

Penentuan Jalur Evakuasi Pada Kawasan Rawan Bencana Tsunami (Studi Kasus: Kawasan Pesisir Kecamatan Galesong, Kabupaten Takalar)

Ahmad Kurniawan^{1)*}, Ihsan²⁾, Abdul Rachman Rasyid³⁾

¹⁾Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Email: awanak123@gmail.com

²⁾Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Email: ace.ihsan@gmail.com

³⁾Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Email: ranchman_rasyid@yahoo.com

ABSTRACT

The purpose of this study is to map evacuation routes in tsunami-prone areas. The research location is along the coast of Galesong District, Takalar Regency. Data collection techniques carried out were interviews, agency studies, literature reviews, and field observations. The method used in determining the level of threat of a tsunami disaster at the location of the study was spatial analysis, descriptive analysis, and weighting analysis based on tsunami height and exposed population index which is substituted into the threat level matrix. While to determine the mapping of tsunami evacuation routes is the least cost path method. The method determines the most optimal evacuation path (time and distance) from tsunami-prone areas to the location of temporary evacuation. Determination of the optimal route is based on surface costs or cost weighted distance by considering land use and slope in the study area. The results of the research obtained based on the threat level matrix are all villages in the study area belong in the high threat class for the tsunami disaster. Evacuation shelter building that meet the criteria are spread throughout the Galesong District area. The number of temporary evacuation sites is 34 units. The results of the analysis of at least track costs are 66 of the most optimal total evacuation routes to the location of evacuation shelter building.

Keywords: *Least Cost Path, Evacuation Route, Tsunami, Disaster*

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah memetakan jalur evakuasi di kawasan rawan bencana tsunami. Lokasi penelitian berada di sepanjang pesisir Kecamatan Galesong Kabupaten Takalar. Teknik pengumpulan data yang dilakukan adalah wawancara, studi instansi, tinjauan pustaka, dan observasi lapangan. Metode yang digunakan dalam menentukan tingkat ancaman bencana tsunami di lokasi penelitian adalah dengan analisis spasial, analisis deskriptif, dan analisis pembobotan berdasarkan ketinggian tsunami dan indeks penduduk terpapar yang kemudian disubstitusikan ke dalam matriks tingkat ancaman. Sedangkan untuk menentukan pemetaan jalur evakuasi tsunami adalah dengan metode *least cost path*. Metode tersebut menentukan jalur evakuasi paling optimal (waktu dan jarak) dari daerah rawan tsunami menuju ke lokasi tempat evakuasi sementara (TES). Penentuan rute optimal tersebut berdasarkan permukaan biaya atau *cost weighted distance* dengan mempertimbangkan guna lahan dan kemiringan lereng di kawasan penelitian. Hasil penelitian yang diperoleh berdasarkan matriks tingkat ancaman adalah seluruh desa yang berada di wilayah penelitian termasuk ke dalam kelas tingkat ancaman tinggi untuk bencana tsunami. Tempat evakuasi sementara yang sesuai kriteria tersebar di seluruh kawasan pesisir Kecamatan Galesong. Jumlah usulan tempat evakuasi sementara sebanyak 34 unit. Hasil analisis *least cost path* menunjukkan ada 66 jumlah total jalur evakuasi paling optimal menuju ke lokasi tempat evakuasi sementara (TES).

Kata Kunci: *Least Cost Path, Jalur Evakuasi, Tsunami, Tingkat Ancaman, Bencana*

PENDAHULUAN

Kawasan pesisir selalu dijadikan sebagai lokasi yang disukai oleh manusia untuk bermukim karena kawasan pesisir memiliki daya tarik tersendiri serta kesempatan untuk melakukan pembangunan karena sumber daya di pesisir

yang berlimpah. Kabupaten Takalar terletak di pesisir Sulawesi Selatan yang dimana sebagian dari wilayah Kabupaten Takalar merupakan pesisir yang berhadapan langsung dengan Selat Makassar sekaligus berada langsung di atas laut Flores yang menyimpan potensi gempa bawah laut

* Corresponding author. Tel: +62-823-0020-0309
Jalan Poros Malino km. 6 Bontomarannu, Gowa
Sulawesi Selatan, Indonesia, 92711

yang dapat menimbulkan tsunami. Berdasarkan data kajian risiko bencana tsunami, kabupaten takalar termasuk kawasan yang rawan bencana tsunami.

Bencana alam seperti gempa bumi dan tsunami ialah peristiwa alam yang tidak bisa dicegah terjadinya, tetapi dapat diminimalkan dampak kerugian yang ditimbulkan oleh bencana tersebut. Bencana alam di Indonesia sudah sangat sering terjadi, dari kejadian tersebut seharusnya dapat memberi pelajaran tentang pentingnya upaya mitigasi bencana. Berangkat dari fakta bahwa Pulau Sulawesi rawan terhadap bencana alam khususnya tsunami, seyogyanya memiliki upaya mitigasi untuk menghadapi serangan bencana tsunami guna mengurangi dampak korban materi maupun korban jiwa. Informasi mengenai kawasan rawan bencana dan jalur evakuasi sangat penting untuk meminimalisir jumlah korban dan kerusakan akibat bencana yang terjadi. Upaya mitigasi bencana perlu disiapkan untuk meminimalkan korban. Oleh sebab itu, diperlukan suatu penelitian mengenai jalur evakuasi tsunami sebagai salah satu elemen yang berperan penting selama dan setelah terjadi bencana tsunami. Sebagai suatu upaya untuk penyelamatan diri pada saat terjadi bencana tsunami.

TINJAUAN PUSTAKA

Upaya struktural dalam menangani masalah bencana tsunami adalah upaya teknis yang bertujuan untuk meredam/mengurangi energi gelombang tsunami yang menjalar ke kawasan pantai. Mengingat tsunami menjalar secara frontal dengan arah tegak lurus terhadap bidang subduksi, sedangkan secara garis besar teluk-teluk dan pelabuhan-pelabuhan yang potensial terhadap bahaya tsunami (yaitu yang mengandung langsung ke zona subduksi) dapat ditetapkan, dan trayek perjalanan tsunami ke teluk-teluk atau pelabuhan-pelabuhan tersebut dapat diperkirakan. Berdasarkan pemahaman atas mekanisme terjadinya tsunami, karakteristik gelombang tsunami, inventarisasi dan identifikasi kerusakan struktur bangunan, maka upaya struktural tersebut dapat dibedakan menjadi 2 (dua) kelompok, yaitu alami dan buatan.

Alami, seperti penanaman green belt (hutan pantai atau mangrove), di sepanjang kawasan pantai dan perlindungan terumbu karang. Buatan, yaitu berupa pembangunan breakwater, *seawall*, pemecah gelombang sejajar pantai untuk menahan tsunami, memperkuat desain bangunan serta infrastruktur lainnya dengan kaidah teknik bangunan tahan bencana tsunami dan tata ruang akrab bencana.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 64 Tahun 2010 tentang Mitigasi Bencana Di Wilayah Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil, Kegiatan struktur/fisik untuk mitigasi terhadap jenis bencana tsunami meliputi penyediaan sistem peringatan dini, penggunaan bangunan peredam tsunami, penyediaan fasilitas penyelamatan diri, penggunaan konstruksi bangunan ramah bencana tsunami, penyediaan prasarana dan sarana kesehatan, vegetasi pantai, dan pengelolaan ekosistem pesisir.

Menurut Pedoman Mitigasi Bencana Alam di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, upaya non struktural merupakan upaya non teknis yang menyangkut penyesuaian dan pengaturan tentang kegiatan manusia agar sejalan dan sesuai dengan upaya mitigasi struktural maupun upaya lainnya. Upaya non struktural yaitu, peraturan perundangan yang mengatur tentang bencana alam, kebijakan tentang tata guna lahan / tata ruang/ zonasi kawasan pantai yang aman bencana, kebijakan tentang standarisasi bangunan (pemukiman maupun bangunan lainnya) serta infrastruktur sarana dan prasarana, mikrozonasi daerah rawan bencana dalam skala lokal, pembuatan Peta Potensi Bencana Tsunami, Peta Tingkat Kerentanan dan Peta Tingkat Ketahanan, kebijakan tentang eksplorasi dan kegiatan perekonomian masyarakat kawasan pantai, pelatihan dan simulasi mitigasi bencana tsunami, penyuluhan dan sosialisasi upaya mitigasi bencana tsunami, dan pengembangan sistem peringatan dini adanya bahaya tsunami.

Tsunami berasal dari bahasa Jepang. "tsu": pelabuhan, "name": gelombang, sehingga secara umum diartikan sebagai pasang laut yang besar di pelabuhan. Kata ini secara mendunia sudah

diterima dan secara harfiah yang berarti gelombang tinggi/besar yang menghantam pantai/pesisir. *US Army Corps of Engineers* (1990) mendefinisikan Tsunami sebagai gelombang laut gravitasi periode panjang yang ditimbulkan oleh gangguan seperti gerakan patahan, gempa, longsor, jatuhnya benda-benda langit (meteor), letusan gunung berapi bawah laut dan letusan (*explosion*) di dekat muka air laut.

Tsunami disebabkan oleh adanya interaksi antara gerakan dasar laut, danau atau reservoir dengan air di atasnya, misalnya yang ditimbulkan oleh dislokasi dan longsor. Letusan gunung berapi, atau tumbukan meteor atau benda lainnya yang masuk ke dalam perairan juga mampu menimbulkan tsunami (Triadmadja, 2010). Beberapa penyebab tsunami antara lain tsunami akibat dislokasi dasar perairan, tsunami akibat longoran dan tsunami akibat meteor atau benda langit lainnya.

Sebelum terkena tsunami, strategi utama untuk menyelamatkan jiwa adalah dengan segera mengevakuasi orang-orang dari daerah bahaya ke tempat-tempat yang aman. US NTHMP (Eisner dan NTHMP, 2001) menyebutkan ada dua metode umum, yaitu evakuasi horizontal dan vertikal.

Metode evakuasi horizontal mengungsikan orang dari daerah bahaya ke tempat-tempat aman di lokasi yang jauh atau tempat yang lebih tinggi. Metode ini umumnya diterapkan di banyak kasus bencana tsunami. Metode evakuasi vertikal, evakuasi dilakukan dengan mengungsikan orang-orang ke atas lantai gedung bertingkat yang kuat terletak di sekitar mereka.

Lokasi evakuasi vertikal perlu ditentukan, terutama untuk kasus peringatan besar, karena area aman yang dapat diakses hanya di sisi timur Kabupaten Takalar dan mengakibatkan orang yang ada di di kawasan penelitian tidak dapat mencapai area tersebut selama waktu evakuasi tsunami yang diestimasikan. Titik target evakuasi vertikal dalam penelitian ini didefinisikan sebagai titik akses yang memasuki gedung evakuasi tsunami. Menurut BNPB (2012) bangunan umum dapat dijadikan Sebagai TESTsunami antara lain bangunan umum seperti masjid, sekolah, rumah sakit, kantor,

hotel juga dapat digunakan sebagai tempat evakuasi.

Dalam perencanaan jalur evakuasi tsunami ini mempertimbangkan daerah rawan yang nantinya didapat titik kumpul dan gedung evakuasi untuk titik pengungsian. Kedua titik ini ditentukan berdasarkan dari hasil pemodelan tsunami. Sehingga dapat ditentukan lokasi yang tepat untuk tempat evakuasi sementara (TES).

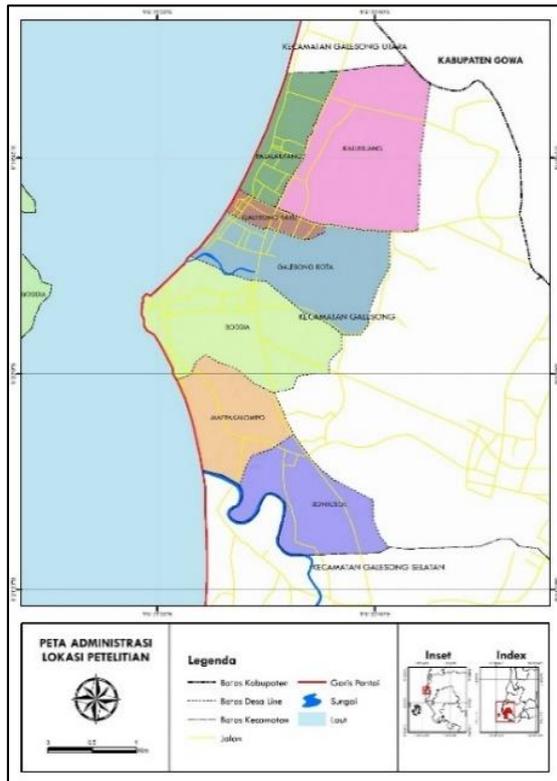
Menurut SDC (2007), Sulaeman dkk (2008) dan Harsanugraha & Atriyon (2008), ada beberapa hal yang harus di dipertimbangkan dalam menentukan jalur evakuasi tsunami yaitu sebagai berikut: 1) titik awal evakuasi merupakan titik rawan yang paling dekat dengan laut dan resiko tsunami tinggi, serta permukiman padat; 2) jalur evakuasi dirancang menjauhi garis pantai dan menjauhi aliran sungai; 3) jalur yang dipilih merupakan jalur lingkungan, jalan raya, jalan nasional, jalan provinsi dan by pass sehingga akan memudahkan proses evakuasi; 4) jalur evakuasi sebaiknya adalah jalur terpendek menuju lokasi aman, jalur evakuasi diusahakan tidak melintangi sungai atau jembatan; 5) jalur evakuasi perlu dibuat parallel supaya tidak terjadi penumpukan massa; 6) untuk daerah berpenduduk padat, dirancang jalur evakuasi berupa sistem blok yang bertujuan agar tidak terjadi kemacetan pergerakan massa; dan 7) untuk daerah berbukit, lokasi pengungsian dapat di wilayah yang memiliki topografi yang lebih tinggi daripada ketinggian tsunami yang mungkin terjadi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian spasial keruangan dengan menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dan deskriptif kuantitatif. Metode ini bertujuan untuk menggali informasi dan memberikan gambaran tentang model spasial/keruangan kawasan yang berpotensi terjadi bencana tsunami dan menganalisis tingkat ancamannya (hazard) serta pemetaan jalur evakuasi yang ditentukan berdasarkan kriteria dan analisis spasial yang ada di lokasi penelitian.

Lokasi penelitian berada di sepanjang pesisir Kecamatan Galesong Kabupaten Takalar yang meliputi 7 Desa, yaitu Desa Bontoloe, Desa

Mappakalombo, Desa Boddia, Desa Galesong Kota, Desa Galesong Baru, Desa Palalakkang, dan Desa Kalukuang.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian
 Sumber: Citra satelit diolah oleh penulis, 2019

Data primer dikumpulkan dengan observasi dan pengamatan langsung di lapangan serta wawancara. Sedangkan data sekunder diperoleh dengan survei instansional, dokumentasi, dan interpretasi. Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini meliputi indeks ancaman tsunami, analisis spasial, analisis deskriptif, analisis lokasi tempat evakuasi, analisis *cost weighted sitance*, dan analisis *least cost path*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis mengenai tingkat ancaman bencana tsunami yang mengacu dari Peraturan Kepala BNPB Nomor 02 Tahun 2012 adalah dihitung dari hasil indeks ancaman dan indeks penduduk terpapar. Penentuan tingkat ancaman dilakukan dengan menggunakan matriks Berdasarkan hasil pembobotan indikator ancaman bencana tsunami akan menghasilkan indeks ancaman bencana tsunami.

Tabel 1. Matriks penentuan tingkat ancaman

Tingkat Ancaman	Indeks Penduduk Terpapar		
	Rendah	Sedang	Tinggi
Rendah			
Sedang			
Tinggi			

Sumber: BNPB, 2012

Keterangan:

- Tingkat Ancaman Rendah
- Tingkat Ancaman Sedang
- Tingkat Ancaman Tinggi

Berdasarkan prediksi ketinggian bencana tsunami di kawasan penelitian yang setinggi 8 meter maka kawasan penelitian yang mencakup 7 desa termasuk dalam klasifikasi tingkat ancaman kelas tinggi dengan nilai bobot 3. Pada penelitian ini parameter indeks penduduk terpapar meliputi kepadatan penduduk, rasio jenis kelamin, rasio kemiskinan, rasio kelompok umur, dan rasio orang cacat. Penilaian parameter dilakukan berdasarkan Peraturan Kepala BNPB Nomor 02 Tahun 2012. Kepadatan penduduk memiliki bobot 60% dan rasio jenis kelamin, rasio kemiskinan, rasio kelompok umur, dan rasio orang cacat 40%. Klasifikasi kerentanan memakai metode kelas interval yaitu kelas interval 1,00 – 1,67 (rendah), 1,68 – 2,34 (tinggi), 2,35 – 3,00 (tinggi).

Hasil dari analisis yang dilakukan berdasarkan parameter indeks penduduk terpapar adalah Desa Bontoloe, Desa Boddia, Desa Palalakkang, Desa Kalukuang, Desa Desa Galesong Kota, dan Desa Galesong Baru termasuk dalam kelas kerentanan tinggi. Sedangkan Desa Mappakalombo termasuk dalam kelas kerentanan sedang. Hanya Desa Mappakalombo yang termasuk dalam kelas kerentanan sedang disebabkan karena indikator rasio jenis kelamin dan rasio kelompok umur yang termasuk dalam kelas kerentanan rendah.

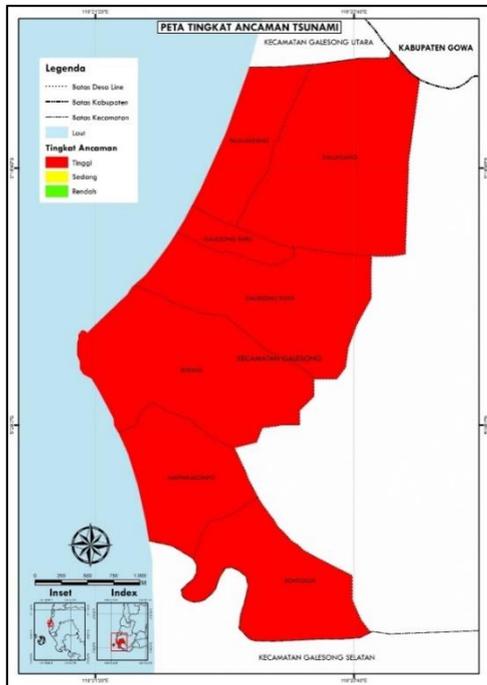
Tingkat ancaman di setiap Desa berdasarkan hasil dari perhitungan matriks tingkat ancaman bencana tsunami adalah semua desa di kawasan penelitian yaitu Desa Bontoloe, Desa Boddia, Desa Palalakkang, Desa Kalukuang, Desa Desa Galesong Kota, Desa Galesong Baru, dan Desa

Mappakalombo memiliki tingkat ancaman tinggi untuk bencana tsunami.

Tabel 2. Tingkat ancaman bencana tsunami setiap desa.

No.	Desa/Kelurahan	Tingkat Ancaman Bencana
1	Desa Bontoloe	Tinggi
2	Desa Boddia	Tinggi
3	Desa Palalakkang	Tinggi
4	Desa Kalukuang	Tinggi
5	Desa Galesong Kota	Tinggi
6	Desa Galesong Baru	Tinggi
7	Mappakalombo	Tinggi

Sumber: Hasil analisis penulis, 2019

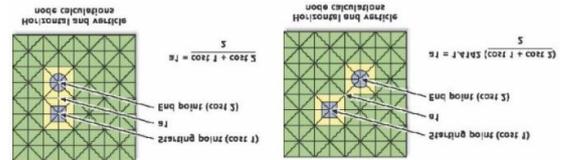


Gambar 2. Peta tingkat ancaman tsunami
Sumber: Citra satelit diolah oleh penulis, 2019

Cost Weighted Distance (CWD)

Cost surface atau permukaan biaya digunakan untuk membuat permodelan aksesibilitas dengan nilai yang berbeda untuk setiap jenis penggunaan lahan dan untuk setiap kemiringan lereng. Nilai setiap sel adalah *cost weighted distance* (CWD) antara sel asal dan titik tujuan terdekat. Permukaan biaya dikonversi ke dalam format raster dengan ukuran sel satu meter. Setiap jenis data memiliki nilai yang menggambarkan jenis guna lahan dan kemiringan lereng tersebut untuk mempengaruhi kecepatan berjalan para pengungsi. Konservasi kecepatan bernilai 100 (dalam %). Kemudian nilai guna lahan dan kemiringan lereng menggambarkan asumsi reduksi kecepatan untuk setiap kelas. Misalnya nilai 60 berarti kecepatan akan berkurang sebanyak 40%.

Tidak semua kelas data dapat dilewati, seperti badan air, rawa-rawa, atau bakau. Karena hal tersebut, nilai yang sesuai harus ditetapkan dan kelas yang relatif tidak dapat dilewati diberikan nilai 1 sampai 5. Dalam penelitian ini nilai kecepatan evakuasi rata-rata ditetapkan yaitu 1,34 m/s yang berdasarkan pada kecepatan paling lambat dari orang tua yang tidak dibantu. Kecepatan rata-rata tersebut dikalikan dengan nilai guna lahan (dalam %) untuk memperoleh nilai kecepatan untuk setiap kelas data. Agar lebih mudah dalam memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk evakuasi maka satuan kecepatan dibalik dari meter per detik menjadi detik per meter.



Gambar 3. Perhitungan *Cost Weighted Distance* antara dua sel yang berdekatan
Sumber: arcgispro, 2019

Tabel 3. Waktu yang dibutuhkan untuk melintasi setiap sel berdasarkan kelas guna lahan

Nilai (%)	Penggunaan Lahan	Kecepatan (m/s)	Kecepatan (s/m)
5	Permukiman	0,067	14,92537
60	Ladang	0,804	1,243781
50	Sawah	0,67	1,492537
60	Perkebunan	0,804	1,243781
95	Rel Kereta Api	1,273	0,785546
100	Jembatan	1,34	0,746269
90	Pantai	1,206	0,829187
50	Pelabuhan	0,67	1,492537
5	Kawasan Industri, Gedung	0,067	14,92537
95	Lahan Terbuka	1,273	0,785546
80	TPU	1,072	0,932836
1	Rawa-Rawa	0,0134	74,62687
5	Lapangan Olahraga (Tenis)	0,067	14,92537
40	Vegetasi	0,536	1,865672
80	Vegetasi Terbuka	1,072	0,932836
1	Kanal, Sungai, Danau, Kolam, Tambak	0,0134	74,62687
50	Semak Belukar	0,67	1,492537
100	Jalan Arteri	1,34	0,746269
100	Jalan Kolektor	1,34	0,746269
90	Jalan Lokal	1,206	0,829187
90	Jalan Lain	1,206	0,829187
80	Jalan Setapak	1,072	0,932836

Sumber: Widyaningrum, 2009

Tabel 4. Waktu yang dibutuhkan untuk melintasi setiap sel berdasarkan rentang kemiringan lereng tertentu

Nilai (%)	Kemiringan Lereng (%)	Kecepatan (m/sec) = 1,34*nilai baru	Inverse Speed (sec/m)
85	0 – 9	1,34	0,87796313
45	9 - 15	0,603	1,65837479
35	18 – 27	0,469	2,13219616
20	27 – 36	0,268	3,73134328
12	36 – 48	0,1608	6,21890547

Sumber: APDC, 2007

Analisis aksesibilitas didapatkan dengan mengombinasikan nilai dari setiap kelas guna lahan dan nilai dari kemiringan lereng serta rata-rata kecepatan yang ditetapkan dalam penelitian ini. Kecepatan rata-rata yang ditetapkan di penelitian ini adalah 1,34 m/s. seperti yang telah dijelaskan bahwa dalam penelitian ini kecepatan hasil kombinasi data tersebut dibalik (m/s menjadi s/m) untuk memudahkan dalam menghitung waktu evakuasi yang dibutuhkan.

Nilai kecepatan (invers speed) diperoleh dengan menggunakan rumus berikut:

$$\frac{\text{Nilai Guna Lahan}}{100} \times \frac{\text{Nilai Kemiringan Lereng}}{100} \times 1,34 (\text{Kecepatan rata-rata})$$

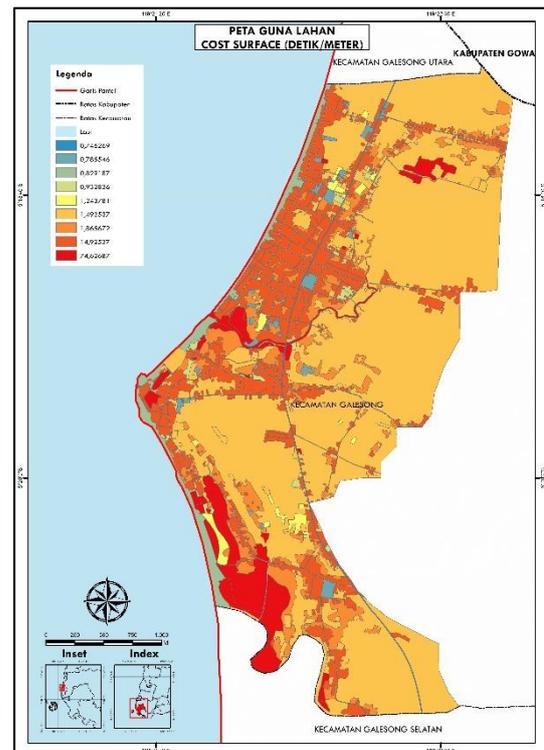
Penggunaan lahan di wilayah penelitian sangat beragam sehingga nilai untuk guna lahan di wilayah penelitian juga ikut beragam. Sedangkan kemiringan lereng di wilayah penelitian relatif landai atau dataran rendah. Kemiringan lereng di wilayah penelitian berkisar antara 0 – 8 % sehingga untuk kombinasi antara guna lahan dan kemiringan lereng untuk menghasilkan *invers speed* dengan mengalikan setiap nilai guna lahan hanya dengan satu kelas nilai kemiringan lereng berdasarkan rumus yang telah ditetapkan. Secara rinci hasil dari rumus di atas dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Nilai Invers Speed

Nilai Guna Lahan (%)	Penggunaan Lahan	Nilai Kemiringan Lereng (%)	Kemiringan Lereng (%)	Invers Speed (Detik/Meter)
5	Permukiman	85	0 – 8	17,55926251 10
60	Ladang	85	0 – 8	1,463271875 9
50	Sawah	85	0 – 8	1,755926251 1
60	Perkebunan	85	0 – 8	1,463271875 9
95	Rel Kereta Api	85	0 – 8	0,924171711 1
100	Jembatan	85	0 – 8	0,877963125 5
90	Pantai	85	0 – 8	0,975514583 9

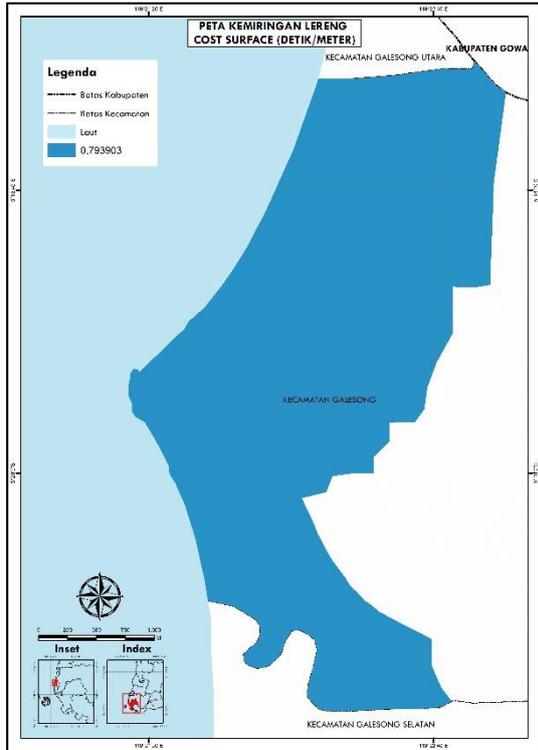
Nilai Guna Lahan (%)	Penggunaan Lahan	Nilai Kemiringan Lereng (%)	Kemiringan Lereng (%)	Invers Speed (Detik/Meter)
50	Pelabuhan	85	0 – 8	1,755926251 1
5	Kawasan Industri, Gedung	85	0 – 8	17,55926251 10
95	Lahan Terbuka	85	0 – 8	0,924171711 1
80	TPU	85	0 – 8	1,097453906 9
1	Rawa-Rawa	85	0 – 8	87,79631255 49
5	Lapangan Olahraga (Tennis)	85	0 – 8	17,55926251 10
40	Vegetasi	85	0 – 8	2,194907813 9
80	Vegetasi Terbuka	85	0 – 8	1,097453906 9
1	Kanal, Sungai, Danau, Kolam, Tambak	85	0 – 8	87,79631255 49
50	Semak Belukar	85	0 – 8	1,755926251 1
100	Jalan Arteri	85	0 – 8	0,877963125 5
100	Jalan Kolektor	85	0 – 8	0,877963125 5
90	Jalan Lokal	85	0 – 8	0,975514583 9
90	Jalan Lain	85	0 – 8	0,975514583 9
80	Jalan Setapak	85	0 – 8	1,097453906 9

Sumber: Hasil analisis penulis, 2019



Gambar 4. Peta *cost surface* berdasarkan kelas guna lahan (detik/meter)

Sumber: Citra satelit diolah oleh penulis, 2019

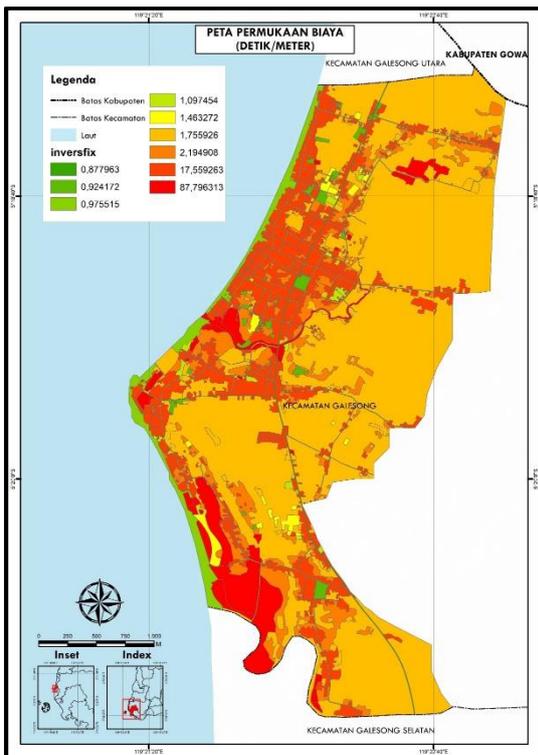


Gambar 5. Peta *cost surface* berdasarkan rentang kemiringan lereng (detik/meter)
Sumber: Citra satelit diolah oleh penulis, 2019

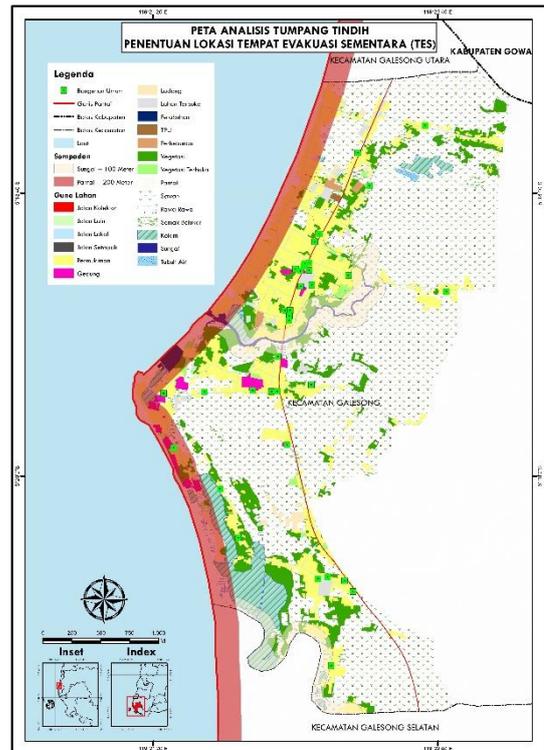
Analisis Lokasi TES

Usulan lokasi tempat evakuasi sementara (TES) di wilayah penelitian didasarkan skenario ketinggian tsunami dengan tinggi 8 meter. Dengan ketinggian tsunami 8 meter maka seluruh wilayah penelitian tergenangi oleh tsunami karena topografi di wilayah penelitian relatif rendah. Berdasarkan fakta tersebut maka metode evakuasi yang paling sesuai dengan wilayah penelitian adalah evakuasi vertikal dengan mengandalkan bangunan-bangunan tinggi yang tahan gempa untuk menjadi destinasi evakuasi bila terjadi bencana tsunami.

Pada wilayah penelitian tidak terdapat bangunan yang mencapai ketinggian >8 meter maka dilakukan penentuan titik evakuasi vertikal dengan mempertimbangkan kriteria menurut Budiarmo (2008), Mück (2008), dan Widyaningrum (2009), yaitu: 1) berada diluar sempadan pantai (200 meter) dan sempadan sungai (100 meter); 2) diutamakan berada di jalan utama agar mudah terlihat; dan 3) dekat atau berada di kawasan permukiman.

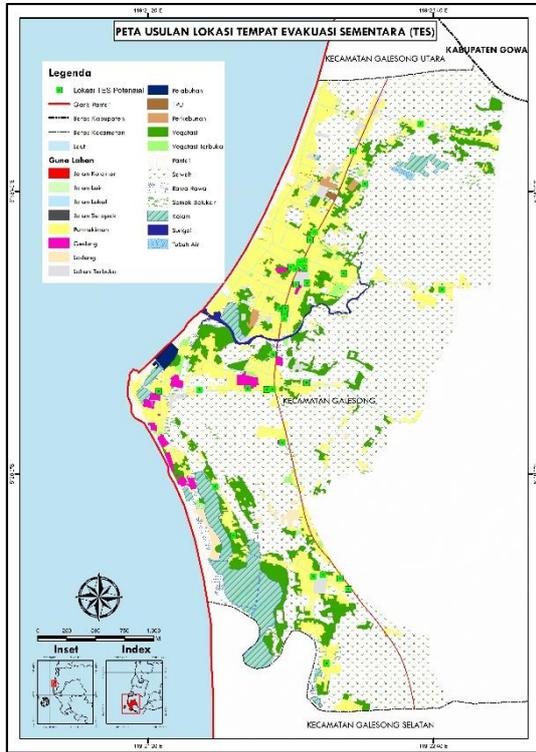


Gambar 6. Peta *cost surface* (hasil akumulasi guna lahan dan kemiringan lereng)
Sumber: Citra satelit diolah oleh penulis, 2019



Gambar 7. Peta analisis tumpang tindih penentuan lokasi Tempat Evakuasi Sementara (TES).
Sumber: Citra satelit diolah oleh penulis, 2019

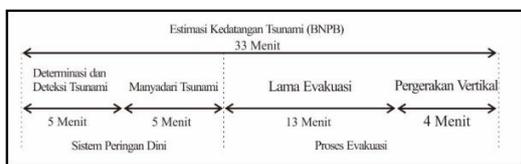
Selain kriteria di atas, penulis juga mempertimbangkan sesuai dengan saran dari BPPB (2012) dalam menentukan lokasi tempat evakuasi sementara (TES) yaitu berupabangunanumsepertimasjid, sekolah, rumah sakit, kantor, hotel juga dapat digunakans ebagai tempat evakuasi.



Gambar 8. Peta usulan lokasi TES
 Sumber: Citra satelit diolah oleh penulis, 2019

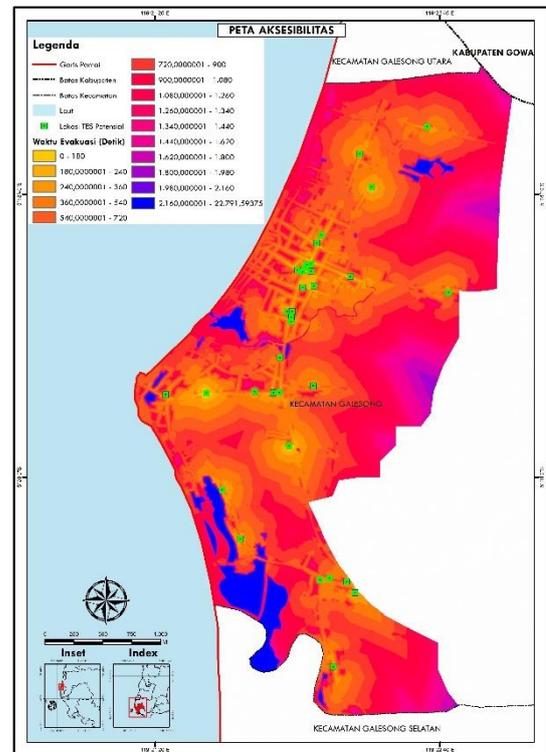
Permodelan Aksesibilitas

Peta aksesibilitas atau waktu evakuasi memberikan informasi mengenai area dimana orang dapat menjangkau dan tidak dapat menjangkau lokasi tempat evakuasi sementara (TES) dalam kurun waktu tertentu. Area waktu evakuasi ditampilkan dengan menentukan ambang batas berdasarkan waktu evakuasi yang tersedia untuk evakuasi. Waktu yang tersedia untuk evakuasi ditentukan berdasarkan dari BNPB dan Widyaningrum (2009). Waktu yang tersedia untuk melakukan evakuasi di kabupaten takalar adalah 13 menit.



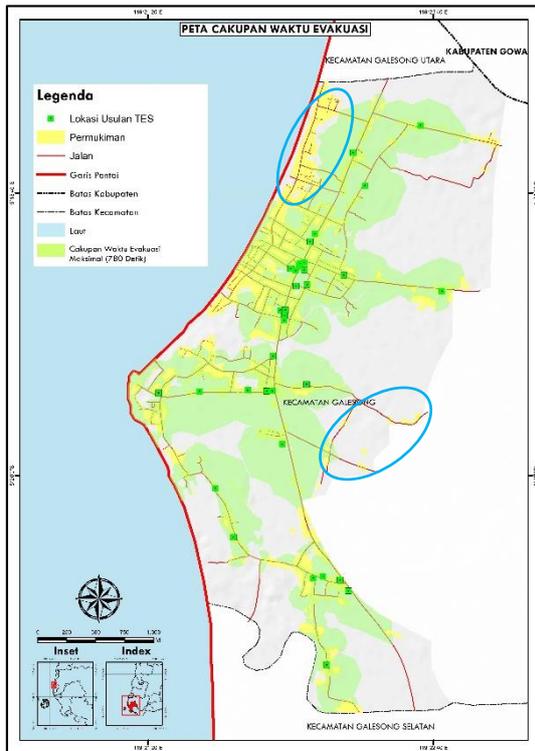
Gambar 9. Estimasi waktu kedatangan tsunami
 Sumber: Penulis berdasarkan Widyaningrum (2009), 2019

Dapat terlihat bahwa ada kawasan yang berwarna merah dan berwarna biru yang dimana pengungsi tidak akan memiliki cukup waktu untuk melakukan perjalanan evakuasi dalam waktu 13 menit (780 detik). Hal ini dapat terjadi karena guna lahan di kawasan tesebut berupa guna lahan yang sulit dilewati seperti permukiman atau gedung atau bahkan guna lahan tersebut merupakan guna lahan yang tidak dapat dilewati sepeti badan air, sungai atau rawa-rawa.

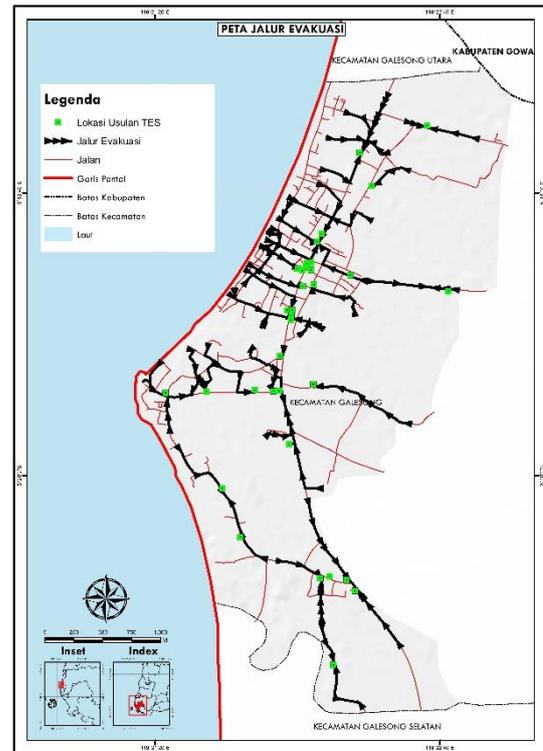


Gambar 10. Peta Aksesibilitas Berdasarkan waktu (detik)
 Sumber: Citra satelit diolah oleh penulis, 2019

Dalam penelitian ini ditemukan bahwa masih ada kawasan yang tidak dalam jangkauan tempat evakuasi sementara TES dalam waktu 780 detik. Hal tersebut dapat dilihat pada lingkaran biru dalam gambar 11 berikut.



Gambar 11. Peta cakupan waktu evakuasi
Sumber: Citra satelit diolah oleh penulis, 2019



Gambar 12. Peta jalur evakuasi bencana tsunami
Sumber: Citra satelit diolah oleh penulis, 2019

Analisis *Least Cost Path*

Hasil akhir dari penelitian ini adalah berupa jalur evakuasi yang dapat diakses menuju lokasi tempat evakuasi sementara (TES) dalam kurun waktu disediakan. Pendekatan yang digunakan dalam analisis ini adalah juga menggunakan SIG (Sistem Informasi Geografis) dengan menggunakan software ArcGis. Analisis yang digunakan adalah analisis raster dengan menggunakan *cost backlink* dan *cost distance* sebagai masukan dalam menentukan jalur evakuasi yang optimal dengan menggunakan metode *least cost path*. Jalur yang diperoleh dari metode *analisis least cost path* mayoritas menunjukkan jalur yang melalui jalan. Hanya sebagian kecil yang menunjukkan jalur yang bukan jalan. Hal tersebut dapat terjadi karena ada beberapa jalur tercepat yang harus memutarinya guna lahan berupa permukiman serta ada jalur yang apa bila menggunakan jalan akan membutuhkan waktu yang lebih lama dikarenakan harus melalui jalan yang sangat jauh untuk mencapai lokasi tempat evakuasi sementara (TES).

KESIMPULAN

Tingkat ancaman di pesisir Kecamatan Galesong yaitu Desa Bontoloe, Desa Boddia, Desa Palalakkang, Desa Kalukuang, Desa Galesong Kota, Desa Galesong Baru, dan Desa Mappakalampo termasuk dalam tingkat ancaman tinggi berdasarkan hasil perhitungan menggunakan matriks tingkat ancaman bencana. Faktor ketinggian tsunami sangat berpengaruh terhadap hasil dari perhitungan matriks tingkat ancaman bencana di kawasan pesisir Kecamatan Galesong.

Penggunaan SIG dalam menentukan usulan TES dan Jalur Evakuasi sangat bermanfaat. Usulan lokasi tempat evakuasi sementara (TES) di kawasan pesisir galesong berjumlah 34 unit. Dalam penelitian ini menggunakan *least cost path* dalam menentukan jalur evakuasi. Berdasarkan hasil dari analisis *least cost path* untuk mencapai tempat evakuasi sementara (TES) dengan jalur paling optimal adalah dengan melalui guna lahan jalan dan ada jalur yang melalui guna lahan non jalan. Jumlah jalur yang ditemukan adalah 66 jalur.

DAFTAR PUSTAKA

- ADPC (2007). *Evacuation Route Tools Arc-GIS Toolbox – User's Manual*. Italian Ministry for the Environment Land and Sea. Department for Environmental Research and Development, Bangkok, Thailand.
- BNPB (2012). *Masterplan Pengurangan Resiko Bencana Tsunami*.
- Budiarjo, A. (2006). Master Thesis: *Evacuation Shelter Building Planning for Tsunami Prone Area, a Case Study of Meulaboh City, Indonesia*. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation. Enschede, Netherland.
- Goncalves, Alexandre B. (2009). *An Extension Of GIS-Based Least-Cost Path Modelling To The Location Of Wide Paths*. Department Of Civil Engineering And Architecture, IST, Technical University Of Lisbon, Av. Rovisco Pais, Lisbon, Portugal.
- Mück, M. (2008). Master Thesis: *Development and application of a spatial information system supporting evacuation planning in south west-Bali*. Institute of Geography, University of Regensburg. Germany.
- NOAA, USGS, FEMA, NSF, Alaska, California, Hawaii, Oregon, and Washington (2011). *Seven Principles for Planning and Designing for Tsunami Hazards*. National Tsunami Hazard Mitigation Program.
- Paturuhu, Ferad (2015). *Mitigasi Bencana dan Pengineraan Jauh*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Pedoman Mitigasi Bencana Alam di Wilayah Pesisir dan Pulau – Pulau Kecil (2005). Direktorat Jenderal Pesisir dan Pulau – Pulau Kecil, Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Purbani, dkk (2014). *Penentuan Tempat Evakuasi Sementara (Tes) Dan Tempat Evakuasi Akhir (Tea) Untuk Gempa Bumi Dan Tsunami Dengan Pendekatan Sistem Informasi Geografis, Kota Pariaman Propinsi Sumatera Barat*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut dan Pesisir Balitbang Kelautan dan Perikanan-KKP.
- Triadmadja, Radianara (2010). *Tsunami (Kejadian, Perjalanan, Daya Rusak, dan Mitigasinya)*. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.