




Analisis Spasial Titik Kumpul Darurat Bencana Tsunami

Spatial Analysis Of Tsunami Emergency Assembly Points Points

Muhammad Latif

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Ratu Samban, Bengkulu, Indonesia

*Korespondensi Email : muhammadlatif664@gmail.com,

ARTICLE HISTORY Received [12 November 2025] Revised [19 December 2025] Accepted [10 January 2026]	ABSTRAK <i>Pondok Besi Subdistrict, Bengkulu City, is one of the areas that has a high level of vulnerability to tectonic earthquakes and tsunamis because it is located in the subduction zone where the Indo-Australian and Eurasian Plates meet. This study aims to analyze the feasibility of a tsunami emergency assembly point as part of a spatial-based disaster mitigation system. The research method used is a qualitative descriptive approach with spatial analysis. Analysis parameters include the distance of the assembly point to the coastline, evacuation travel time based on the road network, and land cover elevation. Data was obtained through field observations, spatial measurements. The results of the analysis showed that the emergency gathering point for the Tsunami disaster was at Sd 04, Pondok Besi subdistrict, Bengkulu City.</i>
KEYWORDS tsunami, spatial analysis, disaster mitigation	
<p><i>This is an open access article under the CC-BY-SA license</i></p> 	ABSTRACT Kelurahan Pondok Besi, Kota Bengkulu, merupakan salah satu wilayah yang memiliki tingkat kerawanan tinggi terhadap bencana gempa bumi tektonik dan tsunami karena berada pada zona subduksi pertemuan Lempeng Indo-Australia dan Eurasia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan titik kumpul darurat tsunami sebagai bagian dari sistem mitigasi bencana berbasis spasial. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan deskriptif kualitatif dengan analisis spasial. Parameter analisis meliputi jarak titik kumpul terhadap garis pantai, waktu tempuh evakuasi berdasarkan jaringan jalan, serta elevasi tutupan lahan. Data diperoleh melalui observasi lapangan, pengukuran spasial, Hasil analisis menunjukkan bahwa titik kumpul darurat bencana Tsunami berada di Sd 04 kelurah Pondok besi, Kota Bengkulu.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang berada pada kawasan rawan bencana alam, khususnya gempa bumi dan tsunami, akibat posisinya yang terletak pada pertemuan lempeng tektonik aktif dunia. Aktivitas subduksi antara Lempeng Indo-Australia dan Eurasia menjadikan wilayah pesisir barat Pulau Sumatra, termasuk Kota Bengkulu, memiliki potensi tinggi terhadap kejadian gempa bumi tektonik yang dapat memicu tsunami (Amri et al., 2018). Kelurahan pondok besi di kota Bengkulu memiliki topografi yang landai dan terletak di bibir pantai dan memiliki struktur tanah yang labil. kelurahan pondok besi sangat rentan terhadap tsunami.

Tsunami merupakan gelombang besar akibat gangguan pada dasar laut seperti gempa bumi. Gangguan tersebut membentuk sebuah gelombang besar dengan kecepatan gelombang mencapai 600–900 km/jam. Mulanya gelombang ini memiliki amplitudo yang kecil (30–60 cm) sehingga tidak terasa di laut lepas, akan tetapi amplitudonya membesar disaat mendekati pantai. Saat mencapai pantai, tsunami menghantam daratan sehingga terlihat naiknya permukaan air secara tiba-tiba. Kenaikan permukaan air dapat mencapai 15–30 meter, yang mengakibatkan banjir dengan kecepatan arus hingga 90 km/jam, menjangkau beberapa kilometer dari pantai, yang mengakibatkan kerusakan dan korban jiwa yang cukup besar (Rene, 2016). Bengkulu telah berulang kali mengalami kejadian tsunami walaupun dalam skala kecil. Tsunami pertama kali menerjang Bengkulu pada 18 Maret 1818 dengan kekuatan magnitude 7,0 SR, kemudian di tahun 1833 pada tanggal 29 Januari dan 24 November dengan magnitude 8,2 SR. Berikutnya tsunami tanggal 21 April 1958 dengan magnitude 6,5 SR dan terakhir tanggal 29 September



2007 dengan magnitudo 8,4 SR (BMKG, 2018). Kejadian berulang kali tersebut menjadi bukti Bengkulu merupakan daerah rawan bencana tsunami sehingga dibutuhkan sebuah mitigasi bencana tsunami.

Mitigasi bencana tsunami tidak hanya difokuskan pada sistem peringatan dini, tetapi juga pada kesiapan sarana dan prasarana evakuasi, salah satunya yaitu titik kumpul darurat. Titik kumpul darurat berperan sebagai lokasi aman sementara bagi masyarakat setelah melakukan evakuasi dari zona rawan tsunami. Penentuan lokasi titik kumpul yang tidak sesuai dapat meningkatkan risiko keselamatan, terutama apabila berada pada jarak yang dekat dengan garis pantai, memiliki elevasi rendah, atau sulit dijangkau dalam waktu evakuasi yang tersedia.

Dalam proses penentuan titik kumpul tersebut sangat diperlukan pendekatan analisis spasial, yang merupakan metode efektif untuk mengevaluasi kelayakan titik kumpul darurat tsunami. Analisis Spasial yaitu penggunaan data spasial dan teknik pemetaan dalam mengidentifikasi, memetakan, dan menganalisis tsunami di suatu wilayah (Rakusa & Lasaiba, 2023). Penggunaan analisis spasial data geografis yang terdiri dari lokasi, bentuk, dan hubungan spasial antar-objek atau fenomena di bumi untuk memahami pola dan distribusi geografis (Adil & Kom, 2017). Metode ini melibatkan integrasi teknologi informasi geografis (GIS), perangkat lunak pemetaan, dan data spasial untuk memahami dan mengeksplorasi fenomena geografis dalam konteks spasial. Tujuan utama analisis spasial adalah mengungkapkan hubungan geografis antara objek dan fenomena yang diamati di permukaan bumi (Longley & Cheshire, 2017).

Dengan langkah ini, analisis spasial dapat memudahkan peneliti, pemangku kepentingan, dan pengambil keputusan dalam mengambil keputusan yang lebih tepat dalam berbagai bidang, seperti, perencanaan wilayah, penelitian lingkungan, pengembangan infrastruktur, pemetaan risiko bencana, Pembuatan data topografi laut, data seismik, data permodelan tsunami, serta faktor-faktor lain yang relevan untuk memahami risiko dan tingkat kerentanan wilayah terhadap ancaman tsunami (Adil & Kom, 2017). Analisis spasial perkiraan dampak tsunami merupakan proses yang penting dalam pemahaman dan pengelolaan risiko tsunami di suatu wilayah. Melalui data spasial dan permodelan, analisis ini memberikan informasi penting bagi pemerintah daerah, lembaga penanggulangan bencana, dan masyarakat untuk meningkatkan kesiapsiagaan menghadapi potensi ancaman tsunami dan melindungi keselamatan penduduk serta aset-aset penting wilayah pesisir (Latue, T., & Latue, P. C. 2023).

Analisis ini mempertimbangkan berbagai parameter keruangan, seperti jarak terhadap garis pantai, jaringan jalan, waktu tempuh evakuasi, serta elevasi permukaan lahan. Melalui analisis spasial, dapat diperoleh gambaran tingkat keamanan dan aksesibilitas lokasi titik kumpul darurat secara objektif. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kelayakan titik kumpul darurat bencana tsunami sebagai bagian dari sistem mitigasi bencana berbasis spasial.

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

Agar penelitian ini terarah dan tidak menimbulkan multitafsir yang dikarenakan luasnya pembahasan, peneliti bermaksud membatasi masalah ini hanya di fokuskan pada Analisis spasial titik kumpul bencana tsunami dilakukan di kelurahan pondok besi. Analisis dilakukan menggunakan 4 parameter. Hasil yang diperoleh dalam bentuk peta.

Tujuan dari penelitian ini berdasarkan pembahasan diatas yaitu mengetahui analisis spasial titik kumpul bencana tsunami, dan mengetahui titik kumpul darurat bencana tsunami

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di kelurahan pondok besi Bengkulu. Sebagai karakteristik model spasial daerah yang dianalisis berbasis GIS dan remote sensing. Fokus utama dalam penelitian ini adalah daerah Palu. Adapun lokasi penelitian di sajikan dalam bentuk gambar.



Gambar 1. Kelurahan Pondok Besi

Tahapan dalam proses pengolahan data pada penelitian ini yaitu:

1. Pengolahan Data mitigasi yang ada di kelurahan pondok besi
2. Pengolahan data penduduk
3. Penyajian keabsahan data yang di gunakan dalam penelitian ini ada tiga macam, yaitu triangulasi sumber, triangulasi tehnik, dan triangulasi waktu : Triangulasi sumber , Triangulasi tehnik Triangulasi waktu.

Berikut hal yang harus diperhitungkan dalam analisis spasial titik kumpul darurat bencana tsunami:

1. Kelas Waktu Evakuasi

Sasaran utama dari pemodelan evakuasi ini adalah waktu yang dibutuhkan untuk evakuasi kurang dari waktu kedatangan tsunami atau dengan formulasi.

waktu evakuasi < waktu tiba tsunami – waktu persiapan early warning system”

$T < 30 \text{ menit} - 10 \text{ sampai } 15 \text{ menit}$

$T < 20 \text{ menit atau } T < 15 \text{ menit}$

Untuk mendapatkan daerah mana saja yang termasuk berbahaya atau tidak berbahaya, maka zona-zona rendaman dibagi atas beberapa klaster. Kriteria pembangunan klaster ini adalah dengan memperhatikan kedekatan klaster atau kelompok penduduk dengan jalur utama evakuasi Untuk membangun klaster-klaster evakuasi ini digunakan asumsi sebagai berikut:

- a. Klaster merupakan poligon dimana penduduknya yang berada di dalamnya cenderung untuk menyelamatkan diri (evakuasi) ke arah atau jalan tertentu.
- b. Kecenderungan di atas memilih jarak terdekat dan mengambil arah menjauh dari pantai.
- c. Kencenderungan ini akhirnya memilih jalan-jalan utama di kawasannya masing-masing.
- d. Batas klaster ditentukan oleh jarak terdekat ke jalur evakuasi dan sungai-sungai besar.
- e. Rata-rata kemampuan lari dalam kondisi normal adalah 60 cm per detik.

Tabel 1. Kelas Waktu Evakuasi

Klasifikasi bahaya	Kelas tinggi tsunami
Sangat berbahaya	Lebih dari 20 menit
Berbahaya	15 sampai 20 menit
Cukup berbahaya	15 sampai 10 menit
Kurang berbahaya	Kurang dari 10 menit

Perhitungan tingkat bahaya suatu klaster adalah dengan melihat kemampuan jalan sebagai jalur evakuasi untuk melewati orang untuk evakuasi. Ukuran dari kemampuan ini adalah waktu yang dibutuhkan untuk keluar dari zona bahaya.

Perhitungan kelas bahaya klaster-klaster waktu evakuasi adalah sebagai berikut:

- a. Waktu menuju titik kumpul ditentukan oleh panjang jalan.
- b. Berdasarkan kebutuhan waktu yang dibutuhkan maka dapat dirumuskan dengan : jarak menuju titik kumpul dibagi kecepatan orang per menit.
- c. $W = \frac{J}{K} = \dots\dots\dots(1)$
- d. W = Waktu yang dibutuhkan untuk evakuasi sejumlah orang.
- e. J = Jarak jalan menuju titik kumpul.
- f. K = Kecepatan tempuh masyarakat.
- g. Hasil di atas adalah jumlah waktu yang dibutuhkan .
- h. Perhitungan kelas bahaya klaster adalah berdasarkan klasifikasi waktu minimal yang dibutuhkan untuk selamat dan jangka waktu yang dibutuhkan

2. Kelas Jarak pantai ke permukaan

Tabel 2. Kelafiskasi jarak dari pantai ke permukaan

Klasifikasi bahaya	Kelas jarak
Sangat berbahaya	Kurang dari 125 meter
Berbahaya	125 sampai 250 meter
Cukup berbahaya	250 sampai 375 meter
Kurang berbahaya	375 sampai 500 meter

Faktor jarak pemukiman dari pinggir pantai menuju kepermukaan merupakan salah satu kriteria kerentanan terhadap bahaya tsunami di Kota Bengkulu. Klasifikasi kelas jarak pemukiman berdasarkan asumsi dan kriteria berikut:

- a. jarak pemukiman yang dianggap sangat berbahaya adalah 125 meter dari bibir pantai.
- b. Kelas berbahaya antara 125 sampai 250 meter masih potensial untuk terkena tsunami.
- c. Kelas cukup berbahaya 250 sampai 375 meter.
- d. Jarak 375 sampai 500 meter dianggap kurang berbahaya tetapi masih tetap harus mengungsi.

3. Kelas ketinggian atau elevasi

Kriteria Ketinggian atau Elevasi Faktor elevasi merupakan salah satu kriteria kerentanan terhadap bahaya tsunami di Kota Bengkulu. Klasifikasi kelas ketinggian berdasarkan asumsi dan kriteria berikut:

- a. Elevasi yang dianggap sangat berbahaya adalah sampai ketinggian 3 meter.
- b. Kelas berbahaya antara 3 sampai 5 meter masih potensial untuk terkena tsunami.
- c. Kelas 5 sampai 9 meter. Asumsi 9 meter diambil dari sejarah terjadinya tsunami 1833 yang mencapai ketinggian 9 meter.
- d. Ketinggian 9 sampai 12 meter dianggap kurang berbahaya.

Tabel 3 Kelas Ketinggian Tempat atau Elevasi

Klasifikasi bahaya	Kelas tinggi tsunami
Sangat berbahaya	Kurang dari 3 m
Berbahaya	3 sampai 5 m
Cukup berbahaya	5 sampai 9 m
Kurang berbahaya	9 sampai 12 m

4. Kelas Kepadatan Penduduk

Tabel 4 Kelas Kepadatan Penduduk

Sebaran Penduduk	Kelas Sebaran Penduduk
Sangat Padat	Lebih dari 250 Jiwa
Padat	150 sampai 250 Jiwa
Cukup Padat	75 sampai 150 Jiwa
Kurang Padat	Kurang dari 75 Jiwa

Kelas kepadatan penduduk diatas disusun berdasarkan kriteria dibawah ini :

- Kelas kepadatan penduduk sebagai salah satu faktor kerentanan di bangun atas asumsi sebagai berikut:
- Perhitungan jumlah penduduk yang akan terkena oleh tsunami adalah penduduk yang tinggal pada suatu kelurahan. Waktu terjadi tsunami, jenis aktifitas, tempat aktifitas tidak diperhitungkan dalam hal ini.
- Penduduk tersebar sesuai dengan kelurahannya, sehingga faktor kepadatan akan di klasifikasi setiap RT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk Menganalisis spasial titik kumpul darurat tsunami di kelurahan pondok besi (pemetaan dan jalur evakuasi) peneliti menggunakan alat berupa laptop (untuk pengambilan data dan menjalankan aplikasi), Kamera, HP, GPS, SDN 04 yang berada di Kelurahan Pondok Besi berkoordinat 102.2542910,-3.7887197 ditetapkan sebagai tempat pengungsian sementara.

Kelas Waktu Evakuasi

Analisis ini menggunakan cara survei langsung kelapangan, mengambil titik koordinat menggunakan GPS, menggunakan aplikasi di HP (Nike Run Club) yang kemudian di klasifikasi dengan tabel 1 dan di gambarkan menggunakan sistem informasi geografis. Berikut gambar-gambar yang akan diperoleh:

- Jalur evakuasi RT 01 RW.01 Kelurahan Pondok Besi
- Jalur evakuasi RT 02 RW.01 Kelurahan Pondok Besi
- Jalur evakuasi RT 03 RW.01 Kelurahan Pondok Besi
- Jalur evakuasi RT 04 RW.02 Kelurahan Pondok Besi
- Jalur evakuasi RT 05 RW.02 Kelurahan Pondok Besi
- Jalur evakuasi RT 06 RW.02 Kelurahan Pondok Besi

Berdasarkan analisis kelas waktu evakuasi yang dilakukan langsung dilapangan ternyata di kelurahan pondok besi terdapat 1 jalur yang terklarifikasi berbahaya tepatnya di RT 05 RW.02 Kelurahan Pondok Besi jalur K, 2 jalur yang terklarifikas cukup berbahaya di RT 05 RW.02 jalur J dan RT 06 RW.02 jalur L, dan jalur yang lain terklarifikasi kurang bahaya.



Gambar 2. Jalur evakuasi RT 01 RW.01 Kelurahan Pondok Besi



Gambar 3. Jalur evakuasi RT 02 RW.01 Kelurahan Pondok Besi



Gambar 4. Jalur evakuasi RT 03 RW.01 Kelurahan Pondok Besi



Gambar 5. Jalur evakuasi RT 04 RW.02 Kelurahan Pondok Besi



Gambar 6. Jalur evakuasi RT 05 RW.02 Kelurahan Pondok Besi



Gambar 7. Jalur evakuasi RT 06 RW.02 Kelurahan Pondok Besi



Gambar 8. Jalur Evakuasi Kelurahan Pondok Besi

Jarak Dari Pantai Ke Permukaan

Jarak pemukiman dari pinggir pantai menuju kepermukaan merupakan salah satu kriteria kerentanan terhadap bahaya tsunami di Kota Bengkulu. Berikut bahaya jarak dari pantai ke permukaan :

- Warna merah dengan jarak 0 sampai 125 terklarifikasi sangat berbahaya
- Warna oren dengan jarak 125 sampai 250 terklarifikasi berbahaya
- Warna kuning dengan jarak 250 sampai 375 terklarifikasi cukup berbahaya
- Warna putih dengan jarak 375 sampai 500 terklarifikasi kurang berbahaya

Berdasarkan klasifikasi bahaya jarak dari pantai ke permukaan ternyata RT 03, RT 05, 06 Merupakan daerah yang diklarifikasi berbahaya ,sedangkan RT 02 dan RT 04 sebagian besar

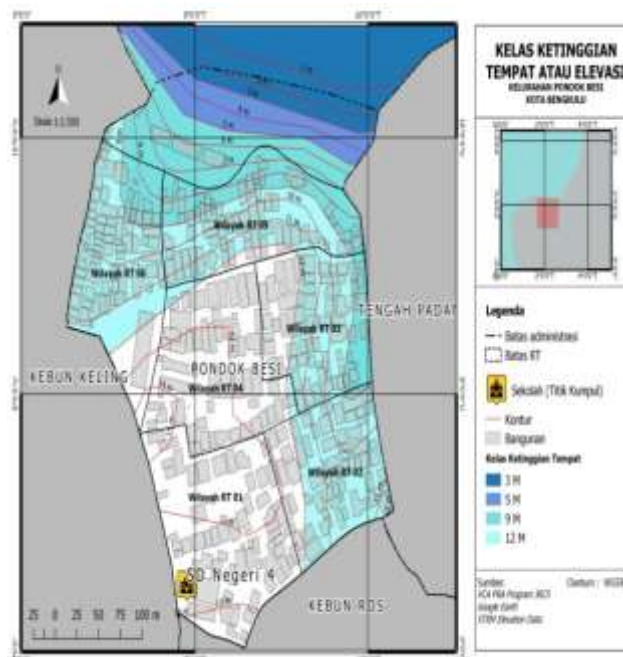
diklasifikasikan sebagai daerah yang cukup berbahaya, dan RT 01 menjadi tempat terklasifikasikan kurang berbahaya.



Gambar 9. Klarifikasi Bahaya Jarak Dari Pantai Ke Permukaan

Ketinggian Tempat Atau Elevasi

Analisis ini menggunakan asumsi yang diambil dari sejarah terjadinya tsunami pada tahun 1833 yang mencapai ketinggian 9 sampai 12 meter, mengambil sekenario terburuk 12 meter kemudian di gambarkan menggunakan Sitem Informasi Geografis (SIG) Warna biru pada gambar 10 menjelaskan daerah yang terkena dampak saat terjadi tsunami berdasarkan Tabel 3 kelas ketinggian tempat atau elevasi.



Gambar 10. Ketinggian Tempat atau Elevasi

Berdasarkan kelas ketinggian tempat atau elevasi ternyata secara keseluruhan kelurahan pondok besi diklasifikasikan akan terkena dampak yang disebabkan tsunami dikarenakan elevasi yang rendah. Tapi ada satu RT yang tidak terkena dampak yaitu RT 01 RW 01 Kelurahan Pondok Besi.

Kelas Kepadatan Penduduk

Warna merah pada gambar 4 menjelaskan kepadatan penduduk terklarifikasi sangat padat dengan jumlah penduduk diatas 250 jiwa. Kelas kepadatan disusun sebagai berikut :

- a. Warna merah dengan jumlah jiwa Lebih dari 250 Jiwa terklarifikasi sangat berbahaya
- b. Warna oren dengan jumlah jiwa 150 sampai 250 Jiwa terklarifikasi berbahaya
- c. Warna kuning dengan jumlah jiwa 75 sampai 150 Jiwa terklarifikasi cukup berbahaya
- d. Warna putih dengan jumlah jiwa Kurang dari 75 Jiwa terklarifikasi kurang berbahaya



Gambar 11. Kelas Kepadatan Penduduk

Tabel 5 Jumlah penduduk kelurahan pondok besi

RT	KK	Perempuan	Laki-laki	Jumlah
RT 01	90	178	413	591
RT 02	58	103	119	224
RT 03	97	192	426	618
RT 04	103	204	513	717
RT 05	77	120	137	257
RT 06	80	165	378	543

Kelas kepadatan penduduk Ternyata setiap RT kelurahan pondok besi memiliki tingkat kepadatan penduduk yang sangat padat hal ini di analisis berdsarkan klasifikasi penduduk yang semuanya memiliki kepadatan penduduk diatas 250 jiwa setiap RT .

KESIMPULAN

Kesimpulan yang bisa ditarik dari hasil data yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Hasil dari analisis spasial menggunakan parameter berupa Kelas Waktu Evakuasi, Jarak Dari Pantai Ke Permukaan, Ketinggian Tempat Atau Elevasi dan Kelas Kepadatan Penduduk, menunjukan ke 4 parameter ini dapat mengarahkan atau menzonasikan daerah yang kurang berbahaya sehingga bisa direkomendasikan sebagai titik kumpul.
2. Berdasarkan hasil analisis spasial titik kumpul darurat bencana tsunami menggunakan parameter elas Waktu Evakuasi, Jarak Dari Pantai Ke Permukaan, Ketinggian Tempat Atau Elevasi dan Kelas



Kepadatan Penduduk menunjukkan daerah titik kumpul berada di SD 04 yang berda di kelurahan pondok besi, Kota Bengkulu

DAFTAR PUSTAKA

- Adil, A., & Kom, S. (2017). Sistem Informasi Geografis. Penerbit Andi.
- Amri, M. R., Yulianti, G., Yunus, R., Wiguna, S., W. Adi, A., Ichwana, A. N., & Randongkir, R. T. (2018). Rbi (Risiko Bencana Indonesia). In Bnpb Direktorat Pengurangan Risiko Bencana (Vol. 9, Issue 3).
- BMKG. (2018). Katalog Tsunami Indonesia 416-2018. <https://cdn.bmkg.go.id/Web/Katalog-Tsunami-Indonesia-pertahun-416-2018.pdf>.
- Hadi, F., & Damayanti, A. (2019). Mapping Vulnerability Level Of Tsunami Disaster In Coastal Villages of Pariaman City, West Sumatera. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 311(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/311/1/012024>
- Latue, T., & Latue, P. C. (2023). Analisis Spasial Prediksi Bahaya Tsunami di Kecamatan Salahutu Pulau Ambon. Buana Jurnal Geografi, Ekologi Dan Kebencanaan, 1(1), 21-30.
- Longley, P. A., & Cheshire, J. A. (2017). Geographical information systems. In The Routledge Handbook of Mapping and Cartography(pp. 251–258). Routledge.
- Naryanto, H. S. (2019). Analisis Bahaya, Kerentanan Dan Risiko Bencana Tsunami Di Provinsi Papua Barat. Jurnal Alami: Jurnal Teknologi Reduksi Risiko Bencana, 3(1), 10. <https://doi.org/10.29122/alami.v3i1.3399>.
- Putra, A., & Mutmainah, H. (2016). The Mapping of Temporary Evacuation Site (TES) and Tsunami Evacuation Route in North Pagai Island, Mentawai Islands Regency-Indonesia. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 47, No. 1, p. 012020). IOP Publishing.
- Rakuasa, H., & Lasaiba, M. (2023). Pemetaan Kondisi Fisik Wilayah Sebagai Upaya Dalam Mitigasi Bencana Tsunami di Kecamatan Moa Lakor, Kabupaten Maluku Barat Daya, Provinsi Maluku. Geoforum, 2(12), 13–21
- Rene, R. P. A. (2016). KELAYAKAN JALUR EVAKUASI TSUNAMI DI KECAMATAN PADANG UTARA KOTA PADANG. IOSR Journal of Economics and Finance, 3(1), 1–217. <https://doi.org/https://doi.org/10.3929/ethz-b-000238666>