



Pemetaan Jalur Evakuasi Bencana Gempabumi dan Tsunami Berbasis Network Analyst di Kawasan Perkotaan Lewoleba Provinsi Nusa Tenggara Timur

Earthquake and tsunami evacuation route mapping based on network analyst in Lewoleba urban area southeast nusa province

Tasya Meylinda Pattinasarany¹, Ferad Puturuhu¹, Adnan A.A. Botanri¹

¹Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik Universitas Pattimura

*Correspondence: puturuhu.f@gmail.com

Article Info	ABSTRAK
--------------	---------

Article history:

Received: 04-05-2025

Revised: 11-06-2025

Accepted: 03-07-2025

Published: 30-08-2025

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan jalur dan akses capaian evakuasi bencana gempabumi dan tsunami di Kawasan perkotaan Lewoleba, Nusa Tenggara Timur. Wilayah ini berada pada zona risiko tinggi, sehingga diperlukan perencanaan evakuasi yang efektif. Metode yang digunakan adalah Network Analyst berbasis SIG yang menentukan rute evakuasi tercepat dan terdekat dari titik risiko menuju shelter. Data yang digunakan meliputi jaringan, titik risiko, shelter, dan data elevasi. Analisis dilakukan dengan mempertimbangkan jarak, waktu tempuh, serta topografi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa masih terdapat shelter yang memenuhi kriteria aman, serta sejumlah wilayah belum terjangkau rute evakuasi optimal. Rekomendasi berupa penambahan titik awal risiko dan evaluasi Lokasi shelter dan jalur evakuasi diberikan sebagai Upaya mitigasi. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar perencanaan jalur evakuasi bencana berbasis spasial di Kawasan rawan bencana.

Kata Kunci: Pemetaan, Jalur evakuasi, Network Analyst

ABSTRACT

This research aims to map the path and access of earthquake and tsunami disaster evacuation achievements in the Lewoleba urban area, East Nusa Tenggara. This area is in a high risk zone, so effective evacuation planning is needed. The method used is a GIS-based Network Analyst that determines the fastest and closest evacuation route from the risk point to the shelter. The data used includes networks, risk points, shelters, and elevation data. The analysis is carried out by considering the distance, travel time, and topography. Research results show that there are still shelters that meet the safety criteria, and a number of areas have not yet reached the optimal evacuation route. Recommendations in the form of adding risk starting points and evaluating the location of shelters and evacuation routes are given as mitigation efforts. This research is expected to be the basis for planning spatial-based disaster evacuation routes in disaster-prone area

Keywords: Mapping, evacuation route, network analyst



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Citation: Pattinasarany, T. M., Puturuhu, F & Botanri, A. A. A (2025). Pemetaan Jalur Evakuasi Bencana Gempabumi dan Tsunami Berbasis Network Analyst di Kawasan Perkotaan Lewoleba Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Pendidikan Geografi Unpatti*. 4(2), 360–373. <https://doi.org/10.30598/jpguvol4iss2pp360-373>

PENDAHULUAN

Wilayah pesisir Indonesia merupakan kawasan dengan tingkat kerentanan tinggi terhadap bencana geologis seperti gempa bumi dan tsunami. Salah satu faktor utama adalah topografi rendah, kepadatan penduduk, dan minimnya infrastruktur mitigasi risiko yang memadai. Dalam konteks perubahan iklim dan peningkatan aktivitas seismik di wilayah Indonesia timur, kota-kota kecil seperti Lewoleba semakin terpapar risiko besar terhadap bencana alam (Kurniawan, 2019; Amri & Gyani, 2016). Meski demikian, banyak kota kecil yang belum memiliki sistem peringatan dini dan jalur evakuasi yang dirancang secara spasial dan aplikatif. Ketidaksiapan infrastruktur evakuasi menjadi tantangan besar dalam mempercepat waktu reaksi ketika bencana terjadi, yang berdampak langsung pada tingginya jumlah korban dan kerusakan (Erkamim, 2023; Sahabat, 2018). Oleh karena itu, urgensi perencanaan evakuasi berbasis spasial semakin meningkat sebagai bagian dari strategi adaptasi dan mitigasi risiko bencana di wilayah kepulauan Indonesia.

Upaya perencanaan evakuasi yang efektif memerlukan pemahaman spasial yang komprehensif terhadap karakteristik wilayah seperti jaringan jalan, titik risiko, ketinggian, serta lokasi potensial untuk shelter. Dengan pemanfaatan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG), analisis jaringan menjadi alat penting dalam mengoptimalkan rute evakuasi (Larasati, 2017; Rahmadini, 2020). Teknologi ini memungkinkan integrasi data spasial secara dinamis yang dapat menghasilkan simulasi evakuasi terbaik berdasarkan waktu tempuh, jarak, dan kondisi kontur wilayah. Beberapa pendekatan bahkan telah menggabungkan analisis slope dan elevasi untuk menentukan kelayakan akses ke shelter (Nugraha, 2018; Kelana, 2024). Namun, tidak semua wilayah telah menerapkan pendekatan ini secara optimal. Kurangnya integrasi data spasial dalam perencanaan kebencanaan menyebabkan banyak skenario evakuasi menjadi tidak relevan saat bencana benar-benar terjadi. Hal ini menjadi tantangan

penting bagi daerah rawan seperti Lewoleba yang terus berkembang tetapi belum memiliki sistem evakuasi bencana berbasis spasial.

Khusus di Kawasan Perkotaan Lewoleba, risiko bencana gempa bumi dan tsunami sangat nyata. Berdasarkan dokumen perencanaan wilayah serta data historis, wilayah ini berada dalam zona merah yang rawan terhadap pergeseran lempeng tektonik dan aktivitas vulkanik dari Gunung Ile Lewotolok (Koda, 2025; Pemerintah Daerah Kabupaten Lembata, 2024). Struktur permukiman yang padat di daerah pesisir menambah kerentanan masyarakat. Lebih jauh, keterbatasan akses jalan dan distribusi shelter yang tidak merata memperparah potensi korban saat evakuasi tidak dapat dilakukan secara cepat dan tepat. Hasil kajian Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) juga menunjukkan bahwa banyak wilayah belum terjangkau oleh sistem evakuasi yang layak (Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2023; Adilang, 2022). Sehingga, kebutuhan mendesak untuk merancang sistem evakuasi berbasis jaringan jalan yang mempertimbangkan elevasi, kemiringan lereng, serta distribusi shelter menjadi sangat penting untuk dilakukan secara sistematis dan berbasis data spasial.

Meskipun terdapat berbagai kebijakan nasional mengenai jalur evakuasi dan penyusunan shelter, implementasinya di daerah masih bersifat umum dan tidak kontekstual. Dalam kasus Lewoleba, dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) belum memuat spesifikasi teknis untuk jalur evakuasi berdasarkan analisis jaringan maupun topografi wilayah (Nurdiawati, 2022; Kementerian PUPR, 2023). Sebagian besar shelter yang terdaftar hanya berdasarkan ketersediaan lahan dan bukan hasil analisis spasial. Ketiadaan rute evakuasi yang mempertimbangkan waktu tempuh, jarak aman, serta tingkat elevasi mengakibatkan skenario evakuasi menjadi tidak efisien. Oleh karena itu, pendekatan menggunakan fitur Network Analyst dalam ArcGIS diharapkan mampu memetakan jalur evakuasi tercepat dan terdekat dengan

mempertimbangkan kemiringan dan ketinggian rute (Saputro, 2024; Damanik, 2022). Dengan demikian, sistem evakuasi yang dikembangkan bukan hanya berbasis pada persepsi atau perkiraan, tetapi bersandar pada analisis spasial berbasis data aktual dan relevan.

Berbagai studi sebelumnya telah menunjukkan efektivitas penggunaan SIG dan network analysis dalam pemetaan jalur evakuasi di berbagai daerah rawan bencana di Indonesia. Di Maumere, misalnya, penerapan metode ini menghasilkan visualisasi rute evakuasi dengan waktu tempuh optimal untuk masyarakat pesisir (Geudensia, 2017). Di Manado, metode Network Analyst membantu memetakan jalur evakuasi dari titik risiko menuju shelter dengan mempertimbangkan kondisi jalan dan kemiringan (Adilang, 2022). Sementara itu, di Pangandaran, pengembangan WebGIS memungkinkan visualisasi interaktif terhadap skenario genangan tsunami dan jalur evakuasi (Nurdiawati, 2022). Kajian lain di Pandeglang juga menekankan pentingnya integrasi antara data spasial dan partisipasi masyarakat untuk menentukan titik evakuasi yang dapat diakses secara cepat (Kelana, 2024). Meskipun kajian-kajian tersebut sangat relevan, namun pendekatan serupa belum banyak diaplikasikan di wilayah-wilayah kecil dengan karakteristik kepulauan seperti Lewoleba yang memerlukan perhatian spesifik terhadap topografi dan distribusi aksesibilitas.

Hingga kini, masih jarang ditemukan penelitian yang secara spesifik mengkaji perencanaan evakuasi bencana di Lewoleba dengan pendekatan spasial berbasis Network Analyst. Sebagian besar penelitian hanya bersifat konseptual atau menggunakan analisis manual tanpa mempertimbangkan waktu tempuh dan distribusi shelter secara aktual (Aldison, 2022; Damanik, 2022). Padahal, penggabungan antara parameter spasial seperti elevasi dan slope dengan analisis jaringan berpotensi besar dalam mempercepat waktu evakuasi serta mengurangi jumlah korban saat bencana terjadi. Permasalahan utama adalah

minimnya peta evakuasi spasial yang memperhatikan karakteristik lokal secara detail. Tidak adanya skema evaluasi rute berdasarkan tingkat aksesibilitas dan kelayakan shelter juga menyebabkan perencanaan mitigasi menjadi kurang aplikatif. Oleh sebab itu, penting untuk mengembangkan model pemetaan evakuasi yang tidak hanya statis, tetapi juga dinamis dan mampu digunakan dalam kondisi darurat.

Penelitian ini menawarkan pendekatan pemetaan jalur evakuasi bencana berbasis analisis jaringan spasial yang mempertimbangkan faktor waktu, elevasi, kemiringan lereng, dan keterjangkauan masyarakat terhadap shelter. Dengan memanfaatkan fitur Network Analyst pada ArcGIS, pemetaan ini akan memungkinkan identifikasi rute tercepat dan terdekat dari titik risiko menuju lokasi aman. Tidak hanya itu, sistem ini juga akan mengevaluasi kelayakan jalur berdasarkan klasifikasi permukaan jalan, buffer keterjangkauan, serta kondisi kontur di lapangan. Pendekatan ini bersifat integratif dan aplikatif, memungkinkan pengambilan keputusan yang tepat oleh pemerintah daerah dalam menentukan prioritas evakuasi. Model yang ditawarkan juga dapat direplikasi di wilayah pesisir lainnya yang memiliki karakteristik serupa. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan mampu menjadi solusi konkret terhadap lemahnya sistem evakuasi spasial di daerah-daerah rawan bencana.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan memetakan jalur evakuasi bencana gempabumi dan tsunami berbasis Network Analyst di Kawasan Perkotaan Lewoleba. Tujuan tersebut dilatarbelakangi oleh urgensi penyusunan sistem evakuasi yang memperhatikan topografi dan waktu tempuh secara spasial. Keberhasilan model ini akan menjadi fondasi dalam perencanaan mitigasi bencana yang berbasis data dan teknologi. Urgensi penelitian ini juga terletak pada kebutuhan pemerintah daerah dalam menyusun kebijakan spasial berbasis risiko, sekaligus sebagai bentuk adaptasi terhadap potensi bencana yang dapat terjadi sewaktu-

waktu. Penerapan sistem berbasis GIS ini diharapkan mampu mengurangi risiko korban jiwa dan mempercepat proses evakuasi masyarakat dari titik risiko menuju tempat yang aman.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif spasial untuk memetakan jalur evakuasi bencana gempabumi dan tsunami di Kawasan Perkotaan Lewoleba. Data utama yang digunakan meliputi jaringan jalan (shapefile), lokasi shelter, titik awal risiko, elevasi (DEM), serta citra satelit wilayah kajian. Data spasial ini kemudian diolah menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.8 dengan pemanfaatan fitur *Network Analyst* untuk mengidentifikasi rute evakuasi tercepat dan terpendek berdasarkan parameter waktu tempuh. Tahapan awal melibatkan konversi data shapefile ke dalam bentuk geodatabase dan pengujian topologi jaringan jalan untuk memastikan konektivitas antar ruas. Proses selanjutnya adalah pembuatan *network dataset*, dilanjutkan dengan analisis *service area* yang bertujuan menentukan jangkauan layanan shelter dalam radius 500 hingga 3000 meter dari titik risiko. Analisis ini menjadi dasar dalam evaluasi keterjangkauan shelter terhadap wilayah-wilayah berisiko tinggi. Pemetaan dilakukan dengan memperhatikan standar aman berupa ketinggian shelter di atas 20 meter dari permukaan laut dan jalur dengan kemiringan kurang dari 8 persen untuk memastikan kelayakan teknis evakuasi.

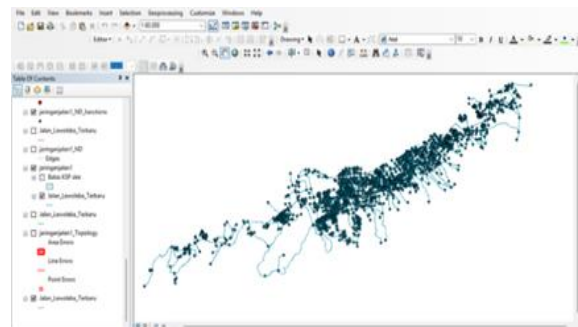
Setelah tahapan pemodelan jaringan selesai, analisis rute dilakukan dengan menentukan titik awal dan titik akhir menggunakan fitur *route analyst*. Hasil dari simulasi ini memberikan informasi lengkap tentang jalur evakuasi mulai dari nama jalan, panjang rute, waktu tempuh, hingga lebar jalan yang dilalui. Kriteria penilaian jalur evakuasi tidak hanya mencakup kecepatan akses tetapi juga memperhitungkan jenis permukaan jalan (aspal, tanah, atau setapak), elevasi dari titik awal dan shelter tujuan, serta aksesibilitas masyarakat berdasarkan

buffer sejauh 500 meter dari jalur utama. Untuk memastikan validitas spasial, hasil pemetaan dibandingkan dengan citra elevasi Google Earth melalui visualisasi 3D. Evaluasi jalur dilakukan berdasarkan skor kelayakan yang ditentukan dari akumulasi nilai parameter tersebut dan diklasifikasikan dalam kategori “sangat layak”, “layak”, dan “kurang layak”. Hasil akhir divisualisasikan dalam bentuk peta digital yang menunjukkan rute evakuasi utama dan sebaran shelter rekomendasi sebagai dasar perencanaan mitigasi bencana.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Membangun *Network Dataset*

Sebelum dilakukan lanjutan terhadap *Network analyst* dalam pembuatan rute evakuasi maka Langkah awal adalah melakukan pembuatan *network dataset* terlebih dahulu. Tujuan dalam pembuatan *Network dataset* adalah syarat utama dan menjadi dasar dalam membuat *service area* dan *route analyst* yang dapat memodelkan jaringan jalan secara realistis. Gambar berikut merupakan hasil tampilan pembuatan *Network dataset*.



Gambar 2. Tampilan data vektor hasil *network dataset*

2. Penentuan Titik Risiko/ Titik Awal

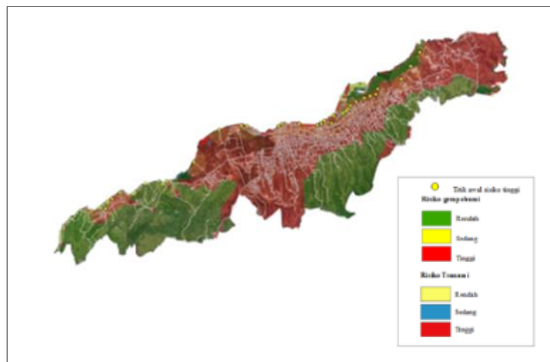
Penentuan titik awal dilakukan mewakili wilayah berisiko tinggi dengan standar ketinggian dibawah 10 meter diatas permukaan laut yang merupakan wilayah yang berdekatan dengan pesisir Pantai dan padatnya penduduk. Tujuan dilakukan penentuan titik awal ini sebagai titik start yang akan menuju shelter terdekat. Tabel

berikut merupakan uraian Jumlah titik risiko berdasarkan Desa/Kelurahan.

Tabel 1. Sebaran Titik Risiko Desa

No	Nama Desa/Kelurahan	Jumlah Titik Risiko
1	Desa Laranwutun	7
2	Kelurahan Lewoleba Timur	5
3	Kelurahan Selandoro	4
4	Kelurahan Lewoleba tengah	1
5	Kelurahan Lewoleba Selatan	1
6	Kelurahan Lewoleba Utara	5
7	Desa Pada	1
8	Desa Waijarang	4
9	Kelurahan Lewoleba	1
Total		28

Sumber : Analisis, 2025



Gambar 3. Sebaran Titik Risiko Gempa Dan Tsunami Kawasan Perkotaan Lewoleba

3. Service Area Analyst

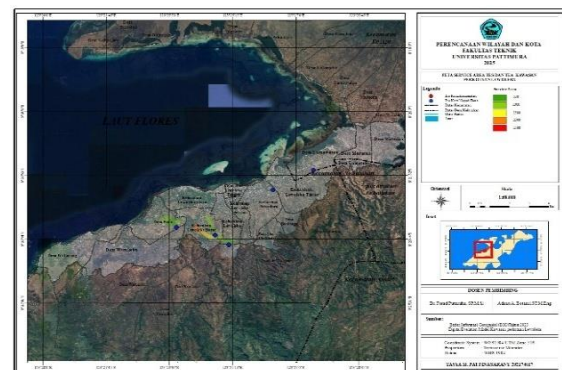
Tujuan dari analisis *service area* adalah untuk menentukan sejauh mana suatu wilayah dapat dijangkau melalui jaringan jalan dalam batasan waktu atau jarak tertentu, sehingga memungkinkan identifikasi cakupan layanan dari titik evakuasi atau shelter. Dalam konteks penelitian ini, analisis dilakukan dengan menetapkan radius jangkauan antara 500 hingga 3000 meter dari setiap shelter yang tersedia. Berdasarkan hasil analisis menggunakan fitur *service area* dalam perangkat lunak ArcGIS, diketahui bahwa cakupan pelayanan shelter yang tercantum dalam dokumen RTRW masih sangat

terbatas. Beberapa titik permukiman dengan kepadatan tinggi tidak masuk dalam zona jangkauan *shelter* yang ada, terutama pada wilayah pesisir dengan akses jalan terbatas. Oleh karena itu, ditambahkan sejumlah shelter rekomendasi berdasarkan pertimbangan ketinggian, aksesibilitas, dan distribusi spasial yang merata.

Lanjutan Tabel 2

No	Nama Shelter Rekomendasi	Jumlah Titik Risiko
9	Gua Maria Lamahora	50
10	Perumahan PNS Lamahora	62,5
11	Pasar Lewoleba	25
12	SMK Kesehatan Stela Maris	24
13	Kantor Lurah Selandoro	21
14	SD Negeri Wangatoa	21
15	Kantor camat Nubatukan	25
16	Panti Asuhan Taruna Harapan	62,5
17	SMA Negeri 1 Lewoleba	37,5
18	Gua Maria Lewoleba	37,5
19	Bukit perkantoran Lusikawak	75
20	Rumah sakit bukit	75
21	Lapangan sepak bola waikomo	37,5
22	SMEA Kawula Karya	25
23	Biara Hamba-hamba kristus	25
24	Lapangan sepak bola Desa Pada	25
25	Puskesmas Pada	25
26	Belakang permukiman desa Waijarang	25
27	Perbukitan jalan menuju TPA	37,5

Sumber : Analisis, 2025



Gambar 4. Peta Service Area Berdasarkan RTRW

4. Penentuan Shelter Tambahan

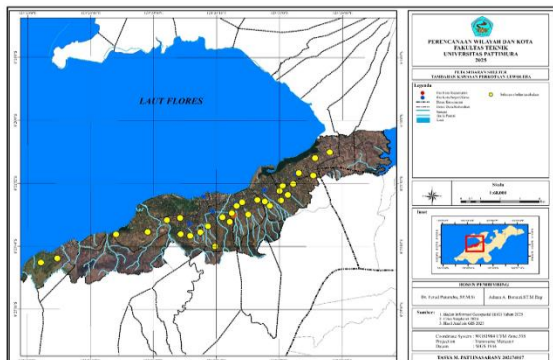
Data shelter yang pada RTRW sebanyak 5 titik tidak dapat menjangkau semua wilayah di Kawasan perkotaan. Untuk itu diperlukan shelter tambahan sebanyak 27 titik yang merupakan hasil koordinasi Bersama dengan dinas BPBD. Berikut sebaran data shelter dan service area di Kawasan Perkotaan Lewoleba.

Tabel 2. Sebaran Rekomendasi Shelter berdasarkan Dinas BPBD

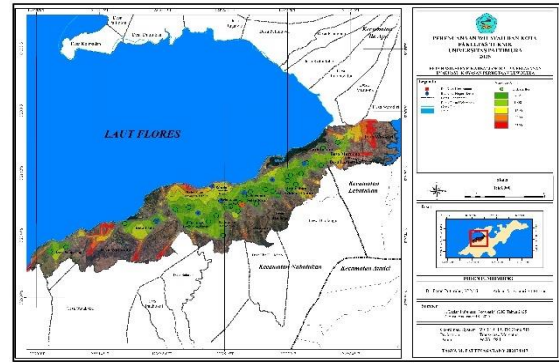
No	Nama Shelter Rekomendasi	Ketinggian
1	Perumahan relokasi tanah merah	37,5
2	Perumahan relokasi caritas	25
3	SD Negeri Batas Kota	37,5
4	Kantor Bupati Lembata	25
5	Rumah jabatan Bupati	37,5
6	SMP Negeri 4 Lamahora	25
7	Lapangan sepak bola lamahora	25
8	SMA Kristen St. Yakobus Rasul	50

Sumber : BPBD Kabupaten Lembata, 2024

Dari data shelter hasil rekomendasi diatas, maka keterjangkauan pada keseluruhan shelter sudah dapat dijangkau oleh semua wilayah dengan penduduk pada pusat perkotaan serta zona yang memiliki risiko tinggi.



Gambar 5. Sebaran Shelter Tambahan



Gambar 6. Peta Hasil Service Area Rekomendasi Shelter BPBD

5. Route Analyst

Fungsi *route analyst* adalah menentukan jalur dari ruas jalan yang akan dilalui dari beberapa kelas jalan. Route analyst ini akan dibuat dan diklasifikasikan dalam bentuk waktu tempuh, jarak tempuh, nama jalan, Lokasi shelter serta lebar jalan. Setelah menentukan rute dari titik start menuju titik finish maka penulis menentukan laju evakuasi berdasarkan standar yang dibuat oleh penelitian sebelumnya yaitu; (Adilang, 2022) dengan menggunakan rumus:

$$T = \frac{S}{V}$$

Dengan:

- T = Waktu tempuh
- S = Jarak dari titik awal menuju shelter
- V = Kecepatan

Contoh hasil perhitungan:

Titik Awal	Nama Jalan	Lokasi Shelter	Lebar Jalan (m)	Jarak Tempuh (m)	Waktu Tempuh (menit)
Titik risiko 8	Jl. Kakatua	Lapangan sepak bola Lamahora	4,40	1218	4 menit, 57 detik

Berdasarkan hasil analisis, rute evakuasi dapat diakses sesuai dengan lokasi shelter yang telah ditentukan. Tabel berikut

menampilkan hasil rute evakuasi yang dibagi menurut Desa/Kelurahan di Kawasan Perkotaan Lewoleba.

1. Desa Laranwutun

Tabel 3. Jalur Evakuasi Desa Laranwutun

Titik Awal	Nama Jalan	Lokasi Shelter	Lebar Jalan (m)	Jarak Tempuh (m)	Waktu Tempuh (menit)
Titik risiko 1	Jl. Ile Lewotolok	Perumahan relokasi tanah merah	4,55	700	2 menit, 51 detik
Titik risiko 2	Jl. Ile Werung	Perumahan relokasi Caritas	4,40	271	1 menit, 6 detik
Titik risiko 3	Jl. W.R Soepratman	SD Negeri Batas Kota	4,30	919	3 menit, 44 detik
Titik risiko 4	Jl. Kelinci	Kantor Bupati Lembata	4,10	853	3 menit, 28 detik
Titik risiko 5	Jl. Sultan Agung	Rumah Jabatan Bupati	5,00	808	3 menit, 17 detik
Titik risiko 6	Jl. Gatot Subroto	SMP Negeri 4 Lamahora	5,00	711	2 menit, 53 detik
Titik risiko 7	Jl. Laks. John Lie	Pasar Lewoleba	4,50	985	4 menit

Sumber: Hasil Analisis, 2025

2. Kelurahan Lewoleba Timur

Tabel 4. Jalur Evakuasi di Kelurahan Lewoleba Timur

Titik Awal	Nama Jalan	Lokasi Shelter	Lebar Jalan (m)	Jarak Tempuh (m)	Waktu Tempuh (menit)
Titik risiko 9	Jl. Elang	Lapangan sepak bola Lamahora	6,15	1327	5 menit, 24 detik
Titik risiko 10	Jl. Dirgantara II	Pasar Lewoleba	3,50	1199	4 menit, 53 detik
Titik risiko 11	Jl. Dirgantara II	Pasar Lewoleba	5,00	1155	4 menit, 42 detik
Titik risiko 12	Jl. Kapitan Pattimura	Pasar Lewoleba	6,00	1037	4 menit, 13 detik
Titik risiko 13	Jl. Dr. J. Leimena	SMK Stela Maris	4,30	931	3 menit, 47 detik

Sumber: Analisis, 2025

3. Kelurahan Selandoro

Tabel 5. Jalur Evakuasi Di Kelurahan Selandoro

Titik Awal	Nama Jalan	Lokasi Shelter	Lebar Jalan (m)	Jarak Tempuh (m)	Waktu Tempuh (menit)
Titik risiko 14	Jl. Dirgantara I	SMK Stela Maris	11,00	852	3 menit, 28 detik
Titik risiko 15	Jl. Ikan Lumba-lumba	SMK Stela Maris	5,60	728	2 menit, 58 detik
Titik risiko 16	Jl. Polo Ama	Kantor Lurah Selandoro	6,00	880	3 menit, 35 detik
Titik risiko 17	Jl. Wolter Monginsidi	Kantor Lurah Selandoro	8,50	700	2 menit, 51 detik
Titik risiko 18	Jl. Waijarang-Balauring	SD Negeri Wangatoa	11,00	1176	4 menit, 47 detik
Titik risiko 19	Jl. Telkom	Kantor Camat Nubatukan	4,70	2062	8 menit, 24 detik

Sumber: Analisis, 2025

4. Kelurahan Lewoleba Tengah dan Selatan

Tabel 6. Jalur Evakuasi di Kelurahan Lewoleba Tengah dan Selatan

Titik Awal	Nama Jalan	Lokasi Shelter	Lebar Jalan (m)	Jarak Tempuh (m)	Waktu Tempuh (menit)
Titik risiko 20	Jl. Ikan Kombong	SMA Negeri 1 Lewoleba	5,00	1673	6 menit, 49 detik
Titik risiko 21	Jl. Merdeka	SMA Negeri 1 Lewoleba	4,70	2290	9 menit, 19 detik

Sumber: Analisis, 2025

5. Kelurahan Lewoleba Barat dan Utara

Tabel 7. Jalur Evakuasi di Kelurahan Lewoleba Barat dan Utara

Titik Awal	Nama Jalan	Lokasi Shelter	Lebar Jalan (m)	Jarak Tempuh (m)	Waktu Tempuh (menit)
Titik risiko 22	Jl. Anggur	SMEA Kawula Karya	5,00	2522	10 menit, 16 detik
Titik risiko 23	Jl. Waijarang-Balauring	Biara Hamba-hamba Kristus	11,00	1785	7 menit, 16 detik

Sumber: Analisis, 2025

6. Kelurahan Lewoleba

Tabel 8. Jalur Evakuasi di Kelurahan Lewoleba

Titik Awal	Nama Jalan	Lokasi Shelter	Lebar Jalan (m)	Jarak Tempuh (m)	Waktu Tempuh (menit)
Titik risiko 24	Jl. Merdeka	Gua Maria Lewoleba	4,70	2290	9 menit, 19 detik

Sumber: Analisis, 2025

7. Desa Pada

Tabel 9. Jalur Evakuasi di Desa Pada

Titik Awal	Nama Jalan	Lokasi Shelter	Lebar Jalan (m)	Jarak Tempuh (m)	Waktu Tempuh (menit)
Titik risiko 25	Jl. Nyiur	Lapangan Sepak Bola Desa Pada	5,00	375	1 menit, 31 detik
Titik risiko 26	Jl. Waijarang-Balauring	Puskesmas Desa Pada	11,00	1129	4 menit, 36 detik

Sumber: Analisis, 2025

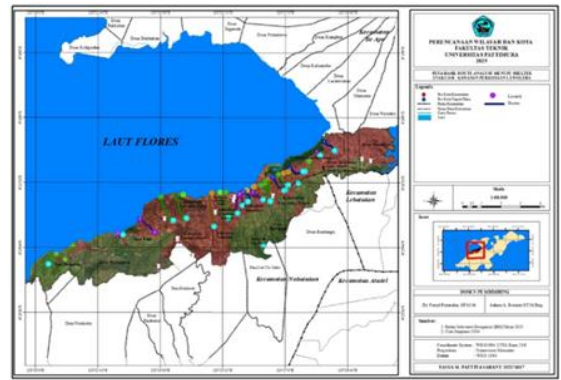
8. Desa Waijarang

Tabel 10. Jalur Evakuasi di Desa Waijarang

Titik Awal	Nama Jalan	Lokasi Shelter	Lebar Jalan (m)	Jarak Tempuh (m)	Waktu Tempuh (menit)
Titik risiko 27	Jl. Waijarang-Wulandoni	Belakang Permukiman Desa Pada	7,30	1315	5 menit, 21 detik
Titik risiko 28	Jl. Waijarang-TPA	Perbukitan jalan menuju TPA	3,00	1418	5 menit, 46 detik

Sumber: Analisis, 2025

Berdasarkan tabel-tabel di atas, secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa waktu tempuh, jarak tempuh, lebar jalan, serta lokasi shelter dapat diakses sesuai dengan Desa maupun Kelurahan masing-masing menuju shelter yang telah ditetapkan. Selanjutnya, hasil analisis ini divisualisasikan dalam bentuk peta rute evakuasi Kawasan Perkotaan Lewoleba.



Gambar 7. Jalur evakuasi Hasil Route Analyst di Kawasan Perkotaan Lewoleba

6. Hasil Akses Capaian menggunakan Google Earth

Analisis akses capaian merupakan tahapan penting dalam menilai kelayakan jalur evakuasi dari titik awal permukiman atau lokasi rawan bencana menuju shelter yang aman. Proses ini dilakukan dengan memanfaatkan data elevasi dan kemiringan lereng yang diperoleh melalui pemetaan 3D menggunakan perangkat lunak Google Earth Pro, khususnya fitur elevasi yang tersedia. Dengan pendekatan ini, dapat diketahui perbedaan ketinggian antara titik awal dan

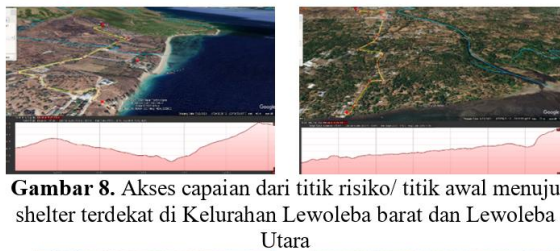
shelter serta tingkat kemiringan jalur yang harus dilalui. Evaluasi dilakukan untuk memastikan jalur memiliki kemiringan lereng di bawah 8%, dengan elevasi minimal 20 meter di atas permukaan laut.

Tabel 11. Akses Capaian Jalur Evakuasi di Kawasan Perkotaan Lewoleba

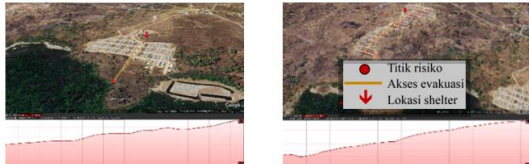
No	Elevasi Titik AWAL (mdpl)	Elevasi Shelter Akhir (mdpl)	Kemiringan (Slope) %
1	10	49	5,7 %
2	10	24	6,1 %
3	9	34	3,5%
4	8	34	3,5%
5	10	43	5,4%
6	10	27	4,1%
7	10	28	4,1%
10	8	33	4,7%
11	9	43	4,6%
12	7	35	3,9%
13	7	35	4,1%
14	8	34	4,1%
15	0	22	4,5%
16	9	22	2,8%
17	3	20	4,4%
18	6	20	3,7%
19	9	21	3,1%
20	6	26	2,8%
21	7	43	4,0%
22	9	40	3,3%
23	9	47	3,3%
24	3	42	4,2%
25	6	33	3,0%
26	8	33	4,6%
27	2	30	9,7%
28	8	46	6,4%

Sumber: Hasil pemetaan, 2025

Dari tabel diatas merupakan akses capaian dari masing-masing titik risiko menuju shelter tujuan dengan akses capaian yang dilalui terhadap ketinggian shelter dan kemiringan lereng yang akan dilewati. Berikut merupakan hasil pemetaan 3D menggunakan software google earth pada fitur elevasi perwakilan beberapa Desa dan Kelurahan.



Gambar 8. Akses capaian dari titik risiko/ titik awal menuju shelter terdekat di Kelurahan Lewoleba barat dan Lewoleba Utara



Gambar 9. Akses capaian dari titik risiko/ titik awal menuju shelter

Penilaian Kelayakan Jalur dan Lokasi Shelter

Setelah proses pemetaan jalur evakuasi selesai dilakukan melalui pendekatan spasial berbasis *Network Analyst*, tahapan berikutnya adalah melakukan penilaian kelayakan terhadap jalur dan lokasi shelter yang telah ditentukan. Penilaian ini memiliki peran strategis untuk memastikan bahwa jalur evakuasi tidak hanya terpetakan secara spasial, tetapi juga dapat digunakan secara efektif dan aman oleh masyarakat saat bencana benar-benar terjadi.

Penilaian ini dilandasi oleh sejumlah parameter teknis yang berkaitan langsung dengan kondisi fisik jalur dan posisi shelter, antara lain jenis permukaan jalan (aspal, tanah, setapak), lebar jalan, waktu tempuh, jarak tempuh, elevasi titik awal dan shelter tujuan, serta kemiringan jalur. Selain itu,

parameter aksesibilitas masyarakat juga menjadi pertimbangan dengan melihat keterjangkauan jalur dari permukiman sekitar dalam radius 500 meter.

Metode penilaian dilakukan dengan memberikan bobot pada setiap parameter yang telah ditentukan. Setiap jalur dan shelter dinilai berdasarkan kombinasi skor dari seluruh aspek tersebut, lalu diklasifikasikan ke dalam tiga kategori kelayakan, yaitu: skor 16–21 dikategorikan sebagai Sangat Layak, menunjukkan bahwa jalur tersebut telah memenuhi seluruh kriteria teknis dan dapat digunakan secara optimal dalam situasi darurat. Skor 11–15 dikategorikan sebagai Layak, artinya jalur dapat digunakan namun memiliki beberapa keterbatasan yang tidak terlalu signifikan. Sedangkan skor 6–10 masuk dalam kategori Kurang Layak, menandakan bahwa jalur tersebut memiliki banyak hambatan dan tidak direkomendasikan untuk digunakan tanpa adanya perbaikan terlebih dahulu.

Berdasarkan hasil analisis kelayakan di Kawasan Perkotaan Lewoleba, sebagian besar jalur evakuasi yang dihasilkan menunjukkan skor dalam kategori “Sangat Layak”. Hal ini mencerminkan bahwa rute evakuasi tersebut tidak hanya memenuhi syarat dari segi elevasi dan waktu tempuh, tetapi juga secara fisik mampu menampung mobilitas penduduk dalam jumlah besar. Beberapa ruas jalan utama bahkan memiliki lebar lebih dari 5 meter, permukaan aspal yang baik, serta kemiringan jalur yang stabil di bawah 8%. Namun, terdapat pula beberapa jalur dengan skor “Layak” akibat keterbatasan pada lebar jalan atau kondisi permukaan yang belum beraspal. Dengan adanya klasifikasi ini, pemerintah daerah dapat memprioritaskan perbaikan pada jalur “Layak” dan “Kurang Layak” agar seluruh masyarakat memiliki akses evakuasi yang setara dan aman menuju shelter saat terjadi bencana.

Tabel 12. Penilaian Lokasi dan Jalur Evakuasi

Nama Jalan	Titik	Lokasi Shelter	Kategori
Jl. Ile Werung	1	Perumahan relokasi Caritas	Sangat Layak
Jl. W.R. Soepratman	2	SD Negeri	Sangat Layak
Jl. Kelinci	3	Kantor Bupati Lembata	Sangat Layak
Jl. Sultan Agung	4	Rumah Jabatan Bupati	Sangat Layak
Jl. Gatot Subroto	5	SMP Negeri 4 Lamahora	Sangat Layak
Jl. Wolter Monginsidi	17	Kantor Lurah Selandoro	Sangat Layak
Jl. Waijarang-Balauring	18	SD Negeri Wangatoa	Sangat Layak
Jl. Telkom	19	Kantor Camat Nubatukan	Sangat Layak
Jl. Ikan Kombong	20	SMA Negeri 1 Lewoleba	Sangat Layak
Jl. Merdeka	21	SMA Negeri 1 Lewoleba	Sangat Layak
Jl. Anggur	22	SMEA Kawula Karya	Sangat Layak
Jl. Waijarang-Balauring	23	Biara Hamba-hamba Kristus	Sangat Layak
Jl. Anggur	24	SMEA Kawula Karya	Sangat Layak
Jl. Nyiur	25	Lapangan Sepak Bola Desa Pada	Sangat Layak
Jl. Waijarang-Balauring	26	Puskesmas Desa Pada	Sangat Layak
Jl. Waijarang-Wulandoni	27	Belakang Permukiman Desa Pada	Sangat Layak
Jl. Waijarang-TPA	28	Perbukitan Jalan menuju TPA	Layak
Jl. Laksamana John Lie	6	Pasar Lewoleba	Sangat Layak
Jl. Kakatua	7	Lapangan Sepak Bola Lamahora	Sangat Layak
Jl. Elang	8	Lapangan Sepak Bola Lamahora	Sangat Layak
Jl. Dirgantara II	9	Pasar Lewoleba	Sangat Layak
Jl. Dirgantara II	10	Pasar Lewoleba	Layak
Jl. Dirgantara II	11	Pasar Lewoleba	Sangat Layak
Jl. Kapitan Pattimura	12	Pasar Lewoleba	Sangat Layak
Jl. Dr. Johannes Leimena	13	SMK Stela Maris	Sangat Layak
Jl. Dirgantara I	14	SMK Stela Maris	Sangat Layak
Jl. Ikan Lumba-lumba	15	SMK Stela Maris	Sangat Layak
Jl. Ama Polo	16	Kantor Lurah Selandoro	Sangat Layak

Sumber: Analisis, 2025

Pembahasan

Hasil utama penelitian menunjukkan bahwa metode *Network Analyst* mampu menghasilkan jalur evakuasi tercepat dan terdekat yang mempertimbangkan faktor elevasi, waktu tempuh, dan aksesibilitas. Titik awal risiko yang berada di bawah 10 meter di atas permukaan laut berhasil dihubungkan dengan shelter-shelter yang

memenuhi kriteria aman (>20 mdpl) dengan kemiringan jalur di bawah 8%. Sebagian besar rute memiliki waktu tempuh di bawah 5 menit, mengindikasikan efektivitas rencana evakuasi yang dirancang (Adilang, 2022). Analisis buffer sejauh 500 meter juga memperlihatkan bahwa cakupan layanan shelter meningkat signifikan setelah penambahan 27 shelter baru (Koda, 2025).

Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi data spasial dengan analisis jaringan bukan hanya menentukan rute teknis, tetapi juga memberikan gambaran aksesibilitas terhadap fasilitas aman secara realistis. Evaluasi kelayakan jalur berdasarkan permukaan jalan dan lebar juga menambah nilai praktik, karena mampu membedakan kelayakan rute evakuasi untuk semua jenis kondisi medan di wilayah perkotaan yang kompleks.

Temuan ini memperkuat pandangan bahwa integrasi antara SIG dan analisis jaringan memberikan manfaat dalam konteks mitigasi bencana berbasis wilayah. Pendekatan ini secara praktis mampu mensimulasikan skenario evakuasi yang akurat dan kontekstual terhadap kondisi geografis dan sosial masyarakat. Beberapa wilayah dengan jalur tanah dan jalan kecil tetap terpetakan dan dikategorikan layak karena memiliki waktu tempuh cepat dan terhubung dengan shelter di ketinggian aman. Dalam konteks ini, pemetaan evakuasi tidak hanya menjadi alat visualisasi, tetapi bagian dari sistem perencanaan spasial yang adaptif terhadap kondisi darurat (Damanik, 2022). Hasil ini selaras dengan praktik mitigasi bencana yang semakin berbasis pada pendekatan komputasional dan spasial yang terukur (Rahmadini, 2020). Maka, dapat disimpulkan bahwa hasil pemetaan rute evakuasi Lewoleba mencerminkan efektivitas pendekatan berbasis data dalam memperkuat kesiapsiagaan bencana di kawasan pesisir yang rentan.

Jika dibandingkan dengan penelitian oleh Nurdiawati (2022) di Pangandaran yang memanfaatkan WebGIS untuk simulasi evakuasi tsunami, penelitian ini lebih menekankan integrasi spasial dinamis menggunakan *Network Analyst*. Nurdiawati mengandalkan pemodelan genangan dan pemetaan statis, sedangkan studi ini memberikan simulasi jalur evakuasi aktif berdasarkan titik risiko, elevasi, dan kecepatan akses. Pendekatan ini memungkinkan rute evakuasi yang lebih personalisasi per wilayah. Di sisi lain, Kelana (2024) dalam studi di Pandeglang juga menyoroti keterbatasan RTRW dalam

menunjang peta evakuasi spasial, sesuatu yang juga terlihat jelas di Lewoleba, di mana shelter awal tidak mampu menjangkau seluruh permukiman. Dengan menambahkan shelter hasil koordinasi dengan BPBD, wilayah pelayanan meningkat drastis. Kedua penelitian sebelumnya menunjukkan kebutuhan akan pendekatan spasial terapan seperti yang digunakan dalam studi ini untuk mengatasi keterbatasan data formal dalam perencanaan kebencanaan.

Studi oleh Saputro (2024) di kawasan Merapi juga menggunakan analisis jaringan dalam menentukan jalur evakuasi berbasis ketinggian. Namun, penelitian tersebut terbatas pada kemiringan lereng dan jarak, tanpa memperhitungkan waktu tempuh aktual atau lebar jalan. Dalam konteks Lewoleba, hasil route analyst tidak hanya memberikan nilai teknis, tetapi juga memperhitungkan kondisi permukaan jalan yang relevan terhadap jenis kendaraan evakuasi. Hal ini memperlihatkan kemajuan dalam pemodelan evakuasi yang tidak hanya berdasar peta kontur, tetapi juga mendekati realitas fisik wilayah yang digunakan masyarakat. Jika dibandingkan dengan hasil Adilang (2022) di Manado, pendekatan dalam penelitian ini lebih sistematis dalam memverifikasi hasil dengan pengukuran Google Earth dan analisis kemiringan. Maka, dari sisi metodologi dan akurasi hasil, studi ini menyempurnakan pendekatan terdahulu.

Kontribusi utama hasil penelitian ini terletak pada pengembangan sistem evakuasi spasial berbasis analisis jaringan yang aplikatif dan mudah direplikasi untuk wilayah pesisir lainnya. Model yang digunakan dalam penelitian ini dapat dijadikan acuan oleh pemerintah daerah, khususnya dalam mengintegrasikan peta risiko, data jaringan jalan, dan lokasi shelter ke dalam dokumen perencanaan. Sebagaimana ditegaskan oleh Kurniawan (2019), daerah pesisir umumnya memiliki sistem evakuasi yang tidak diperbarui dan bergantung pada pengetahuan lokal, yang seringkali tidak efisien dalam kondisi darurat. Dengan memanfaatkan pendekatan spasial seperti ini, perencanaan menjadi lebih

berbasis data dan akurat. Studi ini juga memperlihatkan bahwa pengambilan keputusan kebencanaan dapat berbasis simulasi spasial, bukan hanya dokumentasi tertulis yang tidak aplikatif saat bencana terjadi.

Secara operasional, pendekatan yang ditawarkan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa sistem evakuasi tidak harus mahal dan kompleks, namun dapat disusun dari data terbuka yang tersedia, software GIS yang umum digunakan, dan partisipasi stakeholder seperti BPBD. Larasati (2017) menyatakan bahwa pemanfaatan SIG di daerah sangat tergantung pada kapasitas teknis, sehingga model sederhana yang dikembangkan melalui ArcGIS ini dapat menjembatani kesenjangan antara kebutuhan teknis dan sumber daya manusia di daerah. Selain itu, hasil ini juga memberi implikasi terhadap tata ruang perkotaan karena dapat menjadi dasar dalam penyusunan zonasi evakuasi, penempatan shelter permanen, dan pengembangan jalur evakuasi baru. Seperti yang disoroti oleh Kementerian PUPR (2023), perencanaan jalur evakuasi harus berbasis kontur dan jaringan jalan aktual, yang telah diwujudkan dalam model ini secara konkret.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Salah satunya adalah belum mempertimbangkan variabel waktu nyata seperti kemacetan, cuaca ekstrem, dan gangguan fisik pada jalur saat bencana terjadi. Selain itu, pendekatan berbasis desktop GIS ini belum terhubung langsung dengan sistem peringatan dini atau sistem mobile, yang seharusnya menjadi bagian dari evakuasi modern. Ke depan, penelitian lanjutan dapat mengintegrasikan pemodelan spasial ini dengan sensor peringatan dini, sistem navigasi waktu nyata, dan aplikasi berbasis ponsel agar lebih adaptif dan responsif terhadap dinamika di lapangan. Rekomendasi juga diberikan kepada pemerintah daerah untuk menjadikan model ini sebagai dasar dalam menyusun peta evakuasi resmi yang dapat diperbaharui secara berkala.

Kesimpulan

Rute evakuasi yang ditentukan menggunakan metode *Network Analyst* pada setiap Desa/Kelurahan memiliki karakteristik yang berbeda, mulai dari hirarki jalan, lebar jalan, kondisi perkerasan, hingga jarak tempuh. Hasil perhitungan dan simulasi di lapangan menunjukkan bahwa sebagian besar waktu tempuh riil lebih cepat dibandingkan dengan hasil perhitungan, sehingga jalur yang direncanakan dinilai layak untuk digunakan. Hal ini memberikan gambaran nyata mengenai proses evakuasi di lapangan. Namun demikian, terdapat beberapa jalur yang memiliki waktu evakuasi lebih lambat dari perhitungan akibat faktor hambatan medan, kondisi kontur, serta potensi kemacetan lalu lintas. Selain itu, akses menuju shelter sudah memenuhi syarat ketinggian lebih dari 20 meter di atas permukaan laut dengan tingkat kelerengan sebagian besar kurang dari 8%. Kondisi ini memastikan bahwa jalur dapat diakses masyarakat secara aman dan menghindari risiko dari kontur curam pada saat bencana terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adilang, A. E. D. (2022). Pemetaan jalur evakuasi tsunami dengan metode *Network Analyst* berbasis SIG di Kota Manado. *Jurnal Spasial*, 9(1), 33–45. <https://doi.org/10.31294/spasial.v9i1.14532>
- Aldison, J. (2022). Kajian jalur evakuasi serta tempat evakuasi bencana tsunami terhadap hasil partisipatif masyarakat di pesisir Kecamatan Limau. *Journal of Geodesy and Geomatics*, 8(2), 56–64. <https://doi.org/10.31294/jgg.v8i2.14711>
- Amri, M. R., & Gyani, G. Y. (2016). *Resiko bencana Indonesia*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2023). *Indeks risiko bencana Indonesia*. BNPB Press.
- Damanik, B. M. (2022). Pemodelan tingkat bahaya dan jalur evakuasi tsunami menggunakan 3D analysis. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 5(1), 22–31.

- <https://doi.org/10.31294/jtsl.v5i1.14378>
- Erkamim, S. D. M. (2023). *Teori komprehensif SIG*. Surakarta: PT Green Pustaka.
- Geudensia, D. K. (2017). Pemetaan jalur evakuasi tsunami dengan metode Network Analyst: Studi kasus Kota Maumere. *Jurnal Geografi*, 11(1), 77–88. <https://doi.org/10.15294/jg.v11i1.12345>
- Kelana, M. F. (2024). Analisis jalur evakuasi bencana tsunami menggunakan network analysis di Desa Caringin, Pandeglang. *Jurnal Geodesi*, 10(2), 105–114. <https://doi.org/10.31294/jg.v10i2.15232>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2023). *Pedoman perencanaan jalur evakuasi bencana tsunami*. Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Koda, C. B. (2025). Kesiapsiagaan BPBD Kabupaten Lembata dalam penanganan bencana. *Jurnal Education and Government Wiyata*, 3(1), 1–12. <https://doi.org/10.31294/jegw.v3i1.16333>
- Kurniawan, I. A. (2019). Penentuan jalur evakuasi di kawasan pesisir Kabupaten Takalar. *Jurnal Wilayah dan Kota Maritim*, 7(1), 12–21.
- Larasati, N. M. (2017). Analisis penggunaan pemanfaatan tanah menggunakan SIG. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(4), 68–75.
- Nugraha, I. (2018). Pemetaan jalur evakuasi tsunami dengan metode network analysis. *Jurnal Geografi Lampung*, 6(3), 110–120.
- Nurdiawati, D. L. (2022). Pemodelan spasial genangan tsunami dan jalur evakuasi dengan WebGIS. *Jurnal Geospasial*, 8(1), 41–53. <https://doi.org/10.31294/geospasial.v8i1.14875>
- Pemerintah Daerah Kabupaten Lembata. (2024). *Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) Kawasan Perkotaan Lewoleba*. Lembata: Bappeda.
- Rahmadini, N. (2020). Pemetaan jalur evakuasi bencana gempa Sesar Lembang. *Jurnal Teknik Sipil Bandung*, 4(2), 99–107.
- Sahabat, F. (2018). Perencanaan jalur evakuasi DAS Resojo, Kabupaten Pasuruan. *Jurnal Teknik Lingkungan Malang*, 3(1), 50–60.
- Saputro, Z. F. (2024). Pemetaan jalur evakuasi bencana Merapi dengan analisis jaringan. *Jurnal Geoinformatika*, 9(1), 71–84. <https://doi.org/10.31294/geoinfo.v9i1.15011>