

**PEMETAAN JALUR EVAKUASI TSUNAMI DI KOTA  
BENGKULU BERBASIS ARCGIS HUB***Mapping of Tsunami Evacuation Path In Bengkulu City Based On Arcgis Hub*Yehezkiel Santoso<sup>1</sup>, Hanna Prillysca Chernovita<sup>2</sup><sup>1,2</sup>Program Studi Sistem Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana, Indonesia  
Email Korespondensi: yehezkielbae@gmail.com

Received: 3/10/2022 | Revised: 15/11/2022 | Accepted: 13/12/2022

DOI: <http://dx.doi.org/10.31314/jsig.v5i2.1706>

**Abstract** – Bengkulu city is an area facing the Indo-Australian tectonic plate, resulting in frequent earthquakes above 5 on the Richter scale and triggering the potential for a tsunami. This research was conducted in 9 sub-districts of Bengkulu City and aimed to design a geographic information system for pre-disaster mitigation that provides a visual form of tsunami exposure and allows users to carry out analysis independently route point locations to evacuation sites. The method used is overlaying and scoring the map of distance from the coastline, distance from the river, elevation and slope, so as to obtain an exposure map that can be used as a reference in conducting network analyst closet facility. The data that has been analyzed is then uploaded to ArcGIS Online to be customized and configured as WebGIS. The results showed that there were 7 sub-districts that had high levels of exposure and had routed 58 incident points to 17 temporary evacuation sites.

**Keywords:** network analyst, tsunami, webgis, mitigation, arcgis hub

**Abstrak** – Kota Bengkulu memiliki wilayah yang berhadapan dengan lempeng tektonik Indo-Australia, mengakibatkan kerap terjadinya bencana gempa diatas 5 skala richter dan memicu potensi tsunami. Penelitian ini dilakukan di 9 kecamatan Kota Bengkulu dan bertujuan merancang sebuah sistem informasi geografis mitigasi pra bencana yang memberikan bentuk visual keterpaparan tsunami serta penggunaanya dapat melakukan analisis secara mandiri merutekan titik lokasi menuju tempat evakuasi. Metode yang digunakan yaitu overlay dan skoring terhadap peta jarak dari garis pantai, jarak dari sungai, ketinggian dan kemiringan lereng, sehingga mendapatkan peta keterpaparan yang dapat dijadikan acuan dalam melakukan network analyst closet facility. Data yang telah dianalisis kemudian diunggah kedalam ArcGIS Online untuk dikustomisasi dan dikonfigurasi menjadi WebGIS. Hasil penelitian menampilkan terdapat 7 kecamatan yang memiliki tingkat keterpaparan tinggi serta telah merutekan 58 titik kejadian menuju ke 17 tempat evakuasi sementara.

**Kata kunci:** network analyst, tsunami, webgis, mitigasi, arcgis hub

## PENDAHULUAN

Bengkulu merupakan salah satu dari 34 provinsi di Indonesia yang masuk dalam kawasan rawan tsunami (Yunus et al., 2019) dan berdekatan dengan zona lempeng tektonik Indo-Australia (Akbar et al., 2020). Beberapa catatan sejarah mencatat bahwa Bengkulu pernah dilanda gempa 8,4 dan 9,0 skala *Richter* beserta tsunami pada tahun 1797 dan 1833 (Bramasta, 2020). Berdasarkan data dari laman [www.bmkg.go.id](http://www.bmkg.go.id) pada rentang tahun 2000-2021 gempa dengan skala magnitudo diatas 5 *richter* sering melanda daerah ini. Gempa dan tsunami merupakan bencana alam yang saling berkaitan dimana tsunami dapat terpicu ketika terjadinya gempa tektonik atau meletusnya gunung api bawah laut (Marwanta, 2005) sehingga lempeng bumi bergerak secara konvergen atau sesar yang menimbulkan retakan, lipatan, lekukan, patahan sehingga mengakibatkan naik atau turunnya permukaan laut. Menurut Jokowiarno (2011) gempa tektonik menyumbang sekitar 85 % dalam membangkitkan bencana tsunami.

Melihat intensitas gempa yang terjadi, pemerintah pusat, daerah, dan masyarakat seharusnya sudah mempersiapkan dalam memitigasi dan bersiaga menghadapi bencana yang akan datang. Pemetaan jalur evakuasi tsunami merupakan salah satu bentuk usaha mitigasi pra bencana yang dapat meminimalisir dampak negatif dari bencana tsunami. Mitigasi pra bencana adalah upaya dalam memberikan informasi dan pemahaman kepada masyarakat tentang cara memperkecil risiko bencana, sehingga masyarakat memiliki kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana (Noor, 2014). Dalam melakukan pemetaan, teknologi sistem informasi geografis sangat dibutuhkan untuk melakukan perencanaan, pengelolaan, pemantauan dan pengambilan keputusan. Menurut Irwansyah (2013) sistem informasi geografis (SIG) adalah sebuah sistem informasi yang mengelola data yang bersifat keruangan (spasial) yang didesain untuk menangkap, menganalisa, memanipulasi, mengatur dan menampilkan seluruh data yang mengandung data geografis. SIG bisa disimpulkan sebagai gabungan kartografi, analisis statistik dan teknologi sistem basis data.

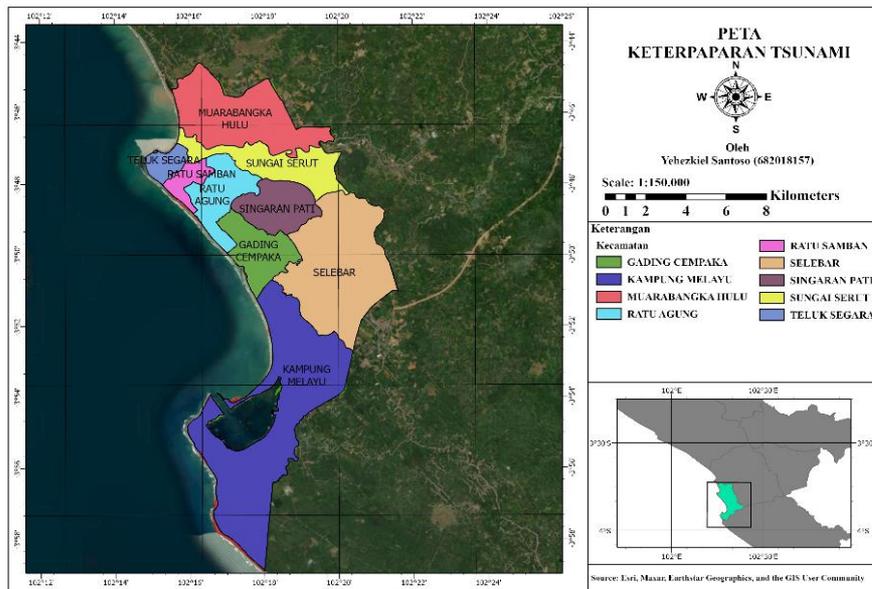
Penelitian terhadap mitigasi tsunami di Bengkulu telah beberapa kali dikaji seperti, perancangan zonasi bahaya tsunami (Fauzi et al., 2014), evaluasi rute evakuasi tsunami (Triatmadja & Nasution, 2014), studi resiko kebencanaan tsunami (Febriyanto et al, 2016) namun dalam kajian tersebut belum adanya sebuah sistem informasi yang penggunaanya dapat menjelajahi secara detail bentuk keterpaparan tsunami, sehingga untuk mendukung upaya mitigasi pra bencana tsunami peneliti memanfaatkan *ArcGIS Hub* sebagai media publikasi yang dapat diakses secara online. *ArcGIS Hub* merupakan salah satu layanan dari *ArcGIS Online* yang dikembangkan oleh *Environmental Science and Research Institute* atau disingkat ESRI (Siregar, 2014).

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini bertujuan untuk membuat *website* SIG berbasis *ArcGIS Hub* yang dapat memberikan informasi dan menampilkan secara visual bentuk tingkat keterpaparan tsunami pada kesembilan kecamatan Kota Bengkulu yang berlandaskan 4 faktor yaitu, jarak dari garis pantai, jarak dari sungai, ketinggian wilayah, dan kemiringan lereng (*slope*). Metode *network analyst* digunakan untuk memetakan jalur lokasi-lokasi evakuasi terbaik guna mengevakuasi warga, seperti titik evakuasi terdekat, bangunan evakuasi sementara, dan titik daerah aman dari tsunami yaitu dataran tinggi.

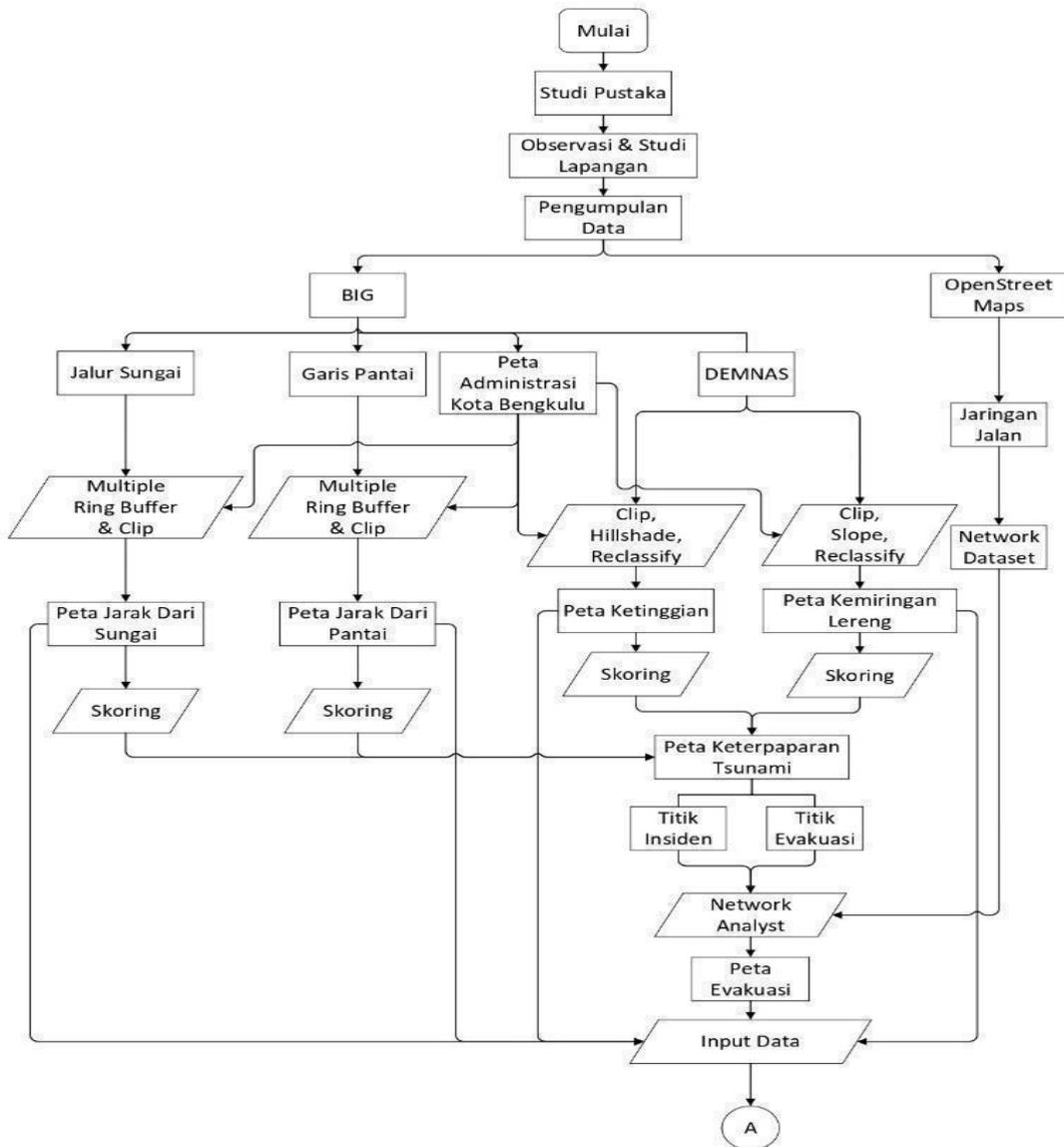
## METODE DAN DATA

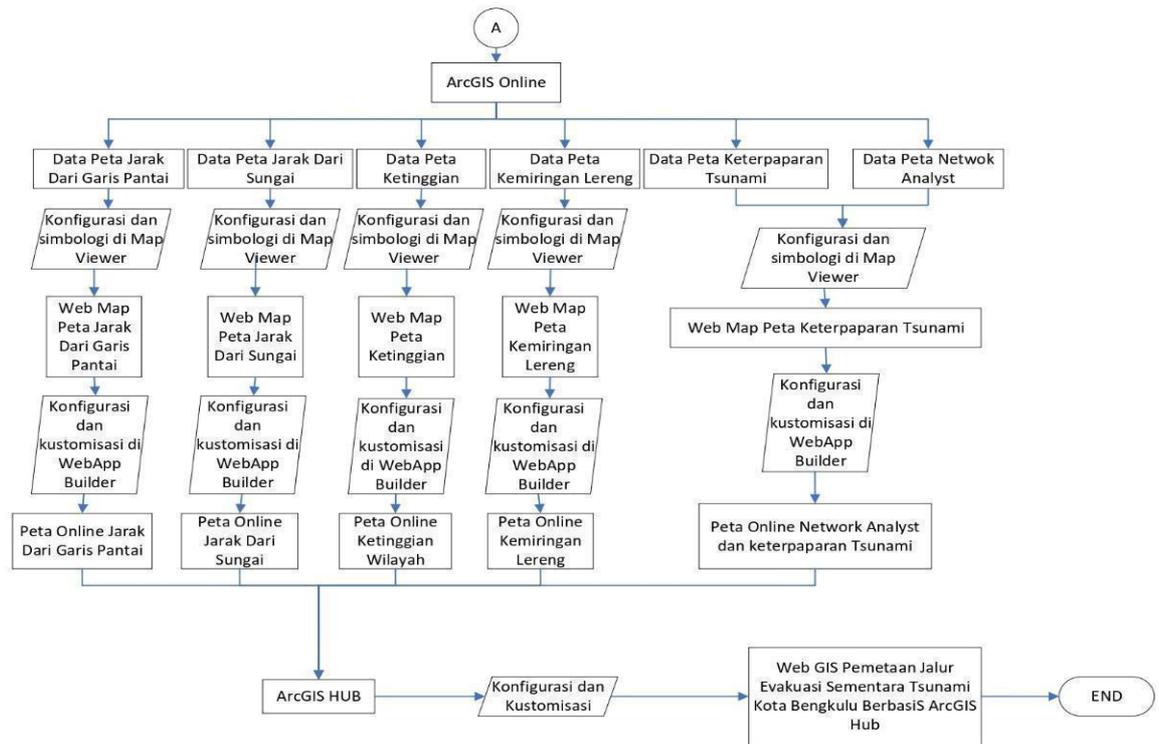
### Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di sembilan wilayah kecamatan Kota Bengkulu yang berada pada koordinat 3°43' – 3°57' LS dan 102°14' -102°21' BT yang meliputi kecamatan Gading Cempaka, Kampung Melayu, Muara Bangkahulu, Ratu Agung, Ratu Samban, Singaran Pati, Selebar, Sungai Serut, dan Teluk Segara. Peta lokasi penelitian sebagaimana disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian





Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Penelitian diawali dengan melakukan pendekatan studi literatur yaitu mencari data dan informasi pendukung melalui penelitian-penelitian sebelumnya baik dalam buku, jurnal, artikel ilmiah dan lain-lain yang berhubungan dengan penelitian ini. Kemudian penelitian dilanjutkan dengan mengobservasi dan studi lapangan untuk melihat keadaan secara nyata di lokasi studi kasus sehingga hasil observasi dapat digunakan sebagai pembandingan terhadap data yang sudah didapatkan dari studi pustaka. Diagram alir penelitian selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 2. Dalam mengobservasi peneliti juga menggunakan *software Google Earth* sebagai alat untuk mempermudah dalam mengobservasi sebuah wilayah Kota Bengkulu.

Berikut ini merupakan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian sistem informasi geografis pemetaan jalur evakuasi tsunami kota Bengkulu berbasis *ArcGIS Hub*, seperti tersaji pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Data yang digunakan

No	Data	Sumber	Jenis Data
1	Peta Batas Administrasi Kota Bengkulu	Badan Informasi Geospasial (BIG)	Vektor
2	Peta Jaringan Sungai	Badan Informasi Geospasial (BIG)	Vektor
3	Garis Pantai	Badan Informasi Geospasial (BIG)	Vektor
4	DEMNAS	Badan Informasi Geospasial (BIG)	Raster
5	Peta Jaringan Jalan	<i>OpenStreetMap</i>	Vektor
6	Titik Insiden	<i>Google Earth</i>	Vektor
7	Tempat Evakuasi Sementara	<i>Google Earth</i>	Vektor

Tabel 2. Spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak

Perangkat Keras	Perangkat Lunak
<i>Laptop i7-8550U, RAM 16 GB, NVIDIA MX130 2GB</i>	<i>ArcGIS Pro 2.5 (Desktop)</i>
<i>Mouse</i>	<i>ArcGIS Online</i>
	<i>Google Earth</i>
	<i>Browser</i>
	<i>Microsoft Office 2019</i>

**Metode****Peta Kerentanan Tsunami**

Penelitian menggunakan metode *overlay* atau tumpang susun terhadap peta-peta grafis yang memiliki data atau informasi sehingga menghasilkan peta jarak dari pantai, peta jarak dari sungai, peta ketinggian dan peta kemiringan lereng. Selanjutnya peta-peta yang telah di *overlay* kemudian dimasukkan data dan diklasifikasi sesuai dengan metode pada Tabel 3 dimana proses ini dilakukan untuk mengukur tingkatan bahaya terpapar tsunami.

Proses akhir dari pemetaan ini adalah dengan cara menggabungkan keempat peta menjadi satu peta yaitu peta keterpaparan tsunami yang didalamnya telah memiliki data/informasi spasial dan nilai bobot skoring. Peta keterpaparan akan dikategorikan menjadi 3 kelas ancaman yaitu, pertama 'aman' berarti tidak akan terdampak, 'rendah' berarti kecil kemungkinan terdampak, dan 'terpapar' yang artinya memiliki sedang-tinggi kemungkinan terpapar tsunami. Data-data yang telah diskoring dapat digunakan sebagai acuan untuk mengukur ketinggian aman dari tsunami dan jarak aman dari keterpaparan tsunami, sehingga semakin tinggi nilai bobot semakin tinggi pula tingkat ancamannya.

**Tabel 3.** Proses skoring kerentanan pesisir terhadap bencana tsunami

No	Parameter	Kelas	Skor	Bobot
1	Jarak dari garis pantai	0-500m	5	30
		500-1000m	4	
		1000-1500m	3	
		1500-3000m	2	
		> 3000m	1	
2	Jarak dari sungai	0-100m	5	15
		100-200m	4	
		200m-300m	3	
		300m-500m	2	
		> 500m	1	
3	Kemiringan lereng	0-2 %	5	25
		2-5%	4	
		5-15%	3	
		15-40%	2	
4	Ketinggian wilayah	> 40%	1	30
		0-10mdpl	5	
		10-25mdpl	4	
		25-50mdpl	3	
		50-100mdpl	2	
		100-350mdpl	1	

(Sumber : Modifikasi Faiqoh et al., 2013)

**Network Analyst**

*Network analysis* merupakan salah satu metode analisis terhadap jaringan jalan yang memanfaatkan berbagai data spasial dalam mencari sebuah solusi, serta dapat menganalisa serta mencari rute terdekat, jalur terdekat, waktu tercepat, dan sebagainya (Sari et al., 2014). Faktor penting dalam melakukan metode *network analyst* adalah memiliki basis data yang lengkap dan akurat. Basis data yang digunakan dalam *network analyst* ialah *network dataset*. Basis data ini merupakan kumpulan data jaringan jalan yang didalamnya memiliki informasi seperti, nama jalan, kecepatan berlari/berkendara, panjang/lebar jalan, tikungan, perpotongan jalan, dan lain-lain sehingga semakin lengkap data yang dimiliki semakin lengkap dan akurat pula skenario yang dijalankan.

Pada proses ini peneliti menggunakan peta jaringan jalan yang sudah didapatkan kemudian melakukan pemotongan (*clip*) menyesuaikan bentuk dari batas administrasi Kota Bengkulu dan kemudian jaringan jalan yang telah dipotong diolah menjadi *network dataset*. Peneliti menggunakan 2 mode skenario perjalanan, yang pertama adalah dengan mode berlari yang dimana mode ini memiliki kecepatan berlari maksimal 10 km/jam dan skenario yang kedua adalah berkendara dimana memiliki kecepatan 40 km/jam serta melakukan konfigurasi terhadap

network dataset dan disesuaikan dengan skenario yang diinginkan. Pada langkah akhir peneliti menggunakan skenario 58 titik insiden yang diambil dari perempatan dan pertigaan jalan pada wilayah yang terpapar tsunami serta dengan 17 tempat evakuasi sementara.

**WebGIS ArcGIS Hub**

WebGIS adalah sebuah aplikasi SIG yang berbasis website yang dimana sistem WebGIS dapat saling terintegrasi satu sama lain dan memiliki fitur yang mendukung dalam melakukan analisis data yang dapat diakses secara bebas melalui internet (Geosriwijaya, 2018). WebGIS terdiri dari server dan klien dan dalam pengoperasiannya server berperan sebagai pusat penampung klien yang datanya terintegrasi sehingga klien dapat mencari informasi-informasi yang diperlukan.

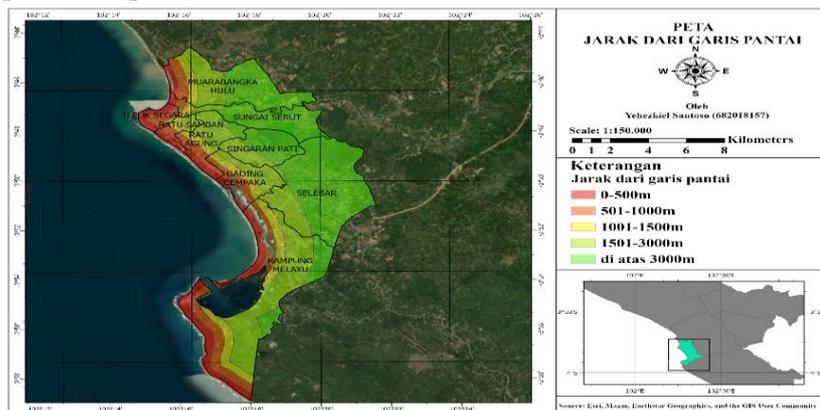
Data-data hasil penelitian yang sudah diolah melalui software ArcGIS Pro kemudian di unggah ke dalam ArcGIS Online. Pada proses ini data-data yang sudah diunggah akan konfigurasi dan di simbologi menggunakan Map Viewer ArcGIS Online. Data-data yang sudah selesai selanjutnya di overlay kedalam Web Map agar peta dapat diakses menggunakan internet. Peta-peta yang berwujud web map akan dimasukkan dan dikustomisasi ke dalam Web AppBuilder dan ditambahkan beberapa widget guna mempermudah dalam mengoperasikan Peta Online.

Pada tahap akhir peta-peta yang sudah di kustomisasi, di konfigurasi dan dapat diakses melalui internet kemudian ditautkan ke dalam ArcGIS Hub agar dapat menjadi sebuah WebGIS yang dapat memberikan informasi mitigasi terkait tingkat keterpaparan tsunami, jalur evakuasi, dan tempat evakuasi sementara.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Peta Jarak Dari Garis Pantai**

Berdasarkan Gambar 4 penelitian ini menggunakan peta administrasi wilayah Kota Bengkulu yang telah di buffering dengan garis pantai sehingga membentuk poligon zona jarak 0-500m, 501-1000m, 1001-1500m, 1501m-3000m, dan di atas 3000m. Setelah mendapatkan zona jarak, peta diolah menjadi lima kategori kelas yaitu sangat dekat, dekat, sedang, jauh, dan sangat jauh. Proses skoring dilakukan untuk menilai tingkat bahaya yang diukur dari garis pantai dan hasil dari analisis jarak dari garis pantai menunjukkan bahwa wilayah yang cukup dekat dengan garis pantai memiliki kerentanan tertinggi terpapar tsunami. Nilai skoring dan bobot setiap parameter dapat dilihat pada Tabel 4.



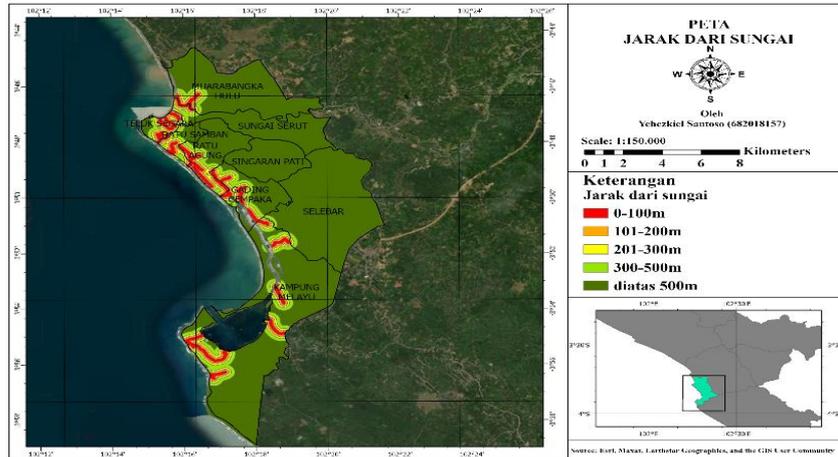
**Gambar 4.** Peta Jarak Dari Garis Pantai

**Tabel 4.** Nilai skoring jarak dari garis pantai

No	Kelas GP	Jarak GP	Luas Area (km <sup>2</sup> )	Skor GP	Bobot GP	Nilai JDGP
1	Sangat Dekat	0-500m	14,35052	5	30	150
2	Dekat	501-1000m	12,844275	4	30	120
3	Sedang	1001-1500m	13,05740099	3	30	90
4	Jauh	1501-3000m	37,65862847	2	30	60
5	Sangat Jauh	> 3000m	54,878039	1	30	30

**Peta jarak dari sungai**

Peta jarak dari sungai dapat dilihat pada Gambar 5 sama dengan peta jarak dari garis pantai. Pembuatan peta jarak dari sungai dilakukan dengan cara *buffer* pada jaringan sungai yang terhubung dengan lautan sehingga membentuk poligon zona jarak dan selanjutnya diklasifikasikan menjadi lima kategori kelas jarak dari sungai yaitu, sangat dekat (0-100), dekat (101-200m), sedang (201-300m), jauh (301-500m), dan jauh (> 500m). Dengan demikian, area yang mendekati sungai dan terhubung dengan pantai memiliki kerentanan cukup tinggi terhadap penambahan volume air yang terjadi akibat air laut masuk ke dalam sungai. Nilai skoring dan bobot setiap parameter dapat dilihat pada Tabel 5.



**Gambar 5.** Peta Jarak Dari Sungai

**Tabel 5.** Nilai skoring jarak dari sungai

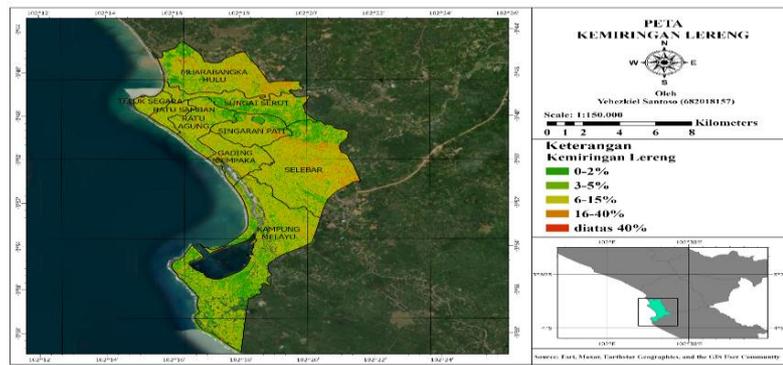
No	Kelas JDS	Jarak JDS	Luas Area (km <sup>2</sup> )	Skor JDS	Bobot JDS	Nilai JDS
1	Sangat Dekat	0-100m	5,817828	5	15	75
2	Dekat	101-200m	5,699012	4	15	60
3	Sedang	201-300m	5,067307	3	15	45
4	Jauh	300-500m	8,691281	2	15	30
5	Sangat Jauh	> 500m	107,513435	1	15	15

**Peta kemiringan lereng**

Berdasarkan hasil proses *reclassify* yang diambil dari data *Digital elevation model* (DEM), Kota Bengkulu dikelompokkan dalam lima klasifikasi kemiringan lereng yaitu, 0-2% (datar), 3-5% (miring), 6-15% (agak miring), 16-40% (agak curam - curam), di atas 40% (curam - sangat curam) yang dapat dilihat pada Gambar 6. Hasil pemetaan kemiringan lereng menunjukkan bahwa Kota Bengkulu didominasi oleh kemiringan lereng 3-5% seluas 26,350406 km<sup>2</sup>. dari total wilayah 127,024465 km<sup>2</sup>. Nilai skoring dan bobot setiap parameter dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Nilai skoring kemiringan lereng

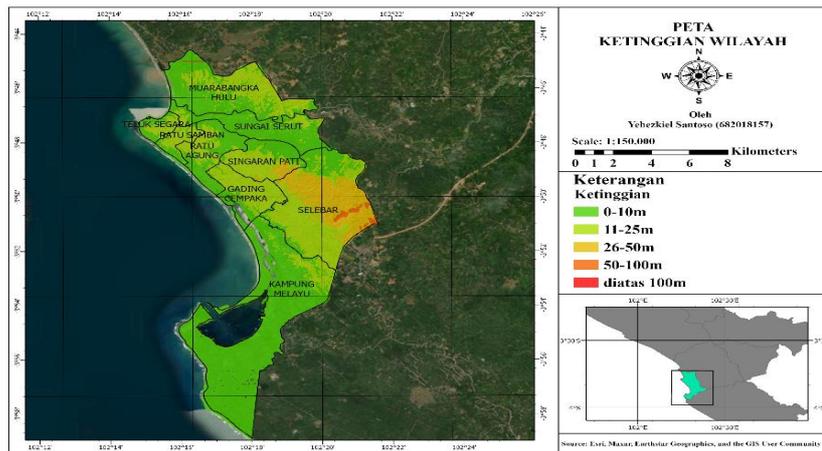
No	Kemiringan	Kelas Kemiringan lereng	Luas Area (km <sup>2</sup> )	Skor KL	Bobot KL	Nilai KL
1	0-2%	Datar	25,925396	5	25	125
2	3-5%	Miring	26,350406	4	25	100
3	6-15%	Agak miring	63,516671	3	25	75
4	16-40%	Agak Curam-Curam	11,111078	2	25	50
5	> 40%	Curam-Sangat Curam	0,120914	1	25	25



Gambar 6. Peta Kemiringan Lereng

**Peta ketinggian**

Peta ketinggian merupakan peta yang menggambarkan kenampakan permukaan bumi yang tidak rata atau bergelombang, memperlihatkan terdapatnya perbedaan tingkat elevasi pada permukaan bumi. Peta ketinggian dapat digunakan sebagai acuan dalam mengukur tingkat aman dari bahaya tsunami, semakin tinggi permukaan bumi semakin tinggi pula tingkat keamanan terhindar dari bahaya tsunami. Penelitian ini menggunakan data DEM yang kemudian di *reclassify* menjadi lima kelompok ketinggian yaitu 0-10 m, 11-25 m, 26-50 m, 60-100 m sebagaimana tersaji pada Gambar 7. Setelah diklasifikasi ulang terlihat bahwa kota Bengkulu didominasi 61,96% ketinggian 0-10 meter di atas permukaan laut. Pada proses selanjutnya dilakukan skoring pada peta ketinggian untuk menilai berapa tingkat nilai ancaman dan hasil proses skoring dapat dilihat pada Tabel 7.



Gambar 7. Peta Ketinggian Wilayah

Tabel 7. Nilai skoring ketinggian wilayah

No	Ketinggian	Kelas	Skor KW	Bobot	Nilai KW	Luas (km <sup>2</sup> )	Luas (%)
1	0-10m	Datar	5	30	150	80,824938	61,95
2	11-25m	Berombak	4	30	120	37,863973	29,02
3	26-50m	Berombak	3	30	90	11,077703	8,49
4	50-100m	Bergelombang	2	30	60	0,68679	0,53
5	> 100m	Bergelombang -Pegunungan sangat curam	1	30	30	0,008876	0,01

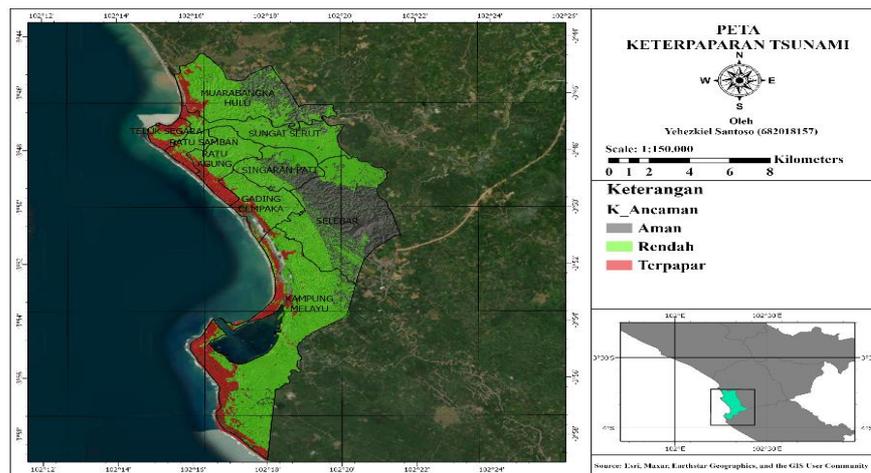
**Peta Keterpaparan Tsunami**

Peta keterpaparan tsunami merupakan gambaran tingkat kerentanan yang dinilai dari empat faktor yaitu, jarak dari garis pantai, jarak dari sungai, kemiringan lereng, dan ketinggian daratan. Peta yang sudah digabungkan akan memberikan informasi dalam menilai mana saja wilayah yang memiliki kerentanan yang tinggi terhadap keterpaparan tsunami seperti tersaji pada

Gambar 8. Setelah proses penggabungan (*intersect*) keempat peta, peta kemudian dihitung untuk menilai tingkat bahaya yang berdasarkan nilai skoring dari tabel 4-7 dengan cara nilai jarak dari garis pantai + nilai jarak dari sungai + nilai kemiringan lereng + nilai ketinggian, sehingga ditemukan nilai terendah berada pada angka 130 dan tertinggi pada angka 500. Dan dari hasil perhitungan nilai ancaman, peta kembali dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu aman pada angka 130 – 253, rendah 254-376, dan terpapar 377-500 seperti pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Nilai tingkat keterpaparan tsunami

No	Kelas Ancaman	Nilai Ancaman Terpapar Tsunami	Luas (km <sup>2</sup> )	Luas (%)
1	Aman	130-253	26,790228	21,12
2	Rendah	254-376	77,068746	60,76
3	Terpapar	377-500	22,975751	18,11



**Gambar 8.** Peta Keterpaparan Tsunami

Dalam penelitian ini dapat diketahui bahwa kota Bengkulu memiliki tingkat bahaya keterpaparan tsunami kategori “terpapar” sekitar 18,11% atau seluas 22,975751 km<sup>2</sup> yang wilayahnya berhadapan dengan bibir pantai. Berikut tingkat keterpaparan tsunami yang berada pada kesembilan kecamatan kota Bengkulu yang dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9.** Tingkat keterpaparan tsunami di sembilan kecamatan

Wilayah	Tingkat Bahaya	Luas (km <sup>2</sup> )	Luas (%)
Teluk segara	Aman	-	-
	Rendah	0,636198	24,22
	Terpapar	1,989893	75,77
Muara Bangka Hulu	Aman	5,141102	27,02
	Rendah	11,68763	61,43
	Terpapar	2,197171	11,54
Sungai Serut	Aman	0,885377	8,22
	Rendah	9,282467	86,27
	Terpapar	0,591454	5,49
Ratu Samban	Aman	0,032194	1,11
	Rendah	1,665909	57,94
	Terpapar	1,176756	40,93
Ratu Agung	Aman	0,103785	1,23
	Rendah	5,894033	70,27
	Terpapar	2,389528	28,48
Gading Cempaka	Aman	0,185915	2,40
	Rendah	5,736071	74,35
	Terpapar	1,792668	23,23
Kampung Melayu	Aman	0,939989	2,64
	Rendah	23,27044	65,49

	Terpapar	11,31972	31,85
	Aman	2,532378	29,82
Singaran Pati	Rendah	5,958543	70,17
	Terpapar	-	-
	Aman	16,72036	57,23
Selebar	Rendah	12,47434	42,70
	Terpapar	0,018908	0,06

### Hasil Network Analyst

Dari kesembilan kecamatan Kota Bengkulu terdapat tujuh kecamatan yang memiliki tingkat keterpaparan tinggi yaitu Kecamatan Muara Bangka Hulu, Sungai Serut, Teluk Segara, Ratu Samban, Ratu Agung, Gading Cempaka, Kampung Melayu. Ketujuh kecamatan ini selanjutnya akan dilakukan analisis jaringan dengan metode *closet facility* yaitu mencari rute terdekat beserta waktunya. Proses selanjutnya adalah menjalankan *network analyst tools* dan mengkonfigurasi berdasarkan 2 skenario berlari dan berkendara dengan memasukkan data insiden dan tempat evakuasi yang sudah didapatkan sebelumnya. Hasil *network analyst closet facility* dapat dilihat pada Tabel 10.1 sampai tabel 10.7 yang menunjukkan panjang rute evakuasi dan waktu yang dibutuhkan.

#### 1. Rute evakuasi Kecamatan Muara Bangka Hulu

Pada kecamatan Muara bangka hulu terdapat dua tempat yang dapat dijadikan tempat evakuasi sementara yaitu, Gedung C Universitas Bengkulu dan lapangan terbuka gang sriwedari. Hasil *network analyst* dapat dilihat pada Tabel 10.

**Tabel 10.** Hasil *network analyst* Kecamatan Muara Bangka Hulu

No	Titik Insiden	Tempat evakuasi	Panjang (km)	Berlari (menit)	Berkendara (menit)
1	Jl. Padang - Bengkulu, Beringin Raya, Kec. Muara Bangka Hulu, Kota Bengkulu	Gedung C universitas Bengkulu	0,8848	5,31	1,33
2	Jl. Ps. Bengkulu, Kec. Sungai Serut, Kota Bengkulu	Gedung C universitas Bengkulu	1,18358	7,10	1,78
3	Jl. Rw. Makmur, Kec. Muara Bangka Hulu, Kota Bengkulu, Bengkulu 38118	Lapangan Terbuka gang Sriwedari	0,57051	3,42	0,85
4	Jl. Padang - Bengkulu, Rw. Makmur Permai, Kec. Muara Bangka Hulu, Kota Bengkulu, Bengkulu 38119	Lapangan Terbuka gang Sriwedari	0,615496	3,69	0,92
5	Jl. Merpati 17, Rw. Makmur Permai, Kec. Muara Bangka Hulu, Kota Bengkulu, Bengkulu 38118	Lapangan Terbuka gang Sriwedari	1,541596	9,24	2,31

#### 2. Rute Evakuasi Kecamatan Sungai Serut

Pada Kecamatan Sungai Serut terdapat dua tempat yang dapat dijadikan tempat evakuasi sementara yaitu, SD Negeri 17 Bengkulu dan SD Negeri 25 Kota Bengkulu. Hasil *network analyst* dapat dilihat pada Tabel 11.

**Tabel 11.** Rute evakuasi Kecamatan Sungai Serut

No	Titik Insiden	Tempat evakuasi	Panjang (km)	Berlari (menit)	Berkendara (menit)
1	Pantai Cemara Sungai Serut	SD Negeri 17 Bengkulu	1,626686	9,76	2,44
2	Jl. Bencoolen, Ps. Bengkulu, Kec. Sungai Serut, Kota Bengkulu, Bengkulu	SD Negeri 17 Bengkulu	1,407172	8,44	2,11
3	Jl. Enggano No.34, Ps. Bengkulu, Kec. Sungai Serut, Kota Bengkulu,	SD Negeri 17 Bengkulu	0,854	5,12	1,28

Bengkulu 38117					
4	Jl. Enggano 7, Ps. Bengkulu, Kec. Sungai Serut, Kota Bengkulu	SD Negeri 17 Bengkulu	0,774673	4,64	1,16
5	Jl. Enggano 9, Kec. Sungai Serut, Kota Bengkulu, Bengkulu 38117	SD Negeri 17 Bengkulu	0,524789	3,14	0,78
6	Jl. Enggano 6, Ps. Bengkulu, Kec. Sungai Serut, Kota Bengkulu, Bengkulu 38117	SD Negeri 17 Bengkulu	0,600424	3,60	0,90
7	Jl. Enggano 1, Ps. Bengkulu, Kec. Sungai Serut, Kota Bengkulu, Bengkulu 38118	SD Negeri 17 Bengkulu	0,773968	4,64	1,16
8	Jl. Enggano, Ps. Bengkulu, Kec. Sungai Serut, Kota Bengkulu, Bengkulu 38117	SD Negeri 17 Bengkulu	0,854386	5,12	1,28
9	Jl. Kalimantan III, Kp. Kelawi, Kec. Sungai Serut, Kota Bengkulu, Bengkulu 38118	SD Negeri 17 Bengkulu	0,447828	2,68	0,67
10	Bajak, Kec. Tlk. Segara, Kota Bengkulu, Bengkulu 38115	SD Negeri 25 Kota Bengkulu	0,932668	5,59	1,39
11	Jl. TP Kasim Nasir 14, Bajak, Kec. Tlk. Segara, Kota Bengkulu, Bengkulu 38115	SD Negeri 25 Kota Bengkulu	1,186006	7,11	1,77
12	Jl. Ibnu Hajar, Kp. Bali, Kec. Tlk. Segara, Kota Bengkulu, Bengkulu 38119	SD Negeri 25 Kota Bengkulu	0,61519	3,69	0,92

### 3. Rute Evakuasi Kecamatan Teluk Segara

Pada Kecamatan Teluk Segara terdapat lima tempat yang dapat dijadikan tempat evakuasi sementara yaitu, Universitas Muhammadiyah Bengkulu, Universitas Prof Dr. Hazairin SH, benteng marlborough, rumah dinas gubernur Bengkulu dan lapangan terbuka tower. Hasil *network analyst* dapat dilihat pada Tabel 12.

**Tabel 12.** Rute evakuasi Kecamatan Teluk Segara

No	Titik Insiden	Tempat evakuasi	Panjang (km)	Berlari (menit)	Berkendara (menit)
1	Jl. Lettu Zulkifli, Bajak, Kec. Tlk. Segara, Kota Bengkulu, Bengkulu 38115	Universitas Muhammadiyah Bengkulu	0,747357	4,48	1,12
2	Jl. Letkol Iskandar 69, Tengah Padang, Kec. Tlk. Segara, Kota Bengkulu, Bengkulu 38119	Universitas Prof Dr Hazairin SH	1,042859	6,25	1,56
3	Jl. Letkol Iskandar No.10, Tengah Padang, Kec. Tlk. Segara, Kota Bengkulu, Bengkulu 38119	Universitas Prof Dr Hazairin SH	0,763883	4,58	1,14
4	Jl. Ibnu Hajar, Kp. Bali, Kec. Tlk. Segara, Kota Bengkulu, Bengkulu 38119	Universitas Prof Dr Hazairin SH	0,783507	4,70	1,17
5	Jl. H. Moh. Zahab No.36, Bajak, Kec. Tlk. Segara, Kota Bengkulu, Bengkulu 38115	Universitas Prof Dr Hazairin SH	1,049846	6,29	1,57
6	Jl. Letkol Santosa, Ps. Melintang, Kec. Tlk. Segara, Kota Bengkulu, Bengkulu	Universitas Prof Dr Hazairin SH	0,938349	5,63	1,40
7	Jl. Letkol Iskandar 69, Tengah Padang, Kec. Tlk. Segara, Kota Bengkulu, Bengkulu 38119	Benteng Marlborough	0,518671	3,11	0,77

8	Kebun Keling, Kec. Tlk. Segara, Kota Bengkulu, Bengkulu 38115	Benteng Marlborough	0,207365	1,24	0,31
9	Jl. Siti Khadijah, Kebun Keling, Kec. Tlk. Segara, Kota Bengkulu, Bengkulu 38119	Benteng Marlborough	0,439522	2,63	0,65
10	Malabero, Kec. Tlk. Segara, Kota Bengkulu, Bengkulu 38115	Benteng Marlborough	0,411058	2,46	0,61
11	Jl. Panjaitan, Malabero, Kec. Tlk. Segara, Kota Bengkulu, Bengkulu	Benteng Marlborough	0,499666	2,99	0,74
12	Jl. Belato, Ps. Berkas, Kec. Tlk. Segara, Kota Bengkulu, Bengkulu	Lapangan Terbuka Tower dan Rumah Dinas Gubernur Bengkulu	0,53263	3,19	0,79
13	Jl. Arraw, Sumur Melele, Kec. Tlk. Segara, Kota Bengkulu, Bengkulu	Lapangan Terbuka Tower dan Rumah Dinas Gubernur Bengkulu	0,539414	3,23	0,80
14	Jl. Kerapu, Ps. Berkas, Kec. Tlk. Segara, Kota Bengkulu, Bengkulu	Lapangan Terbuka Tower dan Rumah Dinas Gubernur Bengkulu	0,836639	5,01	1,25
15	Jl. Moh. Hasan, Ps. Baru, Kec. Tlk. Segara, Kota Bengkulu, Bengkulu	Lapangan Terbuka Tower dan Rumah Dinas Gubernur Bengkulu	0,589442	3,53	0,88
16	Jl. Arraw, Malabero, Kec. Tlk. Segara, Kota Bengkulu, Bengkulu	Lapangan Terbuka Tower dan Rumah Dinas Gubernur Bengkulu	0,593059	3,55	0,88
17	Sumur Melele, Kec. Tlk. Segara, Kota Bengkulu, Bengkulu	Lapangan Terbuka Tower dan Rumah Dinas Gubernur Bengkulu	0,423351	2,54	0,63
18	Ps. Berkas, Kec. Tlk. Segara, Kota Bengkulu, Bengkulu	Lapangan Terbuka Tower dan Rumah Dinas Gubernur Bengkulu	0,704308	4,22	1,05

#### 4. Rute Evakuasi Kecamatan Ratu Samban

Pada Kecamatan Ratu Samban terdapat dua tempat yang dapat dijadikan tempat evakuasi sementara yaitu, Masjid Agung At-Taqwa kota Bengkulu dan SD Negeri 9 Kota Bengkulu. Hasil *network analyst* dapat dilihat pada Tabel 13.

**Tabel 13.** Rute evakuasi Kecamatan Ratu Samban

No	Titik Insiden	Tempat evakuasi	Panjang (km)	Berlari (menit)	Berkendara (menit)
1	Jl. Kerapu, Ps. Berkas, Kec. Tlk. Segara, Kota Bengkulu	Masjid Agung At-Taqwa kota Bengkulu	0,704903	4,22	1,05
2	Jl. Anggut Bawah, Kec. Ratu Samban, Kota Bengkulu	Masjid Agung At-Taqwa kota Bengkulu	0,263269	1,57	0,39
3	Jl. Anggut Atas, Kec. Ratu Samban, Kota Bengkulu, 38222	SD Negeri 9 kota Bengkulu	0,392019	2,35	0,58
4	Jl. Ratu Agung II, Anggut Bawah, Kec. Ratu Samban, Kota Bengkulu	SD Negeri 9 kota Bengkulu	0,60662	3,63	0,90
5	Jl. Nala 10, Anggut Bawah, Kec. Ratu Samban, Kota Bengkulu	SD Negeri 9 kota Bengkulu	0,584185	3,50	0,87
6	Jl. Pariwisata, Penurunan, Kec. Ratu Samban, Kota Bengkulu	SD Negeri 9 kota Bengkulu	1,135687	6,81	1,70

### 5. Rute Evakuasi Kecamatan Ratu Agung

Pada Kecamatan Ratu Agung terdapat dua tempat yang dapat dijadikan tempat evakuasi sementara yaitu, SD Negeri 18 Kota Bengkulu, SD Negeri 58 Kota Bengkulu. Hasil *network analyst* dapat dilihat pada Tabel 14.

**Tabel 14.** Rute evakuasi Kecamatan Ratu Agung

No	Titik Insiden	Tempat evakuasi	Panjang (km)	Berlari (menit)	Berkendara (menit)
1	Penurunan, Kec. Ratu Samban, Kota Bengkulu, Bengkulu	SD Negeri 18 Kota Bengkulu	0,80	4,80	1,20
2	Jl. Putri Gading Cempaka, Penurunan, Kec. Ratu Samban	SD Negeri 18 Kota Bengkulu	0,686448	4,11	1,02
3	Jl. Cemp. VIII, Kebun Beler, Kec. Ratu Agung, Kota Bengkulu, Bengkulu 38222	SD Negeri 18 Kota Bengkulu	0,482615	2,89	0,72
4	Jl. Sedap Malam 8, Penurunan, Kec. Ratu Samban, Kota Bengkulu, Bengkulu	SD Negeri 58 Kota Bengkulu	1,335846	8,01	2,00
5	Jl. Nusa Indah, Kec. Ratu Agung, Kota Bengkulu, Bengkulu	SD Negeri 58 Kota Bengkulu	1,486583	8,91	2,22
6	Gg. Cendana, Tanah Patah, Kec. Ratu Agung, Kota Bengkulu	SD Negeri 58 Kota Bengkulu	1,501431	9,00	2,25

### 6. Rute Evakuasi Kecamatan Gading Cempaka

Pada kecamatan Muara bangka hulu terdapat tiga tempat yang dapat dijadikan tempat evakuasi sementara yaitu, Gedung Serbaguna Pemda Provinsi, Kantor Gubernur Bengkulu, SMA Sint Carolus. Hasil *network analyst* dapat dilihat pada Tabel 15.

**Tabel 15.** Rute evakuasi Kecamatan Gading Cempaka

No	Titik Insiden	Tempat evakuasi	Panjang (km)	Berlari (menit)	Berkendara (menit)
1	Jl. Kampar 3, Lempuing, Kec. Ratu Agung, Kota Bengkulu	Gedung Serbaguna Pemda Provinsi	1,246756	7,48	1,87
2	Jl. Pariwisata, Lempuing, Kec. Ratu Agung, Kota Bengkulu	Gedung Serbaguna Pemda Provinsi	0,964055	5,78	1,44
3	Lempuing, Kec. Ratu Agung, Kota Bengkulu	Gedung Serbaguna Pemda Provinsi	0,656223	3,93	0,98
4	Jl. Kuala Lempuing, Lempuing, Kec. Ratu Agung, Kota Bengkulu, Bengkulu	Gedung Serbaguna Pemda Provinsi	1,076181	6,45	1,61
5	Jl. Pariwisata, Lempuing, Kec. Ratu Agung, Kota Bengkulu, Bengkulu	Kantor Gubernur Bengkulu	1,254928	7,52	1,88
6	Jl. Pariwisata 1, Lempuing, Kec. Ratu Agung, Kota Bengkulu, Bengkulu	Kantor Gubernur Bengkulu	1,254928	7,52	1,88
7	Jl. Jenggalu, Lkr. Barat, Kec. Gading Cemp., Kota Bengkulu, Bengkulu 38225	SMA Sint Carolus	1,010739	6,06	1,51

### 7. Rute Evakuasi Kecamatan Kampung Melayu

Pada kec. Muara bangka hulu terdapat tiga tempat yang dapat dijadikan tempat evakuasi sementara yaitu, Lapangan Terbuka Simpang Kandis, Shelter Tsunami Teluk Sepang, lapangan terbuka area batubara. Hasil *network analyst* dapat dilihat pada Tabel 16.

**Tabel 16.** Rute evakuasi Kecamatan Kampung Melayu

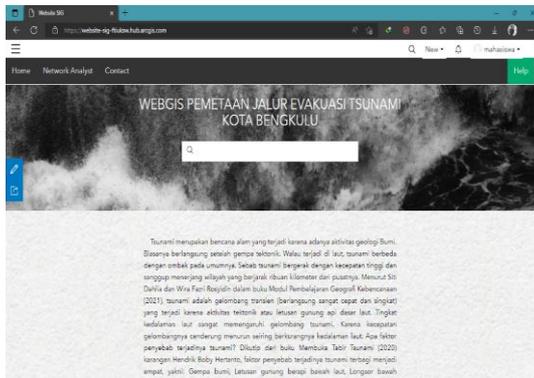
No	Titik Insiden	Tempat evakuasi	Panjang (km)	Berlari (menit)	Berkendara (menit)
1	Jl. Sumber Jaya, Kota Bengkulu, Bengkulu 38216	Lapangan Terbuka Simpang	2,399695	14,39	3,59

Kandis					
2	Pantai Teluk Sepang, jln No.kel, Tlk. Sepang, Kec. Kp. Melayu, Kota Bengkulu, Bengkulu 38216	Shelter Tsunami Teluk Sepang	1,189237	7,13	1,78
3	Tlk. Sepang, Kec. Kp. Melayu, Kota Bengkulu, Bengkulu 38216	Lapangan terbuka area batu bara	0,92747	5,56	1,39
4	Pantai Samudra Tlk. Sepang, Kec. Kp. Melayu, Kota Bengkulu, Bengkulu 38216	Lapangan terbuka area batu bara	1,80	10,83	2,70

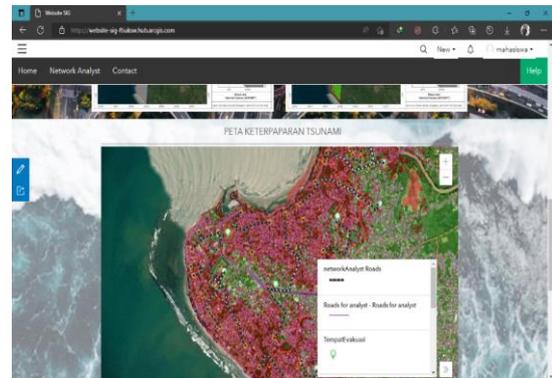
**Sistem Informasi Pemetaan Evakuasi Sementara Berbasis ArcGIS Hub**

Hasil analisis baik dari tingkat keterpaparan tsunami maupun hasil analisis *network analyst*, telah diunggah ke dalam *ArcGIS Online* dan telah di *overlay* menjadi beberapa Peta *Online* dan dikoneksikan ke dalam *ArcGIS Hub* sehingga semua peta dan data yang telah diolah dapat divisualisasikan dalam bentuk *website* yang dapat diakses melalui *internet*.

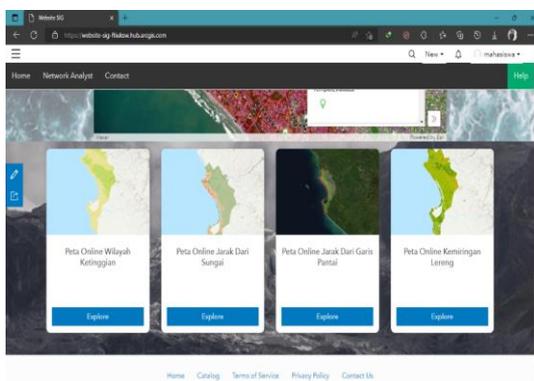
Pada tahap akhir penelitian *WebGIS* Pemetaan Evakuasi Sementara Berbasis *ArcGIS Hub* di uji coba baik dari segi konektivitas antar peta, data dapat ditampilkan, dan pengguna dapat menggunakan mode *network analyst* sehingga pengguna biasa dapat menentukan rute sesuai dengan keinginannya. Pada Gambar 9 merupakan tampilan halaman awal yang telah diisi beberapa artikel terkait informasi kebencanaan gempa dan tsunami. Selanjutnya pada Gambar 10 dan 11 merupakan tampilan halaman yang menampilkan peta *online* keterpaparan tsunami, pengguna dapat mengoperasikan peta dan menampilkan data-data terkait ketinggian wilayah, kemiringan, jarak dari pantai, jarak dari sungai, dan jaringan jalan. Dan terakhir pada Gambar 12 merupakan halaman *network analyst*, dimana baik pengguna biasa maupun *administrator* dapat melakukan analisis mencari rute terbaik dengan menginput data insiden dan fasilitas yang dituju. Pengujian pada halaman ini berhasil dengan terlihat menunjukkan hasil analisis mencari rute terbaik menggunakan skenario fasilitas terdekat dengan jangkauan 2 menit menuju lokasi.



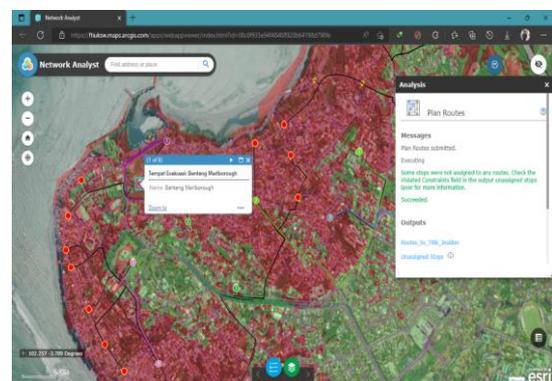
Gambar 9. Halaman Awal Website



Gambar 10. Halaman Peta Keterpaparan Tsunami



Gambar 11. Halaman Peta Online



Gambar 12. Halaman Network Analyst

## KESIMPULAN

*Website SIG* berbasis *ArcGIS Hub* telah berhasil menampilkan informasi hasil dari penelitian keterpaparan tsunami, dimana terdapat 3 kecamatan yang memiliki nilai keterpaparan tinggi terhadap tsunami yaitu Teluk Segara sebanyak 75,77%, Ratu Samban sebanyak 40,93%, dan Kampung Melayu sebanyak 31,85%. Hasil pengujian *network analyst* dengan skenario berlari menuju lokasi evakuasi membutuhkan waktu rata-rata 5,24 menit dengan waktu tercepat pada 1,24 menit dan terlama pada 14,39 menit. Selanjutnya pada skenario berkendara membutuhkan waktu rata-rata 1,3 menit dengan waktu tercepat pada 0,31 menit dan terlama pada 2,25 menit. Hasil *network analyst* masih dapat disempurnakan dengan menambahkan variabel-variabel kemungkinan yang menghalangi masyarakat menuju lokasi evakuasi pada *dataset network analyst*. Teknologi *WebGIS* yang terintegrasi dapat membantu mempermudah serta mempercepat penyebaran informasi mitigasi pra bencana, dibandingkan dengan membangun *WebGIS* secara mandiri tentunya akan menghabiskan banyak sumber daya dan upaya untuk membuat *WebGIS* yang aktual.

## 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*. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2020.v1i1.17>
- Bramasta, D. B., 2020. *Mengapa Bengkulu Sering Diguncang Gempa? Ini Jawaban BMKG*. <https://www.kompas.com/tren/read/2020/08/22/140513765/mengapa-bengkulu-sering-diguncang-gempa-ini-jawaban-bmkg?page=all> [diakses pada 21 Mei 2022].
- bmkg.go.id., 2022. *Badan Meteorologi, Klimatologi, Dan Geofisika*. <https://www.bmkg.go.id/gempabumi-terkini.html> [Diakses pada 21 Mei 2022]
- Faiqoh, I., Gaol, J. L., & Ling, M. M., 2013. Vulnerability Level Map Of Tsunami Disaster In Pangandaran, *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences*. <http://dx.doi.org/10.30536/j.ijreses.2013.v10.a1848>.
- Fauzi, Y., Suwarsono, & Mayasari, Z. M., 2014. The Run up Tsunami Modeling in Bengkulu using the Spatial Interpolation of Kriging Technique, *Forum Geografi*. <https://doi.org/10.23917/forgeo.v28i2.427>.
- Febriyanto, A., Rachmawati, T. A., & Usman, F., 2016. Studi Resiko Bencana Tsunami di Kawasan Pantai Panjang Kota Bengkulu, *Planning For Urban Region And Environment*.
- Geosriwijaya., 2018. *Pengertian dan Fungsi Web-Geographic Information System (WebGIS)*. <https://geosriwijaya.com/2018/11/pengertian-dan-fungsi-web-geographic-information-system-webgis/> [diakses pada 26 Mei 2022].
- Irwansyah, E., 2013. *Sistem informasi geografis : Prinsip Dasar dan Pengembangan Aplikasi*. Digibooks, Yogyakarta, p.1-2.
- Jokowinarno, D., 2011. Mitigasi Bencana Tsunami di Wilayah Pelisir Lampung, *Jurnal Rekayasa*.
- Marwanta, B., 2005. Tsunami Indonesia Dan Upaya Mitigasinya, *Alami*.
- Noor, D., 2014. *Pengantar Mitigasi Bencana Geologi*. Deepublish, Yogyakarta, p.4-11.
- Sari, P. M., Ahyuni, & Purwaningsih, E., 2014. Daya Tampung Shelter Evakuasi Tsunami di Universitas Negeri Padang Air Tawar Barat (Studi Kasus untuk Masyarakat di Dalam Lingkungan Kampus Universitas Negeri Padang Air Tawar Barat), *Jurnal Geografi*.
- Siregar, S., 2014. *Makalah Singkat Tentang Software ArcGis*. <https://sabinahelper.wordpress.com/2014/10/25/makalah-singkat-tentang-software-arcgis/> [diakses pada 24 Mei 2022].
- Triatmadja, R., & Nasution, S. S., 2014. Evaluation Of Tsunami Evacuation Routes At Bengkulu City Indonesia Using Numerical Simulations, *ASEAN Engineering Journal*. <https://doi.org/10.11113/aej.v3.15522>.
- Yunus, R., Amri, M. R., Wartono, Kristanto, Y., & Nugraheni, A. D., 2019. *Katalog Desa/Kelurahan Rawan Tsunami*. BNPB, Jakarta, p.23-26.