

# Analisis Perencanaan Tempat Evakuasi Sementara dan Jalur Evakuasi Tsunami di Area kurang Sistem Informasi Geografi studi kasus: Kabupaten Mamuju

\*Andi Ayurita Yusri Tanra<sup>1</sup>, Rosady Mulyadi<sup>2</sup>, Mohammad Mochsen Sir<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Master Arsitektur, Universitas Hasanuddin, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Arsitektur, Universitas Hasanuddin, Indonesia

Email: andiayurita@gmail.com; rosady@unhas.ac.id; sirmochsen@gmail.com

\*Penulis korespondensi, Masuk: 21 Jul. 2023, Revisi: 12 Agt. 2023, Diterima: 17 Sept. 2023

**ABSTRAK:** Gempa yang terjadi pada daerah Sulawesi barat khususnya di kabupaten Mamuju pada tanggal 15 Januari 2021 dan beberapa gempa setelahnya dapat memicu banyak getaran sehingga dapat mendorong timbulnya gelombang tsunami. Sehingga kabupaten Mamuju merupakan daerah yang sangat rawan terhadap bencana tsunami. Bencana tersebut dapat diminimalkan dengan TES dan perencanaan penempatan jalur evakuasi tsunami. Namun, kurangnya informasi tentang permasalahan tersebut di Kabupaten Mamuju sehingga sangat penting untuk menganalisis TES dan jalur terdekat menuju TES. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk menganalisis TES dan analisis jalur evakuasi sehingga masyarakat mudah untuk mengevakuasi diri. Pada Penentuan TES menggunakan metode analisis spasial pada ArcGIS (Geographic Information System) dan untuk analisis jalur evakuasi menggunakan metode Network Analysis. Penggunaan analisis spasial pada ArcGIS karena mengacu pada posisi atau TES dan jalur evakuasi adapun penggunaan ArcGIS dapat mempermudah penggabungan informasi dari beberapa data yang ada dan untuk analisis jalur evakuasi menggunakan metode network analysis agar menemukan jalur yang tercepat menuju ke TES. Hasil analisis penentuan titik evakuasi sementara diperoleh 21 titik evakuasi yang tersebar di kecamatan Mamuju, 11 titik yang tidak layak digunakan untuk menjadi TES. Perencanaan jalur evakuasi dengan network analysis menggunakan jalur terpendek menuju TES dihasilkan dengan pertimbangan area rawan bencana Tsunami dan di area padat penduduk sehingga terdapat 54 jalur evakuasi. Dengan adanya 21 titik TES mempermudah masyarakat untuk di evakuasi dan hasil dari Network Analysis mempercepat masyarakat untuk mengevakuasi diri.

**Kata kunci:** ArcGIS, Bencana, Jalur Evakuasi, Tempat Evakuasi Sementara, Tsunami

**ABSTRACT:** The earthquake that occurred in the West Sulawesi region, especially in the Mamuju district on January 15 2021 and several subsequent earthquakes could trigger a lot of vibrations so that it could trigger tsunami waves. Therefore Mamuju district is an area that is very vulnerable to the tsunami disaster. This disaster can be minimized by TES and planning the placement of tsunami evacuation routes. However, there is a lack of information about these problems in Mamuju District so it is very important to analyze TES and the shortest route to TES. The purpose of this research is to analyze TES and analysis of evacuation routes so that people can easily evacuate themselves. In the determination of TES using the spatial analysis method on ArcGIS (Geographic Information System) and for the analysis of evacuation routes using the Network Analysis method. The use of spatial analysis in ArcGIS because it refers to the position or TES and evacuation routes while the use of ArcGIS can make it easier to combine information from several existing data and for analysis of evacuation routes using the network analysis method to find the fastest path to TES. The results of the analysis of determining temporary evacuation points obtained 21 evacuation points spread across the Mamuju sub-district, 11 points that were not suitable to be used as TES. Evacuation route planning with network analysis using the shortest path to TES was generated with consideration of Tsunami disaster-prone areas and in densely populated areas so that there are 54 evacuation routes. The presence of 21 TES points makes it easier for people to evacuate and the results of the Network Analysis accelerate people to evacuate themselves.

**Keywords:** ArcGIS, Disaster, Evacuation Routes, Temporary Evacuation Sites, Tsunami

## 1. PENDAHULUAN

Secara geologis, Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki tingkat gempa yang tinggi di dunia. Zona seismik aktif di kepulauan Indonesia merupakan hasil konvergensi lempeng Eurasia, Indo-Australia, Caroline, dan Filipina. Sebagian besar zona aktif ini terletak di bawah laut dan menghasilkan gempa dangkal besar yang memiliki potensi tsunami tinggi. Akibat tekanan dari pergerakan lempeng-lempeng tersebut, bagian dalam lempeng bumi kepulauan Sulawesi terbagi menjadi empat lengan, yaitu lengan selatan, lengan tenggara, lengan timur, dan lengan utara yang menyerupai huruf K Pulau Sulawesi. adalah pusat tumbukan dari empat lempeng kerak bumi. Pulau ini seolah terkoyak oleh berbagai jenis batuan yang bercampur sehingga posisi stratigrafinya menjadi sangat rumit. akan dilepaskan secara tiba-tiba berupa gempa bumi dengan berbagai nilai magnitudo gempa [1]. Bencana adalah suatu kejadian atau serangkaian kejadian yang mengakibatkan adanya korban atau kerusakan, kerugian harta benda, infrastruktur [2].

Peta Kawasan Rawan Bencana Gempa Bumi (KRBG) Sulawesi Barat yang disusun dan disebarluaskan oleh Badan Geologi pada tahun 2011 menyebutkan bahwa hampir seluruh pesisir barat Sulawesi Barat, khususnya Kabupaten Mamuju, termasuk daerah dengan kerawanan tinggi terhadap guncangan gempa. Sebagian besar daerah pegunungan di provinsi ini tergolong daerah dengan kerentanan sedang terhadap bahaya seismik.

Gempa terjadi, Pada tanggal 14 Januari 2021 pukul 14.35 WITA di Kota Mamuju Sulawesi Barat dan sekitarnya diguncang gempa dengan Magnitudo 5,9 M. Gempa ini disusul dengan gempa yang lebih besar lagi (M 6,2) yang kembali melanda wilayah ini 13 jam kemudian (BMKG) pada 15 Januari 2021 pukul 02.28 WITA. berdasarkan analisis yang disampaikan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika wilayah Majene, mengenai analisis pembentukan dan pergeseran lempeng yang memicu terjadinya gempa bumi yang merusak.

Data yang dihimpun BPBD Kabupaten Mamuju pada 15 Januari 2021, pasca gempa menyebabkan kerusakan rumah, infrastruktur, serta fasilitas umum dan sosial dengan tingkat kerusakan yang parah. 97 orang meninggal dunia, 3.369 orang luka-luka dan 44.766 orang mengungsi. Gempa terjadi di Kabupaten Mamuju Provinsi Sulawesi Barat dengan lokasi bencana sebanyak 6 (enam) kabupaten yaitu Kabupaten Tapalang, Tapalang Barat, Mamuju, Simboro, Kalukku, dan Bonehau. Penelitian dalam penelitian ini akan mengkaji Kabupaten Mamuju. Penelitian ini berfokus pada kabupaten Mamuju.

Alasan dipilihnya kecamatan Mamuju sebagai

lokasi penelitian. Berdasarkan data dari BPBD Mamuju, yang pertama adalah daerah kecamatan Mamuju yang paling rusak sekabupaten Mamuju. Kerusakan rumah pasca bencana 8954, di kecamatan simboro 6419, tapalang 3993, tapalang barat 2998, kalukku 1618 rumah dan di bonehau 94. Kerusakan sarana transportasi darat sebanyak 6 lokasi di kabupaten Mamuju, 2 jembatan rusak dan di simboro hanya 1 jembatan rusak. Alasan kedua memilih kabupaten Mamuju adalah lokasinya yang berhadapan langsung dengan lautan. Dan terakhir, kabupaten Mamuju merupakan pusat perekonomian dan kegiatan pemerintahan kabupaten Mamuju.

Gelombang tsunami dapat disebabkan oleh dua hal, yaitu tsunami yang terjadi pada tanggal 23 Februari 1969 [3] dan gempa bumi yang dapat menimbulkan tsunami pada tanggal 15 Januari 2021. Bencana alam seperti gempa bumi merupakan peristiwa alam yang tidak dapat dicegah terjadinya, namun dampak dari kerugian akibat bencana dapat di meminimalisir. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) mengingatkan warga Mamuju untuk mewaspadai dampak gempa akibat sesar naik di bagian barat Provinsi Sulawesi Barat yang pernah memicu tsunami di Majene pada 1969. Gelombang tsunami dapat disebabkan oleh dua hal yaitu tsunami yang terjadi pada tanggal 23 Februari 1969 dan gempa bumi yang dapat menimbulkan tsunami pada tanggal 15 Januari 2021.

Dalam upaya mengurangi kerugian atau korban pada saat terjadi bencana terdapat tahap prabencana di kabupaten Mamuju, yang merupakan pengetahuan untuk menjadi modal menghadapi bencana. Tahap prabencana terdapat kegiatan pencegahan, mitigasi, peringatan dini, dan kesiapsiagaan. Peningkatan kesiapsiagaan masyarakat terhadap bencana merupakan hal yang penting untuk diperhatikan [4]. Hal ini karena kemungkinan besar korban akibat bencana Gempa bumi yang terjadi mengakibatkan masyarakat panik dan cemas terutama daerah dekat pantai berdekatan dengan pantai sehingga masyarakat khawatir akan terjadi tsunami [5]. Salah satu bentuk kesiapsiagaan yaitu adanya penentuan lokasi TES yang bertujuan untuk mengurangi korban jiwa. Dalam penentuan TES dapat menggunakan metode analisis spasial pada tempat-tempat fasilitas umum yang di analisis berdasarkan ketinggian bangunan, kapasitas, dan lokasi TES tersebut. Secara umum gedung TES (Tempat Evakuasi Sementara) dibagi menjadi 2 jenis yaitu TES alami yang terdiri dari gunung, bukit dan dataran tinggi lainnya serta TES buatan yang terdiri dari TES multifungsi dan TES dengan pemanfaatan tunggal [6].

Untuk menganalisis jalur evakuasi menggunakan Network Analyst. Pada SIG berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi pada saat ini sangat

berpengaruh pada masyarakat Indonesia, terutama pada Sistem Informasi Geografis (SIG) yang banyak memperoleh perhatian masyarakat. Karena dengan SIG kita dapat mengetahui banyak hal yang ada di permukaan bumi ini. Terutama di bidang tata letak kota, pertanian, kehutanan, kelautan serta masih banyak lagi bidang – bidang yang lainnya. Pada bidang tata letak kota [7], kita dapat digunakan untuk menentukan jalur tercepat atau terpendek antar lokasi yang diteliti. Penentuan rute terbaik oleh metode Network Analyst dilakukan dengan menggunakan sebuah algoritma yang dikembangkan oleh Edgar Dijkstra [8]. Algoritma Dijkstra yang menyelesaikan masalah pencarian jalur/lintasan terpendek, sebuah masalah untuk mencari jalur/lintasan antara dua simpul dalam sebuah graf berbobot dengan jumlah total bobot (misal berupa jarak) terkecil, dengan cara mencari jarak terpendek antara simpul awal dengan simpul-simpul lainnya sehingga lintasan yang terbentuk dari simpul awal sampai simpul tujuan memiliki jumlah bobot terkecil [9].

Pengoptimalan perencanaan tata ruang dan perencanaan pembangunan yang masih kurang memperhatikan risiko bencana dapat menyebabkan banyaknya korban jiwa serta kerugian materil pada gempa di kabupaten Mamuju. Kurangnya fasilitas jalur dan tempat evakuasi merupakan bentuk minimnya kemampuan dalam menghadapi bencana. Dalam Permen PU No. 20 tahun 2011 [10], disebutkan bahwa BWP (Bagian Wilayah Perkotaan) yang berada pada kawasan rawan bencana wajib menyediakan jalur evakuasi bencana yang meliputi jalur evakuasi dan tempat evakuasi sementara yang terintegrasi baik untuk skala kabupaten/kota, kawasan, maupun lingkungan. [11].

Melihat fakta adanya risiko bencana tsunami pada kawasan pesisir Kabupaten Mamuju, serta belum adanya penelitian tentang jalur dan tempat evakuasi sementara (TES) bencana Tsunami pada wilayah penelitian. di Kecamatan Mamuju. Maka dari itu tujuan dari penelitian optimalisasi upaya mitigasi bencana tsunami dengan menentukan beberapa lokasi Tempat Evakuasi Sementara (TES) yang dapat dijangkau oleh masyarakat yang tidak dapat menuju zona aman pada saat terjadi bencana tsunami melalui jalur aman berdasarkan estimasi waktu evakuasi. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi risiko banyaknya korban jiwa serta kerugian materil akibat tsunami.

**2. METODE**

**2.1. Lokasi Penelitian**

Lokasi dalam penelitian ini terletak di Kabupaten Mamuju, Provinsi Sulawesi Barat, yang di fokuskan

pada wilayah yang memiliki dampak besar pada bencana Gempa Bumi yaitu Kecamatan Mamuju, gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

**2.2. Pengolahan data dan analisis**

Metode yang digunakan merupakan metode analisis spasial untuk menentukan Tempat Penampungan Evakuasi Sementara. Dengan menganalisis posisi bangunan, jumlah lantai, kapasitas bangunan, dan fungsi bangunan.

Tabel 1. Parameter Kondisi Bangunan

Kondisi bangunan	Kriteria	Skor
Lokasi dari jalan	Sisi jalan	1
	Persimpangan jalan lokal	2
	Sisi jalan utama	3
	Persimpangan jalan utama	4
Jumlah lantai	Satu lantai	1
	Dua lantai	2
	Tiga lantai	3
	Lebih tiga lantai	4
Kapasitas volume	<100 orang	1
	100-500 orang	2
	500-1000 orang	3
	>1000 orang	4
Fungsi bangunan	Perumahan	1
	Fasilitas kesehatan	2
	Pemerintah atau komersial	3
	Sekolah, tempat ibadah	4

Skor dari masing-masing parameter untuk memprediksi lokasi TES ditunjukkan pada Tabel 2. Jika skor total antara 4 – 7, berarti bangunan tersebut tidak layak digunakan sebagai lokasi TES. Skor totalnya adalah 8 – 12 yang berarti bangunan tersebut dalam kondisi sedang untuk digunakan sebagai lokasi TES.

Jika bangunan tersebut memiliki skor total 13 – 16 berarti bangunan tersebut layak digunakan sebagai lokasi hunian.

Perencanaan letak ketinggian lantai yang dapat digunakan sebagai area evakuasi didasarkan pada Pedoman Teknik Perencanaan TES oleh Pusat Penelitian Mitigasi Bencana ITB yang mengacu pada dengan menggunakan rumus ketinggian inundasi sebagai berikut :

Di mana  $T$  adalah ketinggian TES dari permukaan tanah (m)  $T_i$  adalah Tinggi genangan gelombang tsunami (m) [12]. Untuk penentuan jalur terdekat menggunakan Network analyst yang mana adalah Penentuan jalur terpendek atau jalur terdekat yang bertujuan mencari rute terpendek yang bisa di lalui, dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan melakukan pemodelan tracing, yang mana dalam tahapan analisisnya berupa Service Area Analyst sebagai penentuan jangkauan dari masing-masing titik evakuasi dan penentuan jalur evakuasi dengan menggunakan metode Closest Facility Analyst. Dalam pengerjaan Peta Jalur Evakuasi Tsunami ini terdapat beberapa langkah pemrosesan data yang di antaranya adalah sebagai berikut: Proses Overlay Proses overlay ini di lakukan setelah semua data spasial yang ada terkumpul dan di lakukan penggabungan item dengan tabel atribut, Proses Overlay ini di lakukan dengan Perangkat Lunak ArcGIS 10.8.

Menemukan jalur terpendek dan rute terbaik antar tempat yang menghemat waktu dan biaya dalam perjalanan rute terbaik antara dua lokasi berdasarkan waktu dan biaya yang lebih sedikit dalam perjalanan. Analisis rute terbaik menemukan rute ke lokasi awal dan lokasi akhir [13, 14].

Analisis Fasilitas Terdekat Pemecah fasilitas terdekat mengukur biaya perjalanan antara insiden dan fasilitas dan menentukan yang terdekat satu sama lain. Saat menemukan fasilitas terdekat, Anda dapat menentukan berapa banyak yang akan ditemukan dan apakah arah perjalanan menuju atau menjauhi fasilitas tersebut. Pemecah fasilitas terdekat menampilkan rute terbaik antara insiden dan fasilitas, melaporkan biaya perjalanannya, dan mengembalikan petunjuk arah mengemudi

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

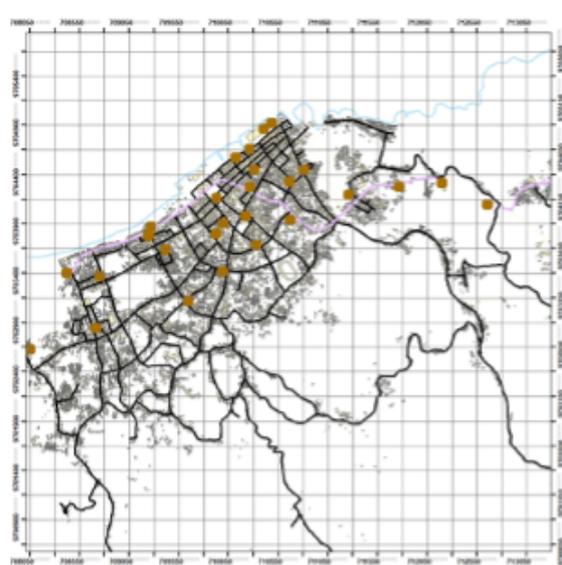
#### 3.1. Analisis Tempat Evakuasi Sementara

Semua fasilitas umum yang berpotensi menjadi tempat evakuasi sementara akan dipilih berdasarkan analisis aksesibilitas, jika fasilitas umum tersebut sulit diakses, tidak akan dipilih menjadi tempat pengungsian sementara, dan berdasarkan perilaku manusia saat mengungsi di jalan utama yang mudah diakses dan

berada di sekitar sepanjang jalur di kawasan zona bahaya tsunami.

Lokasi TES akan digunakan sebagai area istirahat selama evakuasi dari area residen ke area evakuasi. Ada kemungkinan Tsunami akan menempel, selama proses evakuasi. Oleh karena itu, TES harus memiliki struktur berkualitas tinggi untuk melindungi dari tsunami dan memiliki ketinggian yang sesuai dengan ketentuan ketinggian fasilitas tempat evakuasi sementara tsunami dari permukaan tanah. Bangunan di sepanjang jalan evakuasi yang diprediksi di Kecamatan Mamuju hampir dikategorikan dalam kondisi sedang. Hanya satu bangunan yang dapat dikategorikan sebagai bangunan yang cocok untuk menjadi Tempat Evakuasi Sementara (TES), karena kondisi bangunan rata-rata dua lantai. Berdasarkan kondisi bangunan pada kecamatan Mamuju maka perlu dilakukan peningkatan kualitas struktur bangunan dan jumlah lantai bangunan yang diprediksi sebagai TES.

Penentuan titik potensi Tempat Evakuasi Sementara berdasarkan hasil digitasi dan survei pada kualitas fasilitas umum. Potensi Tempat Evakuasi Sementara telah di cek berdasarkan material dari bangunan. Apabila bangunan telah di buat pada material bangunan permanen dan kondisi bangunan lebih dari 50%, bangunan tersebut dapat digunakan sebagai potensi Tempat Evakuasi Sementara pada bencana Tsunami, gambar 2.



Gambar 2. Potensi Tempat Evakuasi Sementara Tsunami

Berdasarkan hasil analisis jarak bangunan dari jalan, jika bangunan berada di persimpangan jalan utama sangat mudah untuk dilalui karena terletak di sudut [11], antara beberapa jalan akibat bangunan

analisis, terdapat 6 bangunan yang posisinya berada di persimpangan jalan utama, dan terdapat 4 bangunan di jalan utama. Jalan utama adalah jalan terbesar di wilayah sekitar 8m - 20m di kabupaten Mamuju. Sebagian besar bangunan berada di jalan lokal yaitu 10 TES dan di persimpangan jalan lokal terdapat 13 bangunan umum ukuran jalan di area jalan lokal mencapai 4m hingga 12 m di kabupaten Mamuju. skor untuk tipe tiap bangunan berdasarkan posisinya dari jalan jika posisi lantai.

Analisis jumlah lantai fasilitas umum skor untuk jumlah lantai berdasarkan jumlah lantai, skor sama

dengan jumlah lantai tetapi jika jumlah lantai lebih dari empat maka skor tetap empat. kebanyakan TES memiliki potensial rata-rata memiliki 2 lantai. Selanjutnya gedung 1 lantai ada 9 gedung ada 5 gedung dengan total 3 lantai dan yang terakhir ada 4 lantai ada 2 gedung. Secara detail dapat dilihat pada tabel 2 jumlah lantai sangat mempengaruhi evakuasi tsunami pertama terhadap genangan tsunami, yang kedua mempengaruhi daya tampung bangunan. Semakin besar jumlah lantai yang dapat membantu pada ketinggian tsunami dan demikian pula kapasitas semakin besar jumlah lantai semakin banyak pula pengungsi yang dapat ditampung.

Tabel 2. Skor Kondisi Bangunan

No	Shelter Name	Score				Total of score	Classification
		A	B	C	D		
1	Smp Negri 1 Mamuju	4	2	4	4	14	Suitable
2	Pengadilan Negri Mamuju	2	2	3	3	10	Middle condition
3	Masjid Annur	2	2	2	4	10	Middle condition
4	Masjid Ar-Rahiem	4	2	2	4	12	Middle condition
5	Masjid Nurul Anhar	1	1	2	4	8	Middle condition
6	Pasokorang	4	1	4	3	12	Middle condition
7	Masjid Al Muhajirin	2	2	2	4	10	Middle condition
8	Universitas Muhammadiyah Mamuju	1	3	3	4	11	Middle condition
9	Pt Pln Persero	3	4	2	3	12	Middle condition
10	RS. Mitra Manakarra	4	3	3	2	12	Middle condition
11	Gereja Katolik Santa Maria	2	2	2	4	10	Middle condition
12	Bpjs Ketenagakerjaan	4	3	2	3	12	Middle condition
13	Sd Inp Binanga 3	2	2	3	4	11	Middle condition
14	Sd Inp Rimuku	2	2	3	4	11	Middle condition
15	Sdn 3 Mamuju	1	1	2	4	8	Middle condition
16	Kantor Pengadilan Agama	3	1	2	3	9	Middle condition
17	Kantor Kementerian Agama Mamuju	3	3	2	3	11	Middle condition
18	Dinas Perumahan Rakyat	1	1	2	3	7	Unsuitable
19	Gedung Keuangan Negara Mamuju	1	4	4	3	12	Middle condition
20	Lpse Kab Mamuju	4	1	2	3	10	Middle condition
21	Badan Pusat Statistik	3	2	3	3	11	Middle condition
22	Unit Pelaksanaan Teknik	3	1	2	3	9	Middle condition
23	Kantor Pos Mamuju	1	1	2	3	7	Unsuitable
24	Apotek Tamborang	1	2	2	2	7	Unsuitable
25	Masjid Raya Suada	2	3	3	4	12	Middle condition
26	Masjid Jami Nurul Mujtahidah	1	2	2	4	9	Middle condition
27	Masjid Al Quba	2	2	2	4	10	Middle condition
28	Masjid Babu Jannah	2	1	2	4	9	Middle condition
29	Masjid Nurul Mujtahidah	1	2	2	4	9	Middle condition
30	Masjid Karema	1	2	2	4	9	Middle condition
31	Pasar Sentral Mamuju	1	2	4	3	10	Middle condition
32	Pasar Baru Mamuju	2	2	4	3	11	Middle condition

Dimana Skor: *A = scoring for distance from the road; B = scoring for number of floors; C = scoring for volume capacity; D = scoring for function of building.*

Kebutuhan ruang pengungsi diperoleh dari perkiraan jumlah penduduk yang terkena dampak dikalikan dengan kebutuhan ruang minimum per orang 1,64 [15]. berdasarkan volume kapasitas bangunan tergantung pada area skor analisis pada bangunan

publik adalah jika kurang dari 100 orang diberi skor 1, jika volume kapasitas antara 100-500 diberi skor 2, dan skor 3 untuk kapasitas volume sekitar 500-1000 orang dan jika lebih dari seribu orang diberikan skor 4. Berdasarkan hasil analisis kapasitas volume rata-rata potensi bangunan untuk menjadi TES yaitu 100 sampai dengan 500 orang dan terbanyak kedua yaitu pada volume kapasitas 500-1000 orang sebanyak 8

gedung dan yang terakhir adalah 5 gedung yang volume kapasitasnya lebih dari 1000 orang dan tidak ada satu gedung pun yang kapasitas gedungnya kurang dari 100 orang. Dapat dilihat pada tabel 2 besarnya volume kapasitas tiap gedung  $m^2$ .

Penilaian pada Fungsi Bangunan Kriteria bangunan umum yang digunakan sebagai fasilitas umum adalah sekolah, tempat ibadah, perkantoran kota, komersial, fasilitas kesehatan, dan kawasan pemukiman. Fungsi bangunan sekolah dan tempat ibadah merupakan bangunan umum yang baik untuk digunakan sebagai tempat berteduh dapat dilihat pada fungsi bangunan pada tabel 2 terdapat 15 bangunan yang mendapat skor 4 karena fungsi bangunan tersebut merupakan tempat ibadah dan sekolah, yang kedua adalah kantor walikota dengan skor 3 terdapat 13 gedung perkantoran kota yang dapat menjadi bangunan hunian potensial. Dan yang terakhir adalah fasilitas kesehatan terdapat 2 gedung yang merupakan fasilitas kesehatan, secara detail dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Berdasarkan hasil analisis pada tabel 2 Rata-rata potensi bangunan di kecamatan Mamuju berada di tengah, yaitu 29 bangunan. Hanya 1 gedung yang dapat dikategorikan layak, dan terdapat 2 gedung yang dikategorikan tidak layak karena rata-rata jumlah lantai di setiap gedung hanya memiliki 2 lantai sehingga mempengaruhi skor yang ada. Namun dalam hasil analisis semua parameter yang akan dianalisis lebih lanjut, hanya bangunan dengan kategori menengah dan sesuai. Oleh karena itu, bangunan yang tidak cocok tidak termasuk dalam analisis selanjutnya.

Lokasi TES harus berada pada ketinggian yang cukup di atas permukaan tanah, bergantung pada ketinggian genangan tsunami di darat (inundasi) yang berbeda di setiap lokasi. Setiap lokasi yang akan dibangun TES terlebih dahulu harus memiliki peta tsunami untuk menentukan ketinggian TES di atas level inundasi tsunami [9].

Berdasarkan tabel 3, dapat disimpulkan bahwa bangunan umum yang diusulkan untuk Hunian Evakuasi Sementara Tsunami didasarkan pada elevasi/tinggi dan hasilnya 6 bangunan yang tidak memenuhi kriteria standar ketinggian/elevasi yang seharusnya didasarkan pada lokasi keberadaan Hunian Evakuasi Sementara Tsunami di daerah genangan. sementara ada 20 bangunan umum yang memenuhi kriteria ketinggian standar. Bangunan yang tidak sesuai ketinggian pada saat setelah perhitungan genangan tsunami tidak dapat digunakan untuk menjadi Tempat Pengungsian Sementara Tsunami.

Lokasi-lokasi atau fasilitas umum yang terpilih ialah 3 sekolah yang pertama di antaranya SMP Negeri 1 Mamuju yang berada di perempatan jalan yang sangat

mudah untuk di akses, memiliki banyak kapasitas untuk para pengungsi dan ketinggian bangunan dari permukaan tanah sangat memadai, yang ke 2 ialah Universitas Muhammadiyah Mamuju, di mana ketinggian dari permukaan tanah memadai, jumlah lantai dan kapasitas memadai untuk menjadi tempat evakuasi, yang terakhir untuk fungsi bangunan ialah SD Inp Binanga 3 memiliki kapasitas untuk menampung masyarakat yang banyak.

Tempat ibadah merupakan tempat yang paling banyak tersebar dan memiliki kapasitas yang banyak untuk menampung sekitarnya jumlah lantai minimal 2 lantai dan ketinggian dari bawah tanah yang di atas tinggi prediksi genangan tsunami masjid yang sesuai dengan klasifikasi parameter tersebut ialah Masjid Annur, Masjid Ar-Rahim, Masjid Nurul Anhar, Masjid Al-Muhajirin, Gereja Katolik Santa Maria, Masjid Raya Suada,, Masjid Babu Jannah, dan Masjid Karema, Adapun masjid yang tidak terpilih ialah Masjid Jami Nurul Mujtahidah, Masjid Al-Quba di karena kan ketinggian dari permukaan tanah yang berada di bawah ketinggian inundasi Tsunami.

Fasilitas umum seperti rumah sakit hanya 1 ialah RS. Mitra Manakarra melewati prediksi tinggi genangan Tsunami, memiliki banyak kapasitas menampung masyarakat tapi diutamakan masyarakat yang membutuhkan pertolongan dan fasilitas umum yang terakhir ialah bangunan pemerintahan yang sesuai dengan kriteria [11] dan ketinggian Tsunami berada di atas prediksi genangan Tsunami ialah Unit Pelaksanaan Teknik, Badan Pusat Statistik, Gedung Keuangan Negara Mamuju, PT. PLN persero dan pengadilan Negeri Mamuju.

Lokasi-lokasi tersebut merupakan lokasi yang sesuai kriteria dan berada di atas ketinggian genangan tsunami dari permukaan tanah telah di analisis dan disarankan untuk menjadi TES agar dapat mempermudah masyarakat untuk mengevakuasi diri ke tempat terdekat dari posisi pada saat terjadinya gempa.

Berdasarkan hasil analisis dari parameter pemilihan TES yaitu Akses bangunan, fungsi bangunan, kapasitas bangunan dan jumlah lantai terdapat 1 yang sangat nyaman untuk dijadikan sebagai TES, 28 bangunan yang layak menurut kriteria dan terdapat 3 bangunan yang tidak layak untuk di gunakan untuk menjadi TES. Hasil analisis kriteria bangunan yang layak dianalisis kembali pada ketinggian genangan Tsunami, berdasarkan ketinggian dari permukaan tanah dan terdapat 20 bangunan yang ketinggiannya dari permukaan tanah berada di atas dari prediksi ketinggian genangan/inundasi Tsunami. Sehingga 20 bangunan tersebut layak digunakan sebagai Tempat Evakuasi Sementara Masyarakat pada saat bencana Tsunami. dan berdasarkan analisis

jaringan jalan, penentuan titik kejadian yaitu yang berada di area pantai dan di area padat penduduk dari titik tersebut menuju ke Tempat Evakuasi Sementara

yang membentuk 54 jalur tercepat yang telah di analisis berdasarkan metode *Network Anlysis*.

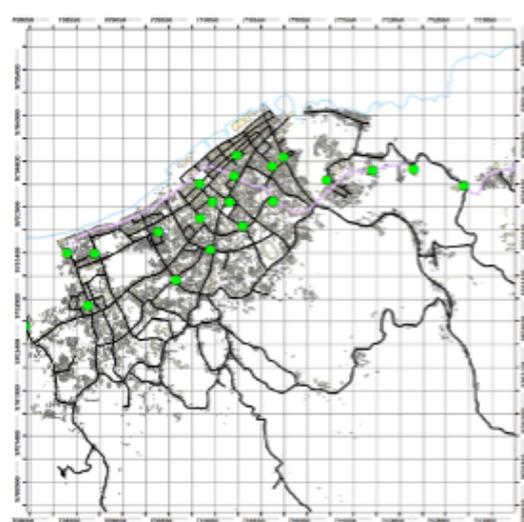
Tabel 3. Analisis ketinggian Tempat Evakuasi Sementara

No	Shelter Name	Tsunami Inundation heigh predictio	Freeboard Height (3 m + 30% Puddle Height + TES Height from Ground Elevation)	Existing Height of Tsunami Temporary Evacuation Shelter proposal	Result
1	Smp Negri 1 Mamuju	1	3 m + 0.3 m + 1 = 4.3 m	7	Appropriate
2	Pengadilan Negri Mamuju	1	3 m + 0.3 m + 1 = 4.3 m	7	Appropriate
3	Masjid Annur	2	3 m + 0.6 m + 2 = 5.6 m	6	Appropriate
4	Masjid Ar-Rahiem	2	3 m + 0.6 m + 2 = 5.6 m	6	Appropriate
5	Masjid Nurul Anhar	1	3 m + 0.3 m + 1 = 4.3 m	5	Appropriate
6	Pasokorang	1	3 m + 0.3 m + 1 = 4.3 m	8	Appropriate
7	Masjid Al Muhajirin	1	3 m + 0.3 m + 1 = 4.3 m	5	Appropriate
8	Universitas Muhammadiyah Mamuju	1	3 m + 0.3 m + 1 = 4.3 m	7	Appropriate
9	Pt Pln Persero	1	3 m + 0.3 m + 1 = 4.3 m	11	Appropriate
10	Rs Mitra Manakarra	1	3 m + 0.3 m + 1 = 4.3 m	9	Appropriate
11	Gereja Katolik Santa Maria	1	3 m + 0.3 m + 1 = 4.3 m	6	Appropriate
12	Bpjs Ketenagakerjaan	1	3 m + 0.3 m + 1 = 4.3 m	8	Appropriate
13	Sd Inp Binanga 3	1	3 m + 0.3 m + 1 = 4.3 m	6	Appropriate
14	Sd Inp Rimuku	3	3 m + 0.9 m + 3 = 6.9 m	5	Inappropriate
15	Sdn 3 Mamuju	3	3 m + 0.9 m + 3 = 6.9 m	5	Inappropriate
16	Kantor Kementrian Agama Mamuju	3	3 m + 0.9 m + 3 = 6.9 m	5	Inappropriate
17	Gedung Keuangan Negara Mamuju	1	3 m + 0.3 m + 1 = 4.3 m	6	Appropriate
18	Lpse Kab Mamuju	3	3 m + 0.9 m + 3 = 6.9 m	6	Inappropriate
19	Badan Pusat Statistik	1	3 m + 0.3 m + 1 = 4.3 m	23	Appropriate
20	Unit Pelaksanaan Teknik	1	3 m + 0.3 m + 1 = 4.3 m	14	Appropriate
21	Masjid Raya Suada	1	3 m + 0.3 m + 1 = 4.3 m	5	Appropriate
22	Masjid Jami Nurul Mujtahidah	3	3 m + 0.9 m + 3 = 6.9 m	5	Inappropriate
23	Masjid Al Quba	3	3 m + 0.9 m + 3 = 6.9 m	4	Inappropriate
24	Masjid Babu Jannah	1	3 m + 0.3 m + 1 = 1.3 m	8	Appropriate
26	Masjid Karema	1	3 m + 0.3 m + 1 = 4.3 m	6	Appropriate
27	Pasar Sentral Mamuju	2	3 m + 0.6 m + 2 = 5.6 m	7	Appropriate

Dimana Skor: *A = Nomor Kode; B = Prediksi Genangan Tsunami; C = Tinggi Freeboard (3 m + 30% Tinggi Genangan + Tinggi Genangan); D= Ketinggian Eksisting Tsunami Usulan Pengungsian Sementara; E= Hasil*

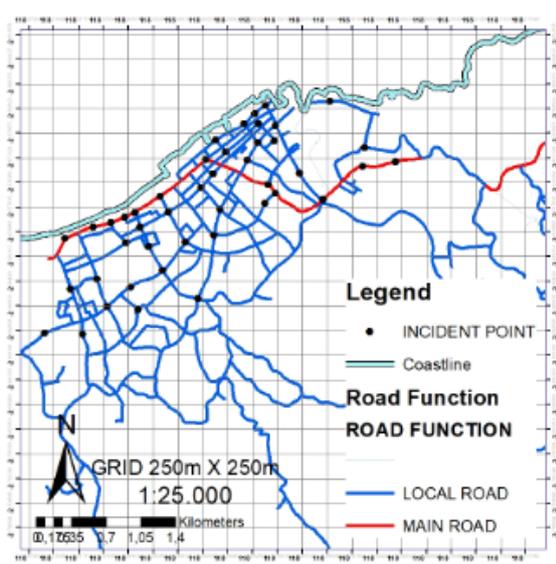
**3.2. Analisis Rute Evakuasi Tsunami**

Analisis dilakukan dengan mempertimbangkan jarak tegak lurus dengan garis pantai di mana aksesibilitas, lebar jalan, memiliki lokasi yang cukup luas, jumlah lantai dan fungsi bangunan. Penentuan titik ini dilakukan dengan bantuan google maps, google earth, indeks peta bahaya tsunami dan peta jaringan jalan. Lokasi titik evakuasi juga harus dapat melayani semua wilayah (gambar 3).

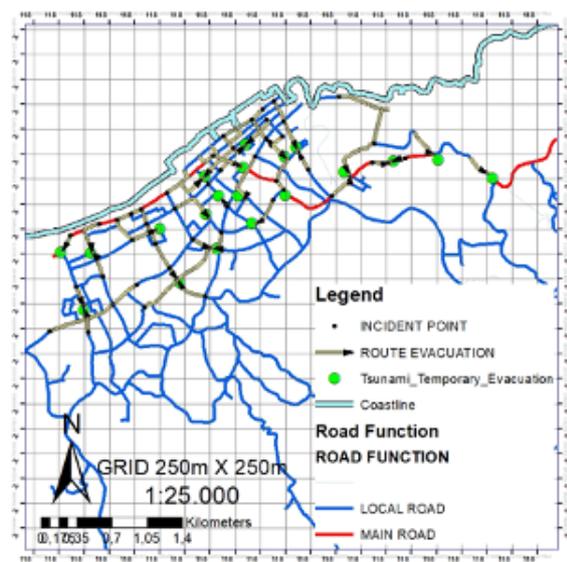


Gambar 3. Titik evakuasi di Area Penelitian

*Network Analysis* dilakukan dengan menggunakan peta jaringan Jalan Kabupaten Mamuju dan menggunakan ArcGIS 10.7 Analisis Fasilitas Terdekat digunakan metode di mana fasilitas lebih dekat dengan suatu titik. Seperti analisis rute. Berikut adalah beberapa proses dan hasil dari analisis fasilitas jaringan terdekat di ArcGIS 10.7 Dalam analisis jaringan jalan, sebanyak 21 titik ditetapkan untuk digunakan sebagai titik evakuasi dan 54 titik kejadian digunakan untuk pergerakan referensi. Setelah menentukan titik ini. Terdapat 54 jalur evakuasi dan 21 titik evakuasi (gambar 4).



Gambar 4. Titik Insiden



Gambar 5. Rute Evakuasi

Titik kejadian berarti titik yang berada di zona bahaya tsunami dan berbanding lurus dengan tingkat kepadatan penduduk pada titik tersebut. Posisi titik ini diperoleh dari interpretasi citra satelit yang telah diambil sebelumnya, dan merupakan titik sampel untuk menentukan jalur evakuasi tsunami di Kabupaten Mamuju (gambar 5).

Dari titik-titik tersebut ditetapkan jalur evakuasi tsunami ke titik evakuasi terdekat. Pada gambar 5. Rute evakuasi terbentuk berdasarkan analisis jaringan jalan, di mana pada analisis tersebut menunjukkan jalan atau jalur yang tercepat untuk dilalui dari titik kejadian yang dipilih berdasarkan titik terdekat rawan bencana Tsunami seperti berada dekat dengan pantai Mamuju.

#### 4. KESIMPULAN

ArcGIS sangat berperan penting dalam analisis perencanaan Tempat Evakuasi Sementara yang akan mempermudah evakuasi masyarakat ke beberapa TES di sekitarnya yang layak dan aman untuk digunakan pada saat terjadinya bencana dan tersebar di beberapa daerah pada kecamatan Mamuju. Sedangkan setelah adanya jalur evakuasi, dapat mempercepat masyarakat menuju ke tempat evakuasi sementara yang berada di sekitarnya.

Setelah adanya Tempat evakuasi Sementara dan titik awal atau titik kejadian. Analisis spasial dapat dilakukan dengan menjadi Peta-Peta yang dapat digunakan dalam menentukan titik-titik evakuasi yang dibantu dengan citra satelit berupa google earth dan google maps. Dalam penelitian ini, sebanyak 21 titik evakuasi yang sesuai dengan kriteria jalur evakuasi diperoleh, masing-masing jalur ini merupakan jalur terdekat dengan titik evakuasi terdapat 11 lokasi yang tidak sesuai dengan kriteria. TES hanya digunakan untuk beberapa saat. Oleh karena itu saran untuk penelitian selanjutnya ialah menganalisis tempat evakuasi akhir apabila bencana Tsunami memberikan dampak atau kerusakan yang parah pada rumah warga yang berada di kecamatan Mamuju seperti pada saat terjadinya gempa banyak masyarakat yang sangat membutuhkan tempat tinggal atau tempat evakuasi akhir.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] G. Pasau and A. Tanauma, "Analisis Resiko Gempa Bumi Wilayah Lengan Utara Sulawesi Menggunakan Data Hiposenter Resolusi Tinggi Sebagai Upaya Mitigasi Bencana," *Spektra: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, vol. 16, no. 3, pp. 6–10, 2015.
- [2] T. Muhtar, A. Amar, and A. Akbar, "Penentuan Jalur Evakuasi Menuju Bandar Udara Melalui Pendekatan Analytic Hierarchy Process (AHP)," *Jurnal Linears*, vol. 5, no. 1, pp. 25–31, 2022.
- [3] A. Wahyuni *et al.*, "ANALISIS SEISMISITAS SULAWESI BARAT BERDASARKAN DATA GEMPA 1967-2021," *SAINFIS: Jurnal Sains Fisika*, vol. 2, no. 1, pp. 55–62, 2022.
- [4] P. K. Rai, P. Singh, A. Singh, and K. Mohan, "Network Analysis Using GIS," *International Journal of Emerging Technologies in Computational and Applied Sciences (IJETCAS)*, vol. 5, no. 32019, pp. 289–292, 2013.
- [5] R. E. Langitan, A. Agusrianto, D. S. Oktavia, and D. D. Manggasa, "Edukasi mitigasi bencana meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat menghadapi bencana gempa bumi," *Madago Community Empowerment for Health Journal*, vol. 1, no. 2, pp. 40–45, 2022.
- [6] R. Arifal and F. Ashar, "Perencanaan tempat evakuasi sementara untuk bencana tsunami di kelurahan pasir nan tigo kota padang," *CIVED*, vol. 8, no. 3, pp. 111–116, 2021.
- [7] H. Yanto, "Optimalisasi Jalur Evakuasi Tsunami Menggunakan Sistem Informasi Geografis Di Kota Padang Berbasis Web," *Jurnal Sains Dan Informatika*, vol. 4, no. 2, pp. 193–202, 2018.
- [8] H. Hendra and Y. F. Riti, "PERBANDINGAN ALGORITMA DIJKSTRA DAN FLOYD-WARSHALL DALAM MENENTUKAN RUTE TERPENDEK STASIUN GUBENG MENUJU WISATA SURABAYA," *JIKA (Jurnal Informatika)*, vol. 6, no. 3, pp. 297–309, 2022.
- [9] E. Ismantohadi and I. Iryanto, "Penerapan Algoritma Dijkstra Untuk Penentuan Jalur Terbaik Evakuasi Tsunami–Studi Kasus: Kelurahan Sanur Bali," *JIT (Jurnal Teknologi Terapan)*, vol. 4, no. 2, pp. 72–78, 2018.
- [10] D. C. Adilang, A. E. Tungka, and F. Warouw, "PEMETAAN JALUR EVAKUASI TSUNAMI DENGAN METODE NETWORK ANALYST BERBASIS SIG DI KOTA MANADO TSUNAMI EVACUATION ROUTE MAPPING USING NETWORK ANALYST METHOD BASED ON GIS IN MANADO CITY," *SPASIAL*, vol. 9, no. 1, pp. 52–61, 2022.
- [11] A. H. Thambas, P. P. Egam, and L. M. Rompas, "Jalur Evakuasi pada Permukiman Pesisir Pantai Rawan Bencana," *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*, vol. 8, no. 3, pp. 89–95, 2019.
- [12] S. J. V. G. D. Committee, S. J. Venture, S. E. A. of California, A. T. Council, and C. U. for Research in Earthquake Engineering, *Recommended Seismic Evaluation and Upgrade Criteria for Existing Welded Steel Moment-frame Buildings*. Federal Emergency Management Agency, 2000, vol. 351.
- [13] N. Nurwatik, F. Bioresita, and D. Setiawan, "Penentuan Lokasi Titik Evakuasi Sementara Bencana Tsunami Menggunakan Metode Network Analyst (Studi Kasus: Pesisir Selatan Kabupaten Pangandaran)," *Geoid*, vol. 17, no. 1, pp. 53–61, 2022.
- [14] M. H. Habibi and N. Khakim, "Aplikasi Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis Untuk Perencanaan Jalur Evakuasi Tsunami di Kecamatan Wateskabupatenkulonprogo," *Jurnal Bumi Indonesia*, vol. 6, no. 2, p. 228687, 2016.
- [15] A. Suharyanto, A. Pujiraharjo, F. Usman, K. Murakami, and C. Deguchi, "Predicting tsunami inundated area and evacuation road based on local condition using GIS," *IOSR J. Environ. Sci., Toxicol. Food Technol.(IOSR-JESTFT)*, vol. 1, pp. 5–11, 2012.



© 2023 by the authors. Licensee LINEARS, Indonesia. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC ND) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>).