

Penentuan Jalur Evakuasi Terpendek Saat Bencana Tsunami di Kota Padang menggunakan Algoritma Dijkstra

Desiana Febi, Meira Parma Dewi
Departemen Matematika, Universitas Negeri Padang

Article Info

Article history:

Received August 12, 2025
Revised September 29, 2025
Accepted October 02, 2025

Keywords:

Tsunami
Evacuation
Dijkstra's algorithm

Kata Kunci:

Tsunami
Evakuasi
Algoritma Dijkstra

ABSTRACT

Padang City is a high-risk area for tsunamis. Evacuation speed is crucial for saving lives, but the lack of a spatial data-based evacuation system is a challenge. This study aims to design the shortest evacuation route using the Dijkstra algorithm. Road network data was obtained from OpenStreetMap and processed using Python libraries such as OSMnx, NetworkX, and Folium. The initial and final locations were used as nodes in a weighted graph based on the length of the road segment. The results show that the evacuation route from Padang State University to Mount Pangilun is 3.65 km long, and from Lubuk Buaya Market to Anak Aia is 3.07 km long. Thus, the Dijkstra algorithm has proven effective in supporting the design of a disaster evacuation system in Padang City because it is able to determine the shortest route accurately, assist spatial visualization, and increase community preparedness towards safe evacuation points.

ABSTRAK

Kota Padang merupakan wilayah dengan risiko tinggi terhadap bencana tsunami. Kecepatan evakuasi menjadi faktor penting dalam penyelamatan jiwa, namun belum tersedianya sistem evakuasi berbasis data spasial menjadi kendala. Penelitian ini bertujuan untuk merancang jalur evakuasi terpendek menggunakan algoritma Dijkstra. Data jaringan jalan diperoleh dari *OpenStreetMap* dan diolah menggunakan pustaka Python seperti *OSMnx*, *NetworkX*, dan *Folium*. Lokasi awal dan akhir dijadikan simpul dalam graf berbobot berdasarkan panjang ruas jalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jalur evakuasi dari Universitas Negeri Padang ke Gunung Pangilun sepanjang 3,65 km, dan dari Pasar Lubuk Buaya ke Anak Aia sepanjang 3,07 km. Peta interaktif yang dihasilkan mempermudah penyampaian informasi spasial. Dengan demikian, algoritma Dijkstra terbukti efektif dalam mendukung perancangan sistem evakuasi bencana di Kota Padang karena mampu menentukan rute terpendek secara akurat, membantu visualisasi spasial, serta meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat menuju titik evakuasi aman.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Penulis Korespondensi:

Desiana Febi

Departemen Matematika, Universitas Negeri Padang
Email: desianafebi12@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Kota Padang merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki risiko tinggi terhadap bencana tsunami. Hal ini disebabkan oleh letaknya yang berdekatan dengan zona subduksi aktif, yaitu pertemuan antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia yang memicu aktivitas seismik signifikan di wilayah barat Sumatera [1]. Peristiwa tsunami besar yang pernah terjadi di Aceh pada tahun 2004 menjadi peringatan keras akan pentingnya kesiapsiagaan menghadapi bencana, khususnya di daerah pesisir seperti Sumatera Barat [2].

Upaya mitigasi bencana tsunami memerlukan sistem evakuasi yang cepat, akurat, dan berbasis data spasial. Namun, hingga saat ini, Kota Padang belum memiliki sistem rute evakuasi berbasis digital yang optimal dan dapat diakses secara langsung oleh masyarakat. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menyusun sistem rute evakuasi tersebut adalah dengan menggunakan algoritma pencarian jalur terpendek dalam teori graf.

Algoritma Dijkstra merupakan salah satu metode yang efektif untuk menentukan jalur terpendek dalam graf berbobot, dan telah digunakan dalam berbagai aplikasi seperti navigasi transportasi, sistem informasi geografis, dan perencanaan evakuasi bencana [3]. Dalam konteks bencana tsunami, algoritma ini dapat membantu memetakan jalur tercepat menuju titik evakuasi dengan mempertimbangkan panjang jalan sebagai bobot graf.

Beberapa penelitian telah membandingkan algoritma Dijkstra dengan metode lainnya, seperti A* dan Bellman-Ford, namun Dijkstra dinilai paling stabil dan sesuai untuk graf dengan bobot non-negatif [4]. Meskipun demikian, belum banyak studi yang menerapkan pendekatan ini secara spesifik pada kasus rute evakuasi tsunami di Kota Padang, khususnya dengan integrasi data spasial dari *OpenStreetMap*.

Penelitian ini bertujuan untuk menjawab kebutuhan akan sistem evakuasi berbasis graf melalui implementasi algoritma Dijkstra pada peta jalan Kota Padang. Dengan fokus pada dua titik awal evakuasi, yaitu Universitas Negeri Padang dan Pasar Lubuk Buaya, serta beberapa titik evakuasi akhir, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam perencanaan evakuasi bencana berbasis teknologi spasial.

2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian terapan dengan pendekatan kuantitatif yang bertujuan untuk mengimplementasikan algoritma Dijkstra dalam penentuan jalur evakuasi tsunami terpendek di Kota Padang. Studi dilakukan menggunakan data spasial jalan dari *OpenStreetMap*, yang diproses dengan bantuan pustaka Python seperti *OSMnx*, *NetworkX*, dan *Folium*. Pemanfaatan *OpenStreetMap* dalam sistem informasi geografis terbukti efektif dalam menyajikan jaringan jalan yang relevan untuk kepentingan evakuasi bencana [5]. Dalam konteks ini, penelitian berfokus pada implementasi algoritma Dijkstra untuk penentuan jalur evakuasi tsunami terpendek di Kota Padang. Adapun langkah-langkah kerja yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi masalah terkait kebutuhan jalur evakuasi tsunami di Kota Padang.
2. Mengumpulkan data jaringan jalan dari *OpenStreetMap* serta data titik awal dan titik evakuasi dari *Google Maps*, BNPB, dan BPS.
3. Membentuk graf berbobot, dengan simpul (*node*) sebagai titik awal, tujuan, dan simpul jalan, serta sisi (*edge*) sebagai ruas jalan berbobot panjang.
4. Menerapkan algoritma Dijkstra untuk menentukan jalur terpendek melalui proses inisialisasi jarak, pemilihan simpul minimum, relaksasi, dan iterasi hingga tujuan.
5. Memvisualisasikan hasil dalam bentuk peta interaktif menggunakan pustaka *Folium*.
6. Melakukan analisis dan validasi dengan membandingkan jalur hasil algoritma terhadap jalur pada peta BNPB dan *Google Maps*.
7. Menarik kesimpulan mengenai efektivitas metode dalam mendukung sistem evakuasi bencana.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan sistem perhitungan jalur evakuasi tsunami terpendek berbasis graf dari dua titik awal utama, yaitu Universitas Negeri Padang (UNP) dan Pasar Lubuk Buaya, menuju beberapa Titik Evakuasi Akhir (TEA) yang telah ditentukan dalam peta mitigasi bencana Kota Padang. Jalur dievaluasi dengan algoritma Dijkstra menggunakan data spasial dari *OpenStreetMap* (OSM) dan divisualisasikan melalui pustaka *Python Folium*. Hasil ini menunjukkan potensi penerapan teori graf dan komputasi spasial dalam perencanaan evakuasi kebencanaan yang lebih terarah dan adaptif.

3.1 Penentuan Node dan Pembentukan Graf

Data jaringan jalan Kota Padang diperoleh melalui akuisisi dengan pustaka *OSMnx* dan dikonversi menjadi graf berbobot. Jumlah simpul (node) yang terbentuk sebanyak 7.542 buah, dan jumlah sisi (edge) sebanyak 17.084 buah. Setiap simpul mewakili titik pertemuan jalan, sedangkan sisi mewakili ruas jalan yang menghubungkan simpul-simpul tersebut. Bobot pada setiap sisi ditentukan berdasarkan panjang ruas jalan dalam satuan meter. Graf yang terbentuk bersifat *directed* dan *weighted*, serta hanya mempertimbangkan jalan yang dapat dilalui oleh kendaraan roda empat (parameter 'drive') [6].

3.2 Visualisasi Wilayah dan Titik Evakuasi

Pemetaan spasial dilakukan untuk menampilkan hubungan antar titik awal dan TEA. Proses ini penting untuk memastikan bahwa seluruh titik evakuasi berada dalam cakupan jaringan jalan yang sama, serta untuk memverifikasi kesesuaian koordinat terhadap zonasi evakuasi tsunami Kota Padang [7].

3.3 Hasil Perhitungan Jalur Terpendek

Penerapan algoritma Dijkstra menghasilkan dua rute utama dengan jarak terpendek, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Algoritma Dijkstra

Titik Awal	Titik Evakuasi Akhir (TEA)	Jarak Terpendek (km)
Universitas Negeri Padang	TEA E1: Gunung Pangilun	3,65
Pasar Lubuk Buaya	TEA A2: Anak Aia	3,07

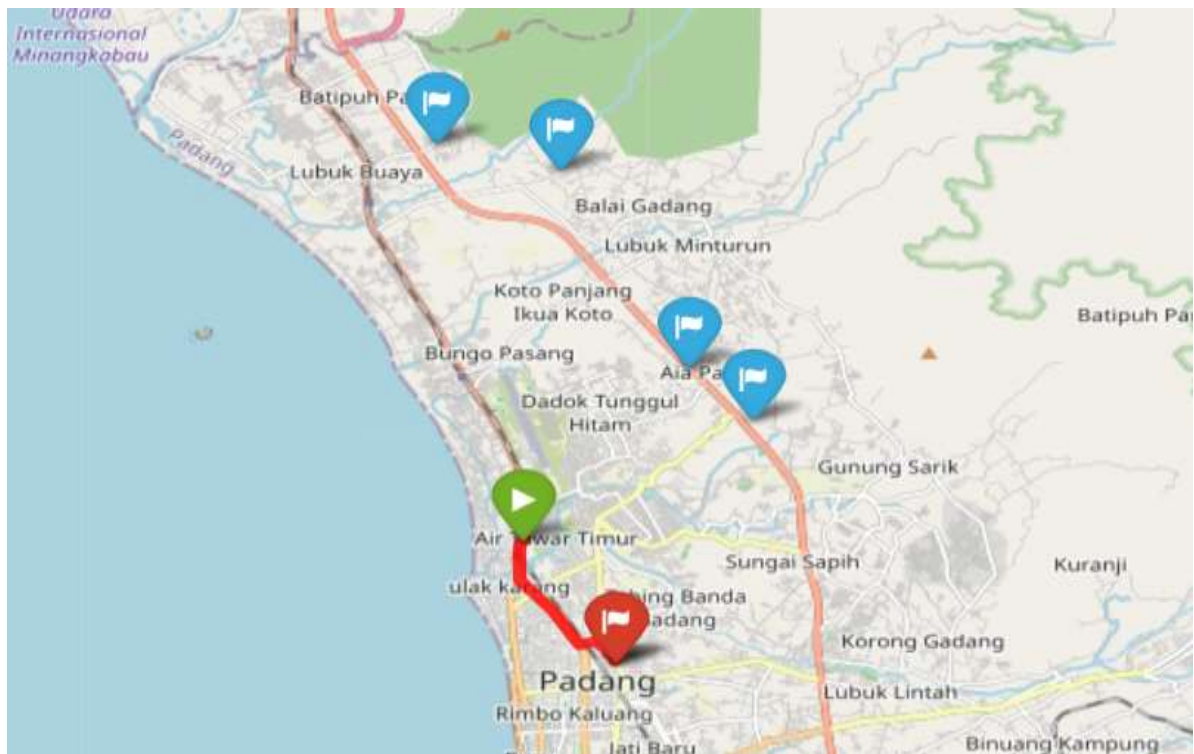
Nama-nama jalan yang dilewati oleh jalur evakuasi diperoleh dari atribut 'name' pada setiap sisi (edge) graf. Jika nama tidak tersedia, sistem akan menandai sebagai "Unnamed Road." Beberapa nama jalan utama yang muncul dalam jalur terpendek dari UNP antara lain Jl. Prof. Dr. Hamka, Jl. Khatib Sulaiman, dan Jl. Gunung Semeru. Untuk rute dari Pasar Lubuk Buaya, jalur utama mencakup Jl. Adinegoro, Jl. Ripan IV, dan Jl. Bypass.

3.4 Perbandingan Jalur dengan Google Maps

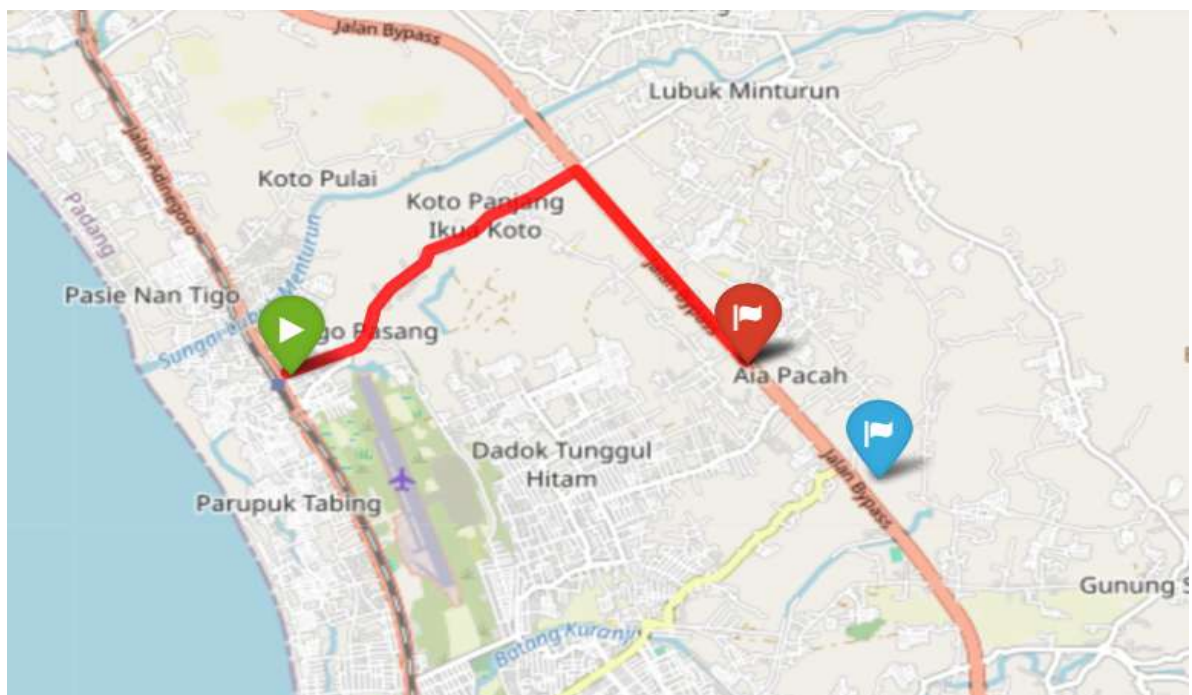
Untuk menilai akurasi hasil algoritma, dilakukan perbandingan dengan rute dari aplikasi *Google Maps*. Perbandingan ini penting karena *Google Maps* mempertimbangkan banyak variabel, termasuk waktu tempuh, arah jalan, dan kondisi lalu lintas, sementara Dijkstra hanya mempertimbangkan jarak [8]. Hal ini menunjukkan keterbatasan penelitian, karena jalur evakuasi yang dihasilkan belum memperhitungkan faktor dinamis di lapangan. Oleh karena itu, integrasi data lalu lintas atau kondisi jalan dapat menjadi kajian lanjutan agar sistem evakuasi lebih aplikatif [9].

Tabel 2. Perbandingan Algoritma Dijkstra dengan Google Maps

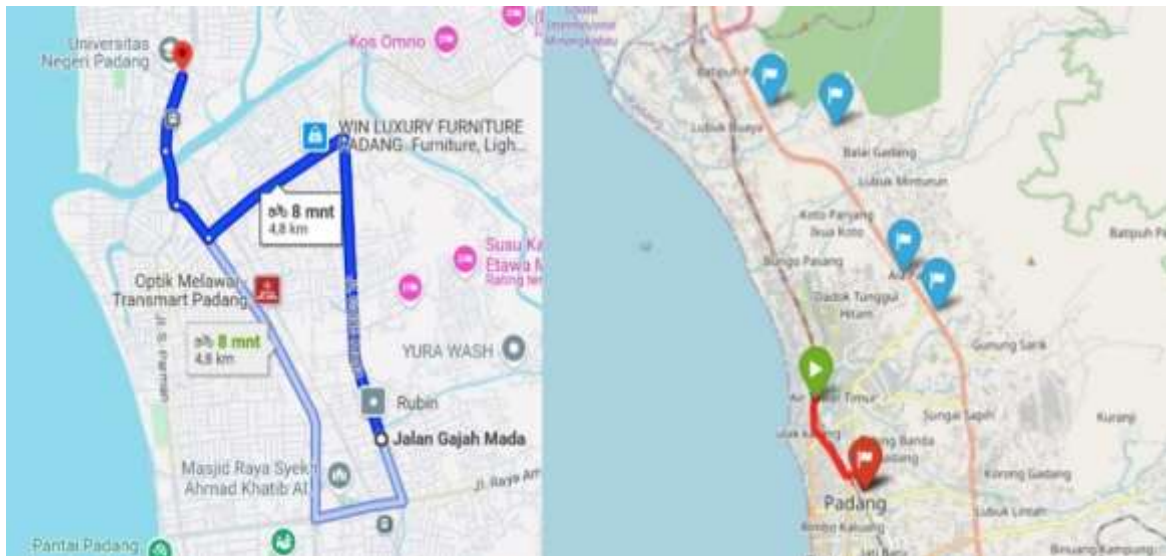
Rute	Dijkstra (km)	Google Maps (km)	Selisih (km)
UNP → Gunung Pangilun (Jl. Prof. Dr. Hamka – Jl. Khatib Sulaiman – Jl. Gunung Semeru)	3,65	4,2	0,55
Pasar Lubuk Buaya → Anak Aia (Jl. Adinegoro – Jl. Ripan IV – Jl. Bypass)	3,07	3,4	0,33



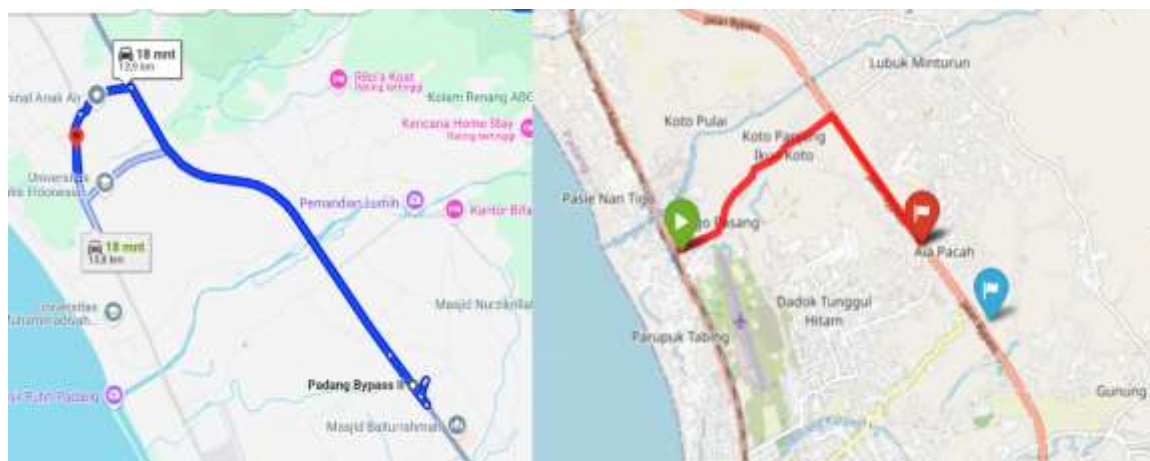
Gambar 1. Jalur Algoritma Dijkstra dari Universitas Negeri Padang ke Gunung Pangilun



Gambar 2. Jalur Algoritma Dijkstra dari Pasar Lubuk Buaya ke Anak Aia



Gambar 3. Hasil *Google Maps* dan Algoritma Dijkstra dari Universitas Negeri Padang ke Gunung Pangilun



Gambar 4. Hasil *Google Maps* dan Algoritma Dijkstra dari Pasar Lubuk Buaya ke Anak Aia

Sistem yang dibangun terbukti mampu menentukan lintasan evakuasi dengan efisiensi tinggi, baik dalam hal waktu komputasi maupun akurasi spasial. Visualisasi peta interaktif menjadi nilai tambah yang signifikan dalam menyampaikan informasi evakuasi kepada masyarakat umum, terutama dalam situasi darurat. Perbandingan antara algoritma Dijkstra dan *Google Maps* menunjukkan kelebihan dan kekurangan masing-masing. Algoritma Dijkstra unggul karena sederhana, cepat, dan sistematis dalam menghitung jalur terpendek berbasis data graf berbobot, sehingga mudah diintegrasikan dengan sistem informasi geografis [10]. Namun, algoritma ini hanya mempertimbangkan jarak tanpa memperhatikan kondisi lalu lintas, arah jalan, dan waktu tempuh. Sebaliknya, *Google Maps* memperhitungkan faktor-faktor dinamis sehingga lebih representatif dengan kondisi lapangan, tetapi memiliki keterbatasan dalam akses data serta ketergantungan pada server eksternal [11].

Namun, sistem ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Perhitungan belum memperhitungkan variabel dinamis seperti kondisi lalu lintas saat bencana, kerusakan infrastruktur, atau waktu tempuh estimatif. Oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan untuk:

1. Mengintegrasikan data real-time dari *Google Maps API* atau *Waze*.
2. Menambahkan aspek multikriteria dalam bobot graf, seperti waktu evakuasi, lebar jalan, dan kepadatan bangunan.

3. Mengembangkan aplikasi *mobile* yang dapat memberikan rute evakuasi berbasis lokasi secara otomatis.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa pemodelan jalur evakuasi berbasis graf dan algoritma Dijkstra sangat relevan untuk diterapkan sebagai bagian dari strategi mitigasi bencana tsunami berbasis teknologi di Kota Padang.

4. KESIMPULAN

Tujuan awal penelitian ini adalah merancang jalur evakuasi tsunami yang efisien di Kota Padang dengan pendekatan graf berbobot dan pemanfaatan algoritma Dijkstra. Berdasarkan hasil pemodelan dan visualisasi spasial yang dilakukan, pendekatan tersebut berhasil diimplementasikan dengan baik. Sistem mampu mengidentifikasi lintasan evakuasi yang paling singkat dari titik rawan menuju lokasi aman secara tepat dan sistematis, sesuai dengan kebutuhan mitigasi bencana berbasis data.

Temuan ini menunjukkan bahwa pemodelan jalur evakuasi berbasis teori graf tidak hanya relevan secara matematis, tetapi juga memiliki nilai praktis dalam konteks kebencanaan. Selain menghasilkan peta jalur yang interaktif, metode ini juga dapat disesuaikan dengan berbagai kondisi geografis dan kebutuhan lokal.

REFERENSI

- [1] Badan Nasional Penanggulangan Bencana. Rencana Induk Penanggulangan Bencana 2020–2044. Jakarta: BNPB; 2020.
- [2] Sutopo Purwo Nugroho. Tsunami Aceh 2004: Pembelajaran dari Bencana Besar. Jakarta: Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB); 2014.
- [3] Saedi, N., dan Sutikno, T. Implementasi Algoritma Dijkstra dalam Penentuan Jalur Terpendek untuk Evakuasi Bencana Berbasis GIS. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 7, no. 3, 2020.
- [4] Zhan, F. B., & Noon, C. E. Shortest Path Algorithms: An Evaluation Using Real Road Networks. *Transportation Science*, vol. 32, no. 1, pp. 65–73, 1998.
- [5] Yulianti, R., & Pramudito, A. (2021). Penggunaan OpenStreetMap untuk Analisis Jalur Evakuasi Tsunami di Wilayah Pesisir. *Jurnal Geomatika*, 27(1), 45–52.
- [6] N. Erfariani, “Aplikasi algoritma A* menggunakan graf dalam menentukan rute terpendek dari jalur alternatif Padang – Bukittinggi,” Makalah, Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi Bandung, 2021.
- [7] Gusrino Yanto, Liranti Rahmelina, & Mela Sri Rahayu. (2020). *Sistem informasi geografis tempat dan potensi evakuasi sementara bencana tsunami di Kota Padang*. *Jurnal SIMTIKA*, 3(3).
- [8] Aini, F. N., Nugraha, A. F., & Rahmawati, R. (2021). *Implementasi Algoritma Dijkstra untuk Menentukan Rute Terpendek pada Google Maps API*. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi (JTSI)*, 2(3), 45–54.
- [9] Suryani, R. (2020). *Evaluasi rute evakuasi tsunami Kecamatan Padang Barat Kota Padang menggunakan QGIS*. *Jurnal Media Teknik dan Sistem*, 8(2), 45–54.
- [10] Setiawan, H., & Wardani, K. (2020). *Analisis Perbandingan Algoritma Dijkstra dan Google Maps dalam Penentuan Jalur Terpendek*. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 7(5), 975–982.
- [11] Wibowo, F. S., & Putra, A. (2019). *Sistem Informasi Penentuan Jalur Terpendek Menggunakan Algoritma Dijkstra dan Google Maps API*. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, 5(2), 112–120.