh bahwa Tingkat bahaya tsunami pada suatu wilayah dapat diketahui dengan metode Sistem Informasi Geografis yaitu analisis lokasi yang layak dijadikan tempat evakuasi berada di atas perbukitan wilayah Utara Pulau Pagai. Dari berbagai penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, terlihat bahwa Sistem Informasi Geografis (SIG) memiliki peran penting dalam membantu serta mempermudah proses pengolahan tingkat bahaya.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### *Peta Parameter Tingkat Bahaya Tsunami di Pesisir Kota Bengkulu*

Penentuan tingkat bahaya tsunami di Pesisir Kota Bengkulu pada penelitian ini menggunakan 4 parameter utama meliputi ketinggian (elevasi), jarak dari pantai, jarak dari sungai, dan kemiringan lereng (slope). Keempat parameter tersebut akan diolah menggunakan bantuan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) yaitu analisis overlay. Berikut dijelaskan hasil temuan yang dilakukan penulis.

##### 1) Parameter Elevasi



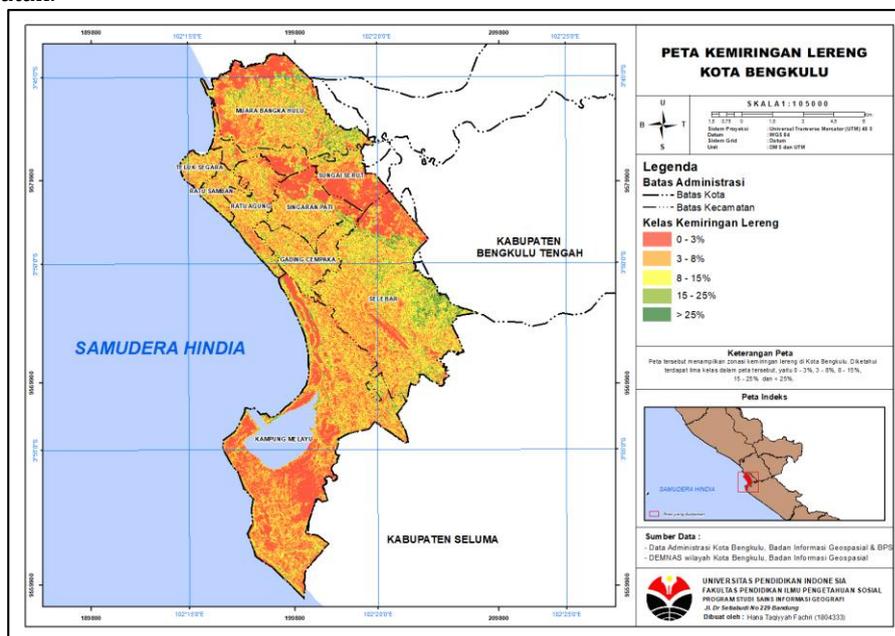
Gambar 2. Peta Elevasi Kota Bengkulu

Hasil Analisis Menunjukkan Bahwa Wilayah Di Sepanjang Garis Pantai Kota Bengkulu Didominasi Dengan Ketinggian 0 – 10 Meter, Yang Berarti Wilayah Tersebut Tergolong Zona Bahaya Tinggi Terhadap Bencana Tsunami. Sedangkan Wilayah Dengan Ketinggian >15 Meter Terdapat Pada Wilayah Bagian Timur Kota Bengkulu Yang Menjauhi Garis Tepi Pantai. Diketahui Bahwa Kecamatan Kampung Melayu Merupakan Wilayah Dengan Dominasi Zona Bahaya Tsunami Tinggi Berdasarkan Ketinggian Dengan Luasan 41,73 Km<sup>2</sup>. Sedangkan Wilayah Dengan Dominasi Zona Bahaya Tsunami Rendah Terdapat Pada Kecamatan Selebar Dengan Total Luasan 39,42 Km<sup>2</sup>. Setelah Mendapatkan Hasil Analisa Dari DEM, Penulis Juga Melakukan Melakukan Validasi (*Groundcheck*) Lapangan. Hasil Dari Validasi Lapangan Sejalan Dengan Hasil Dari Analisis DEM, Dimana Wilayah Pada Pesisir Pantai Memiliki Ketinggian 0 – 10 Meter. Selain Itu, Ditemukan Juga Persebaran Wilayah Dengan Ketinggian Tersebut Disekitar Sungai Hitam Yang Terletak Dibagian Utara Kecamatan Muara Bangkahulu Dan Sungai Serut Yang Terletak Pada Perbatasan Kecamatan Muara Bangkahulu Dan Sungai Serut.

2) Parameter Kemiringan Lereng

Dari Hasil Analisa *Digital Elevation Models* (DEM) Terlihat Bahwa Kota Bengkulu Didominasi Oleh Wilayah Datar Serta Landai Dengan Kemiringan Lereng 0 – 3% Dan 3 – 8%, Yang Berarti Wilayah Tersebut Termasuk Dalam Zona Bahaya Sangat Tinggi Dan Tinggi. Sedangkan Untuk Kemiringan Lereng >25% (Sangat Curam) Atau Wilayah Dengan Zona Bahaya Sangat Rendah Terlihat Hanya Berada Pada Bagian Timur Kota Bengkulu. Dari Perhitungan Luasan, Kampung Melayu Merupakan Kecamatan Yang Memiliki Zona Bahaya Tsunami Sangat Tinggi Dikarenakan Pada Wilayahnya Terdapat Kemiringan Lereng Datar Dan Landai. Sedangkan Selebar Merupakan Kecamatan Yang Memiliki Dominasi Kondisi Kemiringan Lereng Sangat Curam Serta Menandakan Wilayahnya Termasuk Zona Bahaya Tsunami Sangat Rendah. Hal Ini Juga Sejalan Dengan Hasil Temuan Lapangan Yang Dilakukan Oleh Penulis, Dimana Secara Keseluruhan Wilayah Pesisir Pantai Memiliki Kemiringan Lereng Datar Hingga Landai Yang Mengakibatkan Wilayah Tersebut Tergolong Zona Bahaya Tinggi. Kemiringan Lereng Dan Tingkat Bahaya Tsunami Memiliki Korelasi Yang Kuat. Dimana Ketika Suatu Wilayah Memiliki Kemiringan Lereng Yang Curam Maka Run Up Dari Gelombang Tsunami Akan Semakin Rendah Yang Diikuti Bahayanya Pun Semakin Rendah. Sebaliknya Jika Suatu Wilayah Memiliki Kemiringan Lereng Yang Datar, Maka *Run Up*

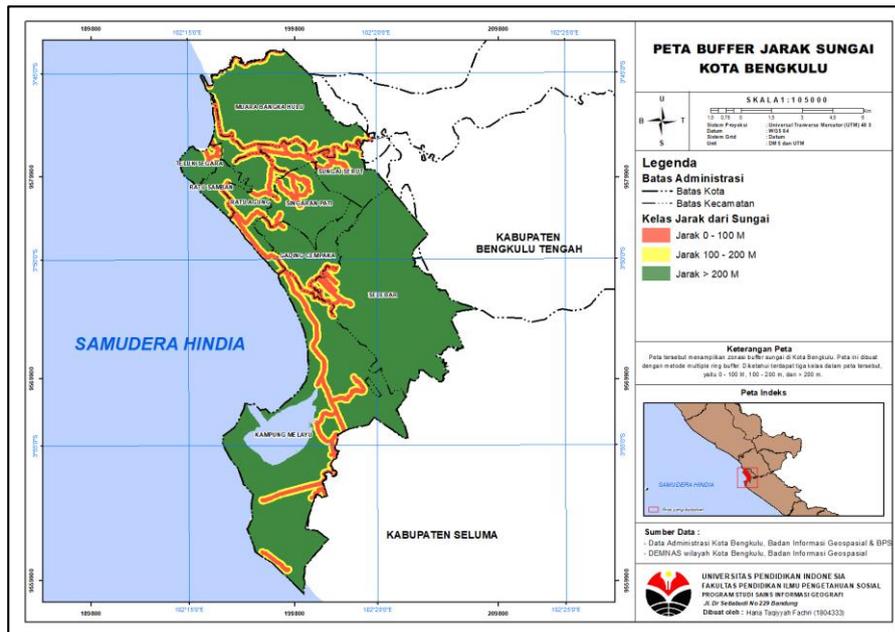
Dari Gelombang Tsunami Akan Semakin Tinggi Yang Mengakibatkan Tingkat Bahaya Tsunami Juga Tinggi. Parameter Kemiringan Lereng Dalam Cukup Mempunyai Pengaruh Yang Besar Terhadap Se jauh Mana Gelombang Tsunami Akan Membanjiri Daratan.



**Gambar 3.** Peta Kemiringan Lereng Kota Bengkulu

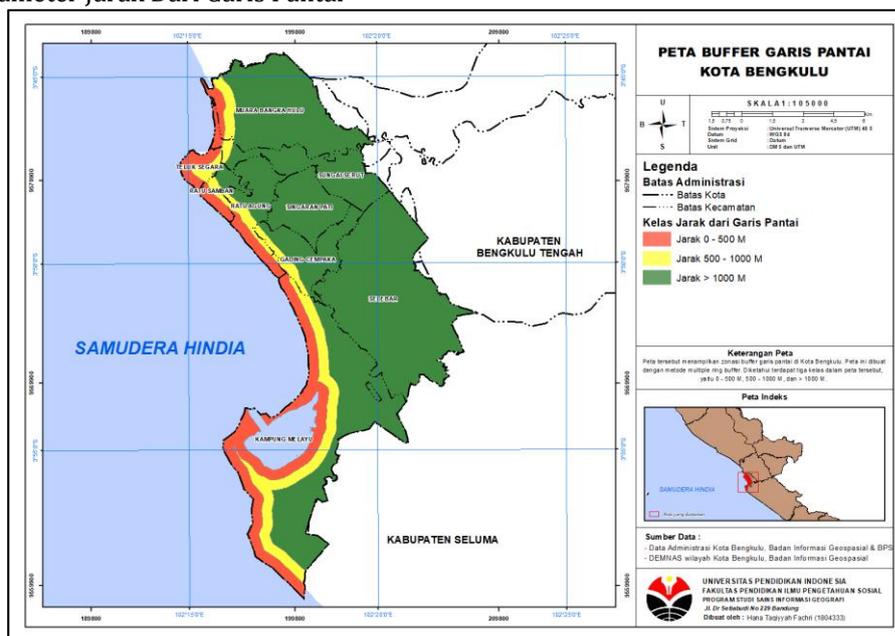
### 3) Parameter Jarak Dari Sungai

Proses Pengolahan Parameter Jarak Dari Sungai Dilakukan Menggunakan *Tool Multiring Buffering* Pada Arcgis Untuk Menghitung Jarak Dari Sungai Ke Daratan. Kota Bengkulu Diketahui Pada Wilayahnya Terdapat 3 Sungai Yang Cukup Besar Yaitu Sungai Hitam, Sungai Serut, Dan Sungai Jenggalu. Masing-Masing Dari Setiap Sungai Bermuara Pada Kecamatan Berbeda. Muara Sungai Merupakan Suatu Bagian Hilir Dari Aliran Sungai Yang Berfungsi Sebagai Pengeluaran Atau Tempat Berkumpulnya Debit Air Sungai Ke Lautan. Dari Hasil Temuan Di Lapangan, Sungai Hitam Pada Alirannya Bermuara Pada Pantai Di Kecamatan Muara Bangkahulu. Sungai Serut Terlihat Bermuara Pada Tepi Pantai Di Kecamatan Sungai Serut, Sedangkan Sungai Jenggalu Memiliki Muara Pada Pinggiran Pantai Di Kecamatan Kampung Melayu. Secara Tidak Langsung Aliran Sungai Akan Memberikan Pengaruh Negatif Terhadap Wilayah Disekitarnya, Khususnya Bagi Peningkatan Bahaya Bencana Tsunami Di Suatu Wilayah. Hal Ini Disebabkan Sungai Dapat Menjadi Tempat Berlangsungnya Aliran Air Yang Ditimbulkan Gelombang Tsunami. Kondisi Sungai Di Kota Bengkulu Yang Secara Keseluruhan Memiliki Muara Pada Pantai Akan Mengakibatkan Bertambahnya Jumlah Air Pada Sungai Ketika Bencana Tsunami Terjadi, Yang Akhirnya Menyebabkan Air Di Sungai Akan Meluap Ke Permukaan. Menurut Informasi Dari Masyarakat Yang Tinggal Disekitar Sungai, Beberapa Sungai Di Kota Bengkulu Kerap Kali Meluap Yang Kemudian Menyebabkan Banjir Ketika Hujan Dengan Intesitas Tinggi Terjadi. Lebih Lanjut, Masyarakat Juga Menyebutkan Bahwa Penyebab Banjir Terjadi Karena Adanya Aktivitas Tambang Dan Penggundulan Hutan Di Hulu Sungai, Penyempitan Badan Sungai, Dan Tingginya Sedimentasi Pada Hilir Sungai. Dari Kondisi Yang Disampaikan Oleh Masyarakat, Dapat Disimpulkan Bahwa Sungai-Sungai Di Kota Bengkulu Dapat Meningkatkan Bahaya Tsunami Bagi Wilayah Yang Berada Di Sekitar Sungai Tersebut.



Gambar 4. Peta Buffer Sungai Kota Bengkulu

4) Parameter Jarak Dari Garis Pantai



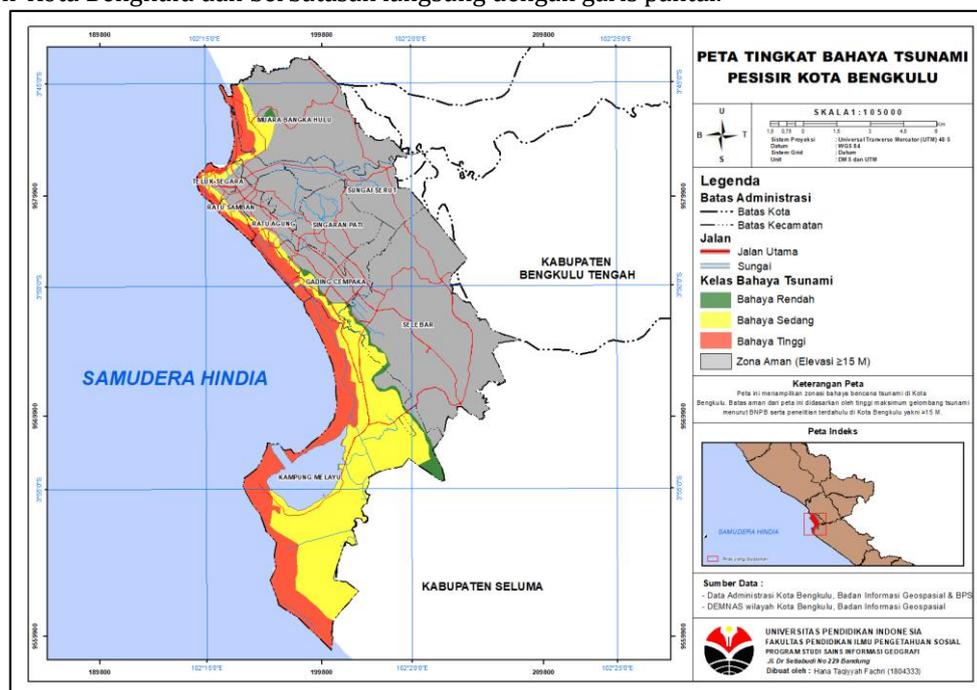
Gambar 5. Peta Buffer Garis Pantai Kota Bengkulu

Berdasarkan Parameter Peta Jarak Dari Pantai, Diketahui Bahwa Hanya 7 Kecamatan Di Kota Bengkulu Yang Memiliki Ketiga Zona Bahaya Tsunami Pada Wilayahnya. Kecamatan Tersebut Meliputi Yaitu Kecamatan Muara Bangkahulu, Sungai Serut, Teluk Segara, Ratu Samban, Ratu Agung, Dan Kampung Melayu. Sedangkan 2 Kecamatan Lainnya Yaitu Kecamatan Selebar Dan Singaran Pati Hanya Memiliki Zona Bahaya Rendah Pada Wilayahnya. Hal Tersebut Dikarenakan Letak Administrasi Kecamatan Tersebut Tidak Berada Pada Pesisir Pantai. Selanjutnya Berdasarkan Hasil Temuan Di Lapangan, Diketahui Bahwa Secara Keseluruhan Wilayah Dengan Radius 500 Meter Dari Garis Pantai Kota Bengkulu Dipadati Oleh Permukiman Penduduk Dan Aktivitas Wisata Pantai Sungai Suci, Pantai Zakat, Pantai Tapak Paderi, Pantai Panjang Serta

Pusat Perbelanjaan Bencolen Indah Mall. Berbeda Dengan Wilayah Lain, Kecamatan Kampung Melayu Dengan Radius 500 Meter Ditempati Oleh Pelabuhan Pulau Baai Dan Beberapa Kebun Milik Penduduk Sekitar. Kondisi Serupa Juga Ditemukan Pada Wilayah Dengan Radius 500 - 1000 Meter, Hanya Saja Pada Beberapa Wilayah Terlihat Permukiman Penduduk Lebih Padat. Padatnya Permukiman Dan Aktivitas Penduduk Pada Pesisir Pantai Akan Meningkatkan Bahaya Bencana Tsunami Pada Wilayah Tersebut.

### **Tingkat Bahaya Tsunami di Pesisir Kota Bengkulu**

Dari hasil analisis overlay pembobotan dan skoring keemat parameter, diketahui bahwa Pesisir Kota Bengkulu secara keseluruhan memiliki 4 kelas zona bahaya berupa bahaya rendah, bahaya sedang, bahaya tinggi, dan zona aman yang dapat dilihat pada **Gambar 6**. Kelas bahaya tinggi umumnya ditemukan pada wilayah administrasi kelurahan yang berada disepanjang Pesisir Kota Bengkulu dan berbatasan langsung dengan garis pantai.



**Gambar 6.** Peta Tingkat Bahaya Tsunami di Pesisir Kota Bengkulu

Kelas bahaya sedang terlihat mengikuti pola wilayah setelah zona bahaya tinggi dan ditemukan dominasi pada bagian selatan Kota Bengkulu. Lalu untuk kelas bahaya rendah sendiri hanya terlihat di beberapa wilayah dengan jumlah luasan paling kecil. Sedangkan zona aman dapat ditemukan pada wilayah dengan ketinggian >15 Meter. Secara lengkap mengenai luas wilayah ( $\text{Km}^2$ ) berdasarkan kelas bahaya tsunami Pesisir Kota Bengkulu disajikan pada tabel berikut.

**Tabel 2.**

Luasan Kelas Bahaya Tsunami Pesisir Kota Bengkulu

No.	Kecamatan	Kelas Bahaya Tsunami			
		Tinggi	Sedang	Rendah	Zona Aman
1.	Muara Bangkahulu	1,75	1,83	0,28	20,17
2.	Sungai Serut	0,66	0,19	0	10,49
3.	Teluk Segara	0,88	0,87	0	1,03
4.	Ratu Samban	0,74	0,55	0	1,79
5.	Ratu Agung	2,29	0,71	0	5,37
6.	Kampung Melayu	17,53	33,06	1,40	1,54
7.	Gading Cempaka	0,31	1,41	0,33	7,10
8.	Selebar	0	1,33	0,45	38,50
9.	Singaran Pati	0	0	0	9,08
Total Luasan		24,16	24,16	39,95	2,46

Sumber: Hasil Analisis (2021)

Berdasarkan **Tabel 2**, diketahui bahwa wilayah dengan kelas bahaya tsunami di Pesisir Kota Bengkulu menyentuh angka 41,18% dari total luas keseluruhan wilayah. Luas wilayah terdampak bahaya bencana tsunami adalah sebesar 66,57 Km<sup>2</sup>. Wilayah tersebut mencakup 8 kecamatan yang didalamnya terdapat 35 administrasi kelurahan. Dari tabel juga diketahui bahwa terdapat satu kecamatan saja yang tidak tergolong dalam wilayah terdampak bahaya tsunami, yaitu Kecamatan Singaran Pati. Adapun penjelesan lebih lanjut mengenai masing-masing kelas bahaya tsunami di Pesisir Kota Bengkulu sebagai berikut.

1) Kelas Bahaya Tsunami Tinggi

Kelas bahaya tsunami tinggi diketahui mempunyai luas total 24,16 Km<sup>2</sup> atau setara dengan 14,95% dari total keseluruhan wilayah. Diketahui tidak semua kecamatan di Kota Bengkulu tergolong dalam kelas bahaya tinggi tsunami. Berdasarkan hasil analisis, wilayah dengan kelas bahaya tsunami tinggi berada pada kecamatan yang berbatasan langsung dengan garis pantai yaitu Kecamatan Muara Bangkahulu, Kecamatan Sungai Serut, Kecamatan Teluk Segara, Kecamatan Ratu Samban, Kecamatan Ratu Agung, dan Kecamatan Kampung Melayu. Sedangkan dua kecamatan lain yaitu Kecamatan Selebar dan Singaran Pati tidak tergolong dalam kelas bahaya tinggi karena wilayah administrasinya memiliki jarak yang cukup jauh dari garis pantai. Hal ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa wilayah pesisir memiliki tingkat bahaya tsunami lebih tinggi dibandingkan wilayah yang berada pada daratan jauh dari pesisir pantai (Naryanto, 2019). Faktor utama yang menyebabkan daerah pesisir pantai Kota Bengkulu tergolong dalam bahaya tsunami tinggi adalah ketinggian wilayah tersebut yang berada dibawah 10 Meter. Wilayah dengan kelas bahaya tinggi juga ditandai dengan daerah yang berada dekat muara sungai dengan radius 0 – 200 Meter, kemiringan lereng datar serta dekat dengan garis pantai dalam radius 0 – 500 Meter. Jika dianalisis berdasarkan administrasi kelurahan, terdapat 26 kelurahan dari 7 kecamatan yang berada dalam kelas bahaya tsunami. Kelurahan-kelurahan tersebut antara lain ialah Kelurahan Pondok Besi, Tengah Padang, Bajak, Kampung Bali, Teluk Sepang, Sumber Jaya, Kandang, Nusa Indah, Anggut Bawah, Muara Dua, Padang Harapan, Lingkar Barat, Tanah Patah, Kebun Keling, Malabero, Kebun Beler, Lempuing, Penurunan, Sumur Meleleh, Berkas, Rawa Makmur Permai, Pasar Baru, Kampung Kelawi, Pasar Bengkulu, Beringin Raya, dan Rawa Makmur.

2) Kelas Bahaya Tsunami Sedang

Kelas bahaya yang memiliki wilayah paling luas adalah kelas bahaya sedang dengan total luasan sebesar 39,95 Km<sup>2</sup> atau setara dengan 24,72% dari luas wilayah Kota Bengkulu. Berbeda dengan wilayah dikelas bahaya tinggi, kelas bahaya sedang memiliki persebaran di 8 kecamatan Kota Bengkulu. Artinya jika dibandingkan kelas bahaya tinggi, wilayah dengan kelas bahaya tsunami sedang bertambah satu yaitu Kecamatan Selebar. Selanjutnya, wilayah dengan kelas bahaya tsunami sedang ditandai dengan daerah yang berada pada ketinggian 10 – 15 Meter, mempunyai radius jarak dari garis pantai sekitar 500 – 1000 Meter, topografi datar dan agak landai, serta radius dari jarak sungai yang cukup bervariasi. Pola persebaran bahaya tsunami sedang di Kota Bengkulu terlihat mengikuti pola bahaya tinggi, namun terdapat perbedaan pada bagian selatan tepatnya di Kecamatan Kampung Melayu. Kelas bahaya sedang terlihat melebar pada kecamatan tersebut dengan luasan 33,06 Km<sup>2</sup>. Berdasarkan analisis administrasi kelurahan, terdapat penambahan 9 kelurahan dari kelas bahaya tinggi. Kelurahan tersebut antara lain adalah Kelurahan Pasar Melintang, Kebun Roos, Pagar Dewa, Bumi Ayu, Kandang Mas, Padang Serai, Anggut Atas, Kandang Limun, dan Jitra.

3) Kelas Bahaya Tsunami Rendah

Bahaya tsunami kelas rendah memiliki luasan paling kecil yaitu sekitar 2,46 Km<sup>2</sup> setara dengan 1,52% dari total luas administrasi Kota Bengkulu. Wilayah dengan kelas bahaya rendah tersebar pada 4 kecamatan yaitu Kecamatan Muara Bangkahulu, Kecamatan Kampung Melayu, Kecamatan Gading Cempaka dan Kecamatan Selebar. Tetap sama dengan dua kelas sebelumnya, Kecamatan Singaran Pati tidak memiliki

kelas bahaya rendah dalam wilayahnya. Perlu dipehertikan, kelas bahaya rendah bencana tsunami di Kota Bengkulu belum dapat dikatakan sebagai wilayah aman dari ancaman bahaya tsunami. Hal tersebut dikarenakan pada wilayah bahaya rendah variasi topografi (ketinggian) masih terlihat yaitu pada kisaran 10 hingga 15 Meter atau lebih. Kecamatan Kampung Melayu diketahui memiliki luasan kelas bahaya rendah paling besar dengan total luasan 1,40 Km<sup>2</sup>. Wilayah dengan bahaya rendah di Kecamatan Kampung Melayu terlihat pada bagian sebelah tenggara kecamatan tersebut. Berdasarkan hasil analisis overlay peta bahaya tsunami di Pesisir Kota Bengkulu dengan administrasi kelurahan, diketahui terdapat 9 kelurahan yang tergolong dalam kelas bahaya rendah. Kelurahan tersebut antara lain ialah Kelurahan Sumber Jaya, Pagar Dewa, Bumi Ayu, Kandang Mas, Padang Serai, Padang Harapan, Lingkar Barat, Beringin Raya dan Kandan Limun.

#### 4) Kelas Zona Aman Tsunami

Zona aman bahaya tsunami memiliki luasan sebesar 95,07 Km<sup>2</sup> atau setara dengan 58% dari total luas wilayah Kota Bengkulu. Zona aman pada peta bahaya tsunami pesisir Kota Bengkulu ditentukan dengan cara mendeliniasi batas maksimum ketinggian gelombang tsunami yaitu  $\geq 15$  Meter. Deliniasi batas aman bahaya tsunami dilakukan berdasarkan kesimpulan dari berbagai sumber yang telah dikumpulkan penulis mengenai historis ataupun prediksi ketinggian gelombang tsunami di Kota Bengkulu. Dari hasil deliniasi batas aman bahaya tsunami, diketahui persebaran zona aman terlihat rata disetiap administrasi kecamatan termasuk Kecamatan Singaran Pati. Selain itu, dapat diketahui bahwa, Kecamatan Selebar menjadi kecamatan dengan predikat paling aman karena memiliki luasan zona aman yang paling luas yaitu sebesar 38,50 Km<sup>2</sup>. Hal tersebut secara tidak langsung mempengaruhi tingkat kepadatan penduduk dan harga lahan di Kecamatan Selebar yang selalu meningkat tiap tahunnya. Jika dilihat berdasarkan administrasi kelurahan, terdapat 32 kelurahan yang tergolong dalam zona aman bahaya tsunami di Pesisir Kota Bengkulu.

Selain parameter-parameter utama yang menentukan kelas bahaya tsunami, terdapat pengaruh lain yang dapat meningkatkan bahaya tsunami di suatu daerah yaitu morfologi atau karakteristik pantai. Pesisir Kota Bengkulu merupakan wilayah pantai yang terletak dibagian barat dengan posisi menghadap langsung pada Samudera Hindia. Jika dilihat dari kondisi pantainya, pantai Kota Bengkulu tergolong pantai berpasir dengan kedalaman yang cukup landai. Menurut hasil temuan lapangan, terdapat beberapa muara sungai yang penulis nilai dapat meningkatkan bahaya tsunami. Hal ini sesuai dengan penelitian Andisolina & Saputri (2020) yang menyebutkan bahwa wilayah pesisir Kota Bengkulu terdiri atas muara Sungai Bangkahulu, Sungai Jenggalu serta Sungai Hitam yang membahayakan pemukiman karena muara sungai dapat mempengaruhi tingkat bahaya tsunami.

Lebih lanjut, penulis juga menemukan fakta dimana wilayah sepanjang pesisir Kota Bengkulu tidak mempunyai bukit-bukit atau penghalang (*barrier*) yang dapat menahan laju tsunami. Sehingga apabila bencana tsunami terjadi, kedatangan gelombang tsunami akan lebih cepat sampai ke permukiman dikawasan pesisir Kota Bengkulu. Selain terdapat muara sungai dan tidak memiliki *barrier* pada sepanjang pesisir pantainya, bahaya tsunami di Pesisir Kota Bengkulu juga diperburuk oleh kehadiran teluk pada wilayah administrasi Teluk Segara dan Teluk Sepang.



a) Teluk di Kecamatan Teluk Segara

b) Teluk di Kelurahan Teluk Sepang

**Gambar 7.** Kondisi Teluk di Kota Bengkulu

Sumber: Google Earth (2021)

Menurut Harlianto et al., (2016) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa keberadaan teluk akan mengakibatkan ketinggian gelombang tsunami bertambah atau naik sebesar 1,5 – 2 lipat dengan penguatan gelombang tsunami dalam persenan 50% sampai 200%. Hal tersebut dapat terjadi karena tsunami yang menerjang kawasan teluk akan menyempit dan menyebabkan peningkatan massa air serta energi suatu gelombang tsunami (Triatmadja, 2010). Berbeda dengan kawasan pantai yang mempunyai teluk, kawasan pantai dengan morfologi lurus dan memanjang akan menghasilkan gelombang tsunami dengan massa air menyebar ke segala arah kawasan pesisir pantai, sehingga run up yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan pantai yang memiliki teluk (Yudhicara & Robiana, 2016).

#### 4. Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian yang telah dijabarkan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut. (1) Tingkat bahaya tsunami di Pesisir Kota Bengkulu terdiri dari tiga kelas yaitu zona bahaya tinggi, sedang, dan rendah. Selain itu terdapat zona aman dengan artian wilayah tersebut tidak akan terdampak oleh bahaya tsunami. (2) Kelas bahaya tinggi umumnya ditemukan pada wilayah administrasi kelurahan yang berada disepanjang Pesisir Kota Bengkulu dan berbatasan langsung dengan garis pantai. Kelas bahaya sedang terlihat mengikuti pola wilayah setelah zona bahaya tinggi dan ditemukan dominasi pada bagian selatan Kota Bengkulu. Lalu untuk kelas bahaya rendah hanya terlihat di beberapa wilayah dengan jumlah luasan paling kecil. Sedangkan zona aman dapat ditemukan pada wilayah dengan ketinggian >15 Meter. Secara total terdapat 35 administrasi kelurahan yang berada pada zona bahaya tsunami. (3) Hasil pemetaan tingkat bahaya pada penelitian ini sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik Pesisir Kota Bengkulu. Umumnya kondisi fisik Pesisir Kota Bengkulu memiliki ketinggian lahan rendah dan morfologi wilayah yang cukup landai.

Berdasarkan kesimpulan diuraikan, maka penulis dapat merekomendasi beberapa saran penting, yaitu sebagai berikut. (1) Bagi masyarakat, harus meningkatkan kewaspadaan terhadap ancaman bencana tsunami dengan cara mengenal wilayah-wilayah yang tergolong dalam bahaya tsunami maupun wilayah dengan zona aman tsunami. (2) Bagi pemerintah, diharapkan dapat bekerjasama lebih baik dalam mengurangi dampak negatif bencana tsunami. Pemerintah sebaiknya dapat mengkaji lebih lanjut perihal hasil zonasi bahaya tsunami yang dihasilkan penulis untuk memperkaya analisis sebelum menentukan kebijakan yang akan diputuskan terkait upaya menurunkan risiko bencana tsunami di pesisir Kota Bengkulu. (3) Bagi peneliti selanjutnya, diharapkan dapat melakukan penelitian serupa dengan pengolahan menggunakan data terbaru dan parameter yang lebih lengkap, seperti menambahkan parameter kekasaran permukaan karena dinilai dapat menghambat laju dari gelombang tsunami. Selain itu disarankan untuk menyesuaikan parameter dengan kondisi wilayah penelitian agar hasil yang diperoleh sesuai dengan fakta di lapangan.

#### Daftar Rujukan

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>

- Amri, M. R., Yulianti, G., Yunus, R., Wiguna, S., W. Adi, A., Ichwana, A. N., & Randongkir, R. T. (2018). Rbi (Risiko Bencana Indonesia). In *Bnpb Direktorat Pengurangan Risiko Bencana* (Vol. 9, Issue 3).
- Andisolina, M., & Saputri, P. (2020). Pengaruh Karakteristik Pantai Terhadap Risiko Tsunami di Pesisir Kota Bengkulu. Universitas Bengkulu.
- Bintarto, R., & Hadisumarno, S. (1979). Metode Analisa Geografi. LP3ES.
- BMKG. (2018). Katalog Tsunami Indonesia Tahun 416-2018. <https://cdn.bmkg.go.id/Web/Katalog-Tsunami-Indonesia-pertahun-416-2018.pdf>.
- Burrough, P. A. (1986). Principles Of Geographical Information Systems for Land Resource6 Assessment Palaeosols, Their Recognition and Interpretation. *Journal of Quaternary Science*, Oxford University Press, 108.
- Fadilla, L., Subiyanto, S., & Suprayogi, A. (2017). Analisis Arah dan Prediksi Persebaran Fisik Wilayah Kota Semarang Tahun 2029 Menggunakan Sistem Informasi Geografis Dan CA Markov Model. *Jurnal Geodesi Undip*, 6, 517–525.
- Faiqoh, I., Gaol, J. L., & Ling, M. M. (2014). Vulnerability Level Map of Tsunami Disaster in Pangandaran Beach, West Java. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences (IJReSES)*, 10(2), 90–103. <https://doi.org/10.30536/j.ijreses.2013.v10.a1848>
- Febriana, A. F. (2017). Analisis Kerentanan Wilayah Pesisir Kabupaten Blitar Terhadap Bencana Tsunami Melalui Pendekatan Sistem Informasi Geografi. Malang: Universitas Brawijaya.
- Febriyanto, A. (2016). Studi Risiko dan Jalur Evakuasi Bencana Gempa Tsunami di Kawasan Pantai Panjang Kota Bengkulu. Malang: Universitas Brawijaya.
- Hadi, F., & Damayanti, A. (2019). Mapping Vulnerability Level Of Tsunami Disaster In Coastal Villages of Pariaman City, West Sumatera. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 311(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/311/1/012024>
- Harlianto, B., Suwarsono, & Supiyati. (2016). Bahaya Penguatan Gelombang Tsunami Akibat Cekungan Teluk Sungai Serut Untuk Mitigasi Penduduk Kelurahan Pasar Bengkulu dan Pondok Besi Kota Bengkulu. *Seminar Nasional II Pengelolaan Pesisir Dan Daerah Aliran Sungai*, 159–166.
- Kultsum, U., Muhari, A., & Fuad, Z. (2016). Pemetaan Daerah Kerentanan Tsunami Di Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah Menggunakan Pendekatan Sistem Informasi. *Pertemuan Ilmiah Nasional XIII ISOI 2016*, December 2016, 833–839.
- Mardiyanto, B., Rochaddi, B., & Helmi, M. (2013). Kajian Kerentanan Tsunami Menggunakan Metode Sistem Informasi Geografi. 2, 103–111.
- Naryanto, H. S. (2019). Analisis Bahaya, Kerentanan Dan Risiko Bencana Tsunami Di Provinsi Papua Barat. *Jurnal Alami: Jurnal Teknologi Reduksi Risiko Bencana*, 3(1), 10. <https://doi.org/10.29122/alami.v3i1.3399>
- Putra, A., & Mutmainah, H. (2016). The Mapping of Temporary Evacuation Site (TES) and Tsunami Evacuation Route in North Pagai Island, Mentawai Islands Regency-Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 47, No. 1, p. 012020). IOP Publishing.
- Suharyanto, A., Pujiraharjo, A., Usman, F., Murakami, K., & Deguchi, C. (2012). Predicting Tsunami Inundated Area and Evacuation Road Based on Local Condition Using GIS. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 1(4), 05–11. <https://doi.org/10.9790/2402-0140511>
- Somantri, L. (2021). Sains Informasi Geografi: Sebuah Pengantar Keilmuan, Kompetensi, dan Dunia Kerja. CV. Jendela Hasanah

Triatmadja, R. (2010). *Tsunami: Kejadian, Penjalaran, Daya rusak, dan Mitigasinya*. Gadjah Mada University Press.

Yudhicara, Y., & Robiana, R. (2016). The Influence of Coastal Conditions to Tsunami Inundation of Bima Bay, West Nusa Tenggara. *Bulletin of the Marine Geology*, 29(1), 29. <https://doi.org/10.32693/bomg.29.1.2014.63>