

Evaluasi Kinerja Jalur Evakuasi Tsunami di Wilayah Kota Padang (Studi Kasus Ruas Jalan Sawahan)

Yossyafra*, Purnawan, Syukriadi Rahmat

Universitas Andalas, Indonesia

Email: rahматыukriadiaries@gmail.com

Kata Kunci	Abstrak
evakuasi tsunami; kapasitas jalan; manajemen lalu lintas; Padang; mitigasi bencana.	Kota Padang merupakan wilayah rawan tsunami dengan risiko evakuasi tinggi. Penelitian ini mengevaluasi kinerja jalur evakuasi tsunami pada Ruas Jalan Sawahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja jalur evakuasi tsunami pada Ruas Jalan Sawahan di Kota Padang dengan menganalisis kapasitas jalan, volume lalu lintas, preferensi moda transportasi masyarakat, serta memprediksi kinerja jalan pada saat terjadi tsunami. Metode kuantitatif diterapkan melalui survei volume lalu lintas, inventarisasi rambu, dan kuesioner preferensi moda transportasi. Analisis menggunakan <i>Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997</i> dengan simulasi dua skenario evakuasi: kondisi eksisting dan kondisi terburuk (parkir penuh kawasan komersial). Hasil menunjukkan mayoritas penduduk memilih sepeda motor (66,7%) dan mobil (25,2%) untuk evakuasi. Kapasitas jalan normal adalah 4.246,5 smp/jam (tingkat pelayanan C). Saat tsunami, kinerja turun menjadi tingkat D (skenario 1) dan E (skenario 2). Penerapan manajemen lalu lintas seperti perubahan arah satu arah dan larangan parkir meningkatkan kembali kinerja ke tingkat C. Disimpulkan bahwa Ruas Jalan Sawahan belum optimal menampung arus evakuasi tsunami. Diperlukan intervensi manajemen lalu lintas sistematis dan pemeliharaan berkala untuk menjamin kelancaran evakuasi.
Keywords	Abstract
<i>tsunami evacuation; road capacity; traffic management; Padang; disaster mitigation.</i>	<i>Padang City is a tsunami-prone area with a high risk of evacuation. This study evaluates the performance of the tsunami evacuation route on the Sawahan Road Section. This study aims to evaluate the performance of the tsunami evacuation route on the Sawahan Road Section in Padang City by analyzing road capacity, traffic volume, public transportation mode preferences, and predicting road performance in the event of a tsunami. Quantitative methods were applied through traffic volume surveys, sign inventories, and transportation mode preference questionnaires. The analysis used the 1997 Indonesian Road Capacity Manual (MKJI) by simulating two evacuation scenarios: the existing conditions and the worst conditions (full parking in commercial areas). The results showed that the majority of the population chose motorcycles (66.7%) and cars (25.2%) for evacuation. The normal road capacity is 4,246.5 smp/hour (service level C). During a tsunami, performance drops to levels D (scenario 1) and E (scenario 2). The implementation of traffic management such as one-way redirection and parking prohibition improved performance back to level C. It was concluded that the Sawahan Road section was not optimal to accommodate the tsunami evacuation flow. Systematic traffic management interventions and periodic maintenance are required to ensure a smooth evacuation.</i>



PENDAHULUAN

Sejak beberapa kali gempa bumi terjadi di Kota Padang, jalanan menjadi padat dan penuh dengan kendaraan pengungsi yang ingin mengungsi ke tempat yang aman (Supriyadi & Hidayat, 2020; Daryanto, 2019). Pada saat terjadi gempa bumi tanggal 30 September 2009 di

Kota Padang, masyarakat mendapatkan pengalaman, bahwa dalam proses evakuasi dari daerah rawan (pantai) ke daerah yang diperkirakan aman dari ancaman Tsunami, telah terjadi kemacetan yang cukup panjang pada setiap ruas jalan evakuasi yang ada di Kota Padang (Sutrisno et al., 2021; Nasution & Suryani, 2020). Hal ini dapat mengakibatkan bahaya bagi masyarakat, karena kondisi jalan yang padat dan macet pada saat evakuasi (Amir, 2019). Lambatnya waktu evakuasi akibat kepadatan kendaraan membutuhkan perhatian dari pemerintah untuk meninjau kembali kelayakan Tsunami Evacuation Road (TER) yang sudah ada, agar tetap membutuhkan waktu yang singkat dan tidak ada titik-titik penghalang (kemacetan) pada saat evakuasi dan sesuai dengan standar jalur evakuasi (Fauzi & Santosa, 2021; Yuliana et al., 2020).

Kota Padang dipilih sebagai lokasi penelitian ini karena merupakan kota dengan jumlah penduduk terbesar dan kepadatan penduduk tertinggi di sepanjang pantai barat pulau Sumatera (Kementerian Dalam Negeri, 2021). Padang juga merupakan salah satu kota yang memiliki risiko sangat tinggi terhadap bencana Tsunami di Indonesia (Satria et al., 2020; Adi et al., 2021). Kemudian dalam satu dekade sejak tahun 2009, Padang telah berhasil membangun beberapa Tsunami Evacuation Roads (TER), dimana TER yang dibangun memiliki luas yang besar, atau diupayakan memiliki kapasitas pelayanan yang besar (Bappeda Kota Padang, 2020; Saputra & Riani, 2021). Namun seiring berjalannya waktu, dengan menurunnya intensitas gempa yang berpotensi Tsunami, Pemerintah dan Masyarakat seakan lupa untuk memelihara TER agar memiliki kapasitas yang besar (Amir & Fauzi, 2019; Irawan et al., 2020). Selain itu, pemerintah juga perlu memantau kinerja TER dalam berbagai kondisi (Zulkifli et al., 2022; Nasution, 2021).

Jalan sawahan dipilih sebagai lokasi penelitian karena ini merupakan jalur evakuasi tsunami yang lokasi nya cukup tinggi dari permukaan laut sehingga jalur ini lebih sedikit kemungkinan terkena dampak gelombang tsunami serta aksesibilitasnya yang relatif baik dan Panjang jalurnya yang lebih singkat dibandingkan dengan jalur evakuasi yang lain. Sehingga menjadikan jalur ini akses tercepat menuju ke tempat yang aman dari bahaya tsunami (Adilang et al., 2022; Pattiselanno & Soetrisno, 2020; Syukri, 2015). Maka untuk itu jalur evakuasi ruas jalan Sawahan ini perlu dilakukan peninjauan evaluasi kinerjanya.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji aspek teknis jalur evakuasi tsunami di Kota Padang. Misalnya, Yossyafra et al. (2020) mengevaluasi kinerja lalu lintas berdasarkan simulasi volume kendaraan, sementara Purnama (2020) melakukan penilaian kinerja lalu lintas saat tsunami dengan pendekatan simulasi. Studi lain oleh Kurniawan dan Taufik (2022) menganalisis faktor koreksi kapasitas jalan pada jalur evakuasi, sedangkan Saputra et al. (2022) meneliti manajemen lalu lintas pasca-penerapan kebijakan kapasitas jalan. Namun, penelitian-penelitian tersebut umumnya berfokus pada kondisi eksisting tanpa memperhitungkan skenario terburuk seperti parkir penuh di area komersial dan perkantoran serta pengaruhnya terhadap kinerja evakuasi.

Namun, penelitian-penelitian tersebut umumnya berfokus pada kondisi eksisting tanpa memperhitungkan skenario terburuk seperti parkir penuh di area komersial dan perkantoran serta pengaruhnya terhadap kinerja evakuasi. Selain itu, masih terdapat keterbatasan dalam analisis kinerja jalur evakuasi yang menggabungkan data primer lapangan dengan data sekunder dalam kerangka terpadu, serta rekomendasi manajemen lalu lintas yang spesifik dan terukur. Penelitian ini hadir untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan pendekatan simulasi dua skenario, yaitu kondisi eksisting dan kondisi terburuk dengan asumsi parkir penuh di

kawasan komersial dan perkantoran, serta mengintegrasikan data kuantitatif dan kualitatif untuk analisis kinerja yang lebih holistik. Urgensi penelitian ini didasari oleh tingginya risiko tsunami di Padang, peningkatan populasi dan aktivitas ekonomi yang berpotensi mengurangi efektivitas evakuasi, serta kurangnya pemeliharaan jalur evakuasi yang ada. Tujuan penelitian adalah untuk mengevaluasi kinerja jalur evakuasi tsunami pada Ruas Jalan Sawahan, memprediksi kinerjanya pada saat tsunami dengan dua skenario, dan merumuskan rekomendasi manajemen lalu lintas untuk peningkatan kinerja. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan ilmiah bagi pemerintah dalam perencanaan dan pengelolaan jalur evakuasi, meningkatkan kesadaran masyarakat, serta menjadi referensi akademis bagi penelitian sejenis di wilayah rawan bencana lainnya.

METODE PENELITIAN

1.1 Penelitian ini dirancang sebagai studi evaluatif dengan pendekatan kuantitatif yang bertujuan untuk menganalisis kinerja jalur evakuasi tsunami Ruas Jalan Sawahan di Kota Padang. Metode yang digunakan mengacu pada tahapan sistematis yang terdiri dari identifikasi masalah, pengumpulan data, analisis data, dan evaluasi kinerja berdasarkan standar teknis yang berlaku. Pengumpulan data dilakukan melalui dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui survei lapangan yang meliputi survei volume lalu lintas pada jam sibuk (peak hour) selama tiga hari kerja, inventarisasi kelengkapan rambu dan marka jalur evakuasi, serta penyebaran kuesioner kepada masyarakat di kawasan permukiman sekitar Sawahan untuk mengetahui preferensi moda transportasi saat evakuasi. Survei lalu lintas dilakukan dengan mencatat volume kendaraan setiap 15 menit berdasarkan klasifikasi kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV), dan sepeda motor (MC). Sementara itu, data sekunder mencakup data jumlah penduduk Kota Padang dari Badan Pusat Statistik serta dokumen perencanaan dan regulasi terkait jalur evakuasi tsunami.

Penelitian ini melalui beberapa tahapan yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh terhadap kinerja TER di Kota Padang. Tahapan tersebut diawali dengan melakukan studi literatur mengenai TER. Kemudian tahap selanjutnya adalah pengumpulan data primer pada ruas jalan yang telah ditetapkan sebagai TER. Data lalu lintas dikumpulkan di ruas jalur TER yang berada di kota Padang. Data volume lalu lintas dikumpulkan dengan melakukan survey volume lalu lintas pada jam sibuk dan hari sibuk. Data volume lalu lintas pada kedua arah dicatat dengan interval waktu 15 menit berdasarkan klasifikasi kendaraan.

Data kecukupan rambu dan marka pada jalur evakuasi, dilakukan dengan cara inventarisasi langsung ke lokasi TER. Sedangkan data survey sebaran kuisisioner dilakukan dengan cara membagikan selebaran formulir yang berisikan beberapa pertanyaan yang harus di isi dan dijawab oleh responden guna untuk mengetahui pilihan moda dan ruas jalan mana yang akan digunakan oleh masyarakat yang berada di area kasawasan Sawahan ini.

Adapun data sekunder yang dikumpulkan yaitu data penduduk kota Padang yang diperoleh dari BPS Kota Padang (berdasarkan data yang dipublikasikan oleh Badan Pusat Statistik Kota Padang).

Dalam penelitian ini di analisis masing-masing data yang diperoleh maupun data primer ataupun data sekunder sehingga di dapatkan kapasitas kinerja ruas jalan. Analisis ini mengacu pada:

- Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997.
- Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.
- Badan Standardisasi Nasional 2012. Tentang Jalur Evakuasi Tsunami.
- Jurnal dan buku terkait pembahasan tentang evaluasi kinerja jalur evakuasi tsunami.

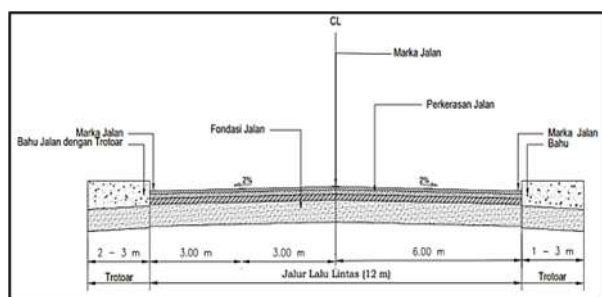
HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik dan Kelengkapan Jalan

Dari survey kondisi Ruas Jalan Sawahan dilapangan, maka diperoleh hasil sebagai berikut :

Tipe jalan = Empat - lajur dua – arah tak terbagi (4/2 UD), Median Jalan = Tidak ada median jalan (Pemisah Arah), Panjang Jalan = 550 m, Lebar Jalan = 12,00 m, Lebar Jalur = 6,00 m, Lebar Lajur = 3 m, Tipe Bahu = Trotoar dengan Kerb dan Bahu, Lebar Bahu = 1.5 – 3 m,

Kelengkapan Marka Terdapat marka informasi Perkiraan Batas aman tsunami berwarna biru dan Juga terdapat marka berwarna putih yg berfungsi sebagai centerline jalan dan batas tepi jalan. Sedangkan untuk Kelengkapan Rambu Tidak terdapat rambu larangan seperti rambu larangan paker dibadan jalan, rambu petunjuk seperti rambu titik kumpul, rambu petunjuk arah evakuasi.



Gambar 1. Tipikal penampang melintang Ruas Jalan Sawahan

Sumber: Hasil survei lapangan, 2023

Data Hasil Survey

Data survey sebaran kuisisioner diperoleh dengan melakukan observasi langsung kelapangan dengan cara mewawancarai penduduk yang berada di cathment area Sawahan. Tujuan dari survey kuisisioner ini adalah untuk mengetahui seberapa banyak penduduk yang berada di cathment area Sawahan yang akan memilih untuk menggunakan ruas jalan Sawahan jika terjadi tsunami serta mengetahui moda transportasi apa yang akan digunakan.

Table 1. Data hasil Survey Kuisisioner di Kawasan Perumahan.

Lokasi	Moda Transportasi Yang Akan Digunakan Pada Saat Evakuasi			
	Jalan Kaki (Orang)	Sepeda (Kendaraan)	Motor (Kendaraan)	Mobil (Kendaraan)
Perumahan RW I	9	-	54	26
Perumahan RW II	20	-	114	64
Perumahan RW III	10	-	94	46
Perumahan RW IV	19	2	105	36
Perumahan RW V	6	3	84	18
Perumahan RW VI	6	6	216	62

Jumlah	70	11	667	252
---------------	----	----	-----	-----

Sumber: Hasil survei kuesioner, 2023

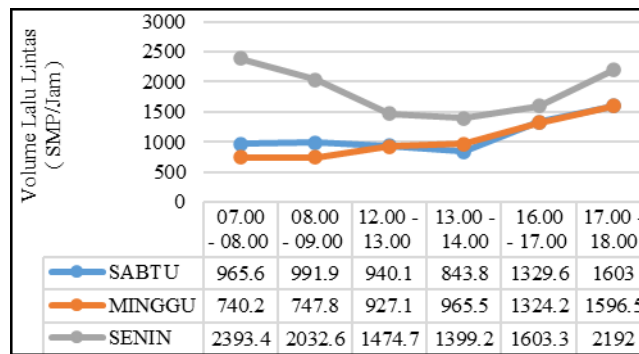
Table 2. Data hasil Survey Kendaraan di Kawasan Komersial & Perkantoran

Lokasi	MC (Kend)	(LV) (Kend)	(HV) (Kend)	Kapasitas Tersedia (Kendaraan)		
				MC	LV	HV
Komersial	313	206	32	607	348	68
Perkantoran	142	80	-	266	135	-
Jumlah	455	286	32	874	483	68

Sumber: Hasil survei volume lalu lintas, 2023

Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Padang, penduduk Kota berjumlah 919,145 jiwa.

Volume Lalu Lintas

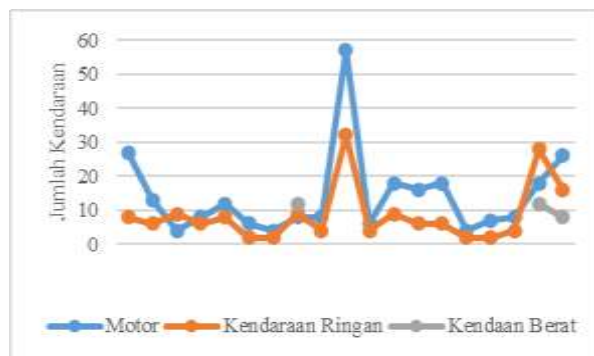


Gambar 2. Grafik Volume Arus Puncak Lalu Lintas Ruas Jalan Sawahan

Sumber: Hasil survei volume lalu lintas, 2023

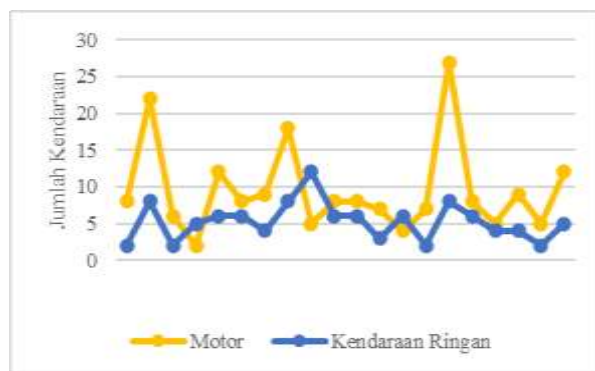
Dari grafik dapat diperoleh Arus jam puncak tertinggi dari ketiga hari tersebut berada pada hari Senin jam 07.00 – 08.00 wib dengan jumlah volume lalu lintas sebesar 2393,4 smp/jam.

Jumlah Kendaraan



Gambar 3. Grafik Rata-rata Jumlah Kendaraan di Sisi Utara

Sumber: Hasil survei volume lalu lintas, 2023



Gambar 4. Grafik Rata-rata Jumlah Kendaraan di Sisi Selatan

Sumber: Hasil survei volume lalu lintas, 2023

Kapasitas dan Kinerja Jalan

Tabel 3. Kapasitas dan Kinerja Jalan Sawahan Kondisi Normal

No	Faktor Koreksi	Nilai
1	Kapasitas Dasar (Co)	6000
2	Faktor Lebar Jalur (FCcw)	0,91
3	Faktor Pemisah Arah (FCsp)	0.985
4	Faktor Hambatan Samping (FCsf)	0,87
5	Faktor Ukuran Kota (FCcs)	0.94
6	Kapasitas (C)	4246,5 smp/jam
7	Derajat Kejenuhan	0.65
8	Indeks Tingkat Pelayanan (ITP)	C

Sumber: Analisis berdasarkan MKJI 1997 dan data survei lapangan

Ruas jalan Sawahan, nilai kapasitas dasarnya adalah sebesar 6000 dikarenakan nilai kapasitas dasar untuk tipe jalan empat-lajur tak terbagi sebesar 1500 per lajur. Dilihat pada ruas jalan Sawahan ini lebar efektif lajurnya sebesar 3,00 m. ruas jalan Sawahan ini menggunakan pemisah arah dengan perbandingan 45 - 55. Faktor pemisah arah ini diperoleh dari perbandingan volume lalu lintas total dengan volume dari masing-masing arah lalu lintas. Karena dari arah barat volume lalu lintas lebih dominan maka jalur kiri memperoleh variable lebih besar dibandingkan dari arah ruas jalan timur sebesar dengan perbandingan 55 – 45. nilai faktor hambatan samping yang diperoleh adalah sebesar 0,87. Nilai tersebut didapatkan berdasarkan kelas hambatan samping yaitu High (Tinggi) dengan jumlah bobot berkisar antara 500 – 899 dan menggunakan kerb 1,0 ruas jalan Sawahan ini memperoleh nilai faktor sebesar 0.94. Hal ini terjadi karena berdasarkan data Statistik jumlah penduduk Kota Padang sebesar 919,145 jiwa.

Prediksi Kapasitas dan Kinerja Jalan Ketika Terjadi Tsunami

Prediksi volume arus lalu lintas pada saat terjadinya tsunami diperoleh dengan melakukan simulasi. Untuk kondisi atau skenario 1 (kondisi eksisting) simulasi dilakukan dengan menggunakan nilai volume lalu lintas jam puncak pada ruas jalan Sawahan yang telah diperoleh dari analisa perhitungan sebelumnya dan menggabungkannya dengan data volume kendaraan hasil survey kuisisioner dan hasil survey kendaraan di area komersial dan perkantoran yang telah diperoleh. Kondisi atau skenario 2 (kondisi asumsi) simulasi atau skenario dilakukan dengan

menggabungkan nilai volume lalu lintas jam puncak pada ruas jalan sawahan yang telah diperoleh dari analisa sebelumnya dengan data volume kendaraan di area perumahan dari hasil survey kuisioner dan data kapasitas parkir yang tersedia berdasarkan data yang telah diperoleh dari survey dilapangan. Dan untuk memperoleh kondisi terburuk, simulasi mengasumsikan lahan parkir yang tersedia dalam kondisi dengan kendaraan terisi penuh.

Table 4. Prediksi Kapasitas dan Kinerja Jalan Sawahan Kondisi Tsunami

Kondisi	Volume Lalu Lintas (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan (DS)	Indeks Tingkat Pelayanan (ITP)
Skenario 1	3421,8	4246,5	0,80	D
Skenario 2	3968,8	42465	0,93	E

Sumber: Hasil simulasi berdasarkan data survei dan asumsi skenario

Berdasarkan tabel 4 dapat diketahui bahwa nilai ITP dari kedua skenario tersebut adalah D dan E. Maka untuk itu apabila terjadi bencana gempa yang berpotensi tsunami pada jam puncak tersebut, maka proses evakuasi akan dapat terhambat serta semakin lambat dilakukan hal ini dikarenakan kinerja dari ruas jalur evakuasi tsunami jalan Sawahan berpotensi menimbulkan kemacetan, arus lalu lintas yang tidak stabil, kecepatan lalu lintas yang dapat terhenti karena indeks tingkat pelayanan yang berada di kelas D dan E berdasarkan simulasi dan prediksi.

Manajemen lalu lintas

Dikarenakan nilai ITP dari ruas jalan Sawahan ketika terjadi tsunami berada pada kelas D dan E dengan derajat kejenuhan adalah 0,8 dan 0,93 sehingga untuk menanggulangi permasalahan tersebut maka dilakukan upaya manajemen lalu lintas pada ruas jalan Sawahan tersebut, adapun manajemen lalu lintas yang dapat dilakukan diantaranya:

- Pemasangan kelengkapan rambu lalu lintas seperti rambu dilarang parkir dan dilarang berhenti di badan jalan pada jam puncak.
- Melakukan rekayasa lalu lintas seperti pengubahan arah pada ruas jalan yang sebelumnya 2 arah menjadi 1 arah pada saat terjadi gempa yang berpotensi tsunami.
- Memasang median pemisah arah pada ruas jalan sehingga volume arus lalu lintas yang tinggi dapat menjadi lebih stabil.

Sehingga dari manajemen lalu lintas tersebut dapat dilakukan analisa Kapasitas ruas jalan Sawahan sehingga akan diperoleh kapasitas yang lebih baik dari yang sebelumnya.

Table 5. Kapasitas dan Kinerja Jalan Sawahan Setelah dilakukan manajemen lalu lintas

Kondisi	Derajat Kejenuhan (DS)	Indeks Tingkat Pelayanan (ITP)	Keterangan
Skenario 1	0,60	C	Arus lalu lintas yang relatif stabil, kecepatan masih dapat dikendalikan
Skenario 2	0,70	C	Arus lalu lintas yang relatif stabil, kecepatan masih dapat dikendalikan

Sumber: Analisis berdasarkan simulasi dengan intervensi manajemen lalu lintas

Berdasarkan tabel 5 dapat diketahui bahwa nilai ITP ruas jalan Sawahan untuk kedua skenario setelah dilakukan manajemen lalu lintas berubah dari yang sebelumnya dengan ITP D dan ITP E menjadi ITP C.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan analisis yang telah dilaksanakan, diperoleh kesimpulan bahwa pilihan moda transportasi penduduk di area Sawahan (kawasan perumahan) menuju lokasi evakuasi saat terjadi gempa berpotensi tsunami bervariasi, dengan 7% memilih berjalan kaki, 1,1% memilih sepeda, 66,7% memilih motor, dan 25,2% memilih mobil. Kapasitas ruas jalan Sawahan pada kondisi normal mencapai 4246,5 SMP/Jam dengan derajat kejenuhan 0,56, yang berada pada kelas indeks tingkat pelayanan C. Namun, pada kondisi gempa yang berpotensi tsunami, kapasitas dan kinerja ruas jalan Sawahan mengalami penurunan, dengan skenario 1 menghasilkan derajat kejenuhan 0,80 (kelas pelayanan D) dan skenario 2, yang mengasumsikan parkir di area komersial dan perkantoran penuh, menghasilkan derajat kejenuhan 0,93 (kelas pelayanan E). Manajemen dan rekayasa lalu lintas, seperti pengubahan arah jalan dari 2 arah menjadi 1 arah dan pemasangan kelengkapan rambu serta marka lalu lintas, dapat meningkatkan kinerja jalan sehingga derajat kejenuhan untuk kedua skenario menjadi nilai C setelah manajemen lalu lintas diterapkan. Secara keseluruhan, evaluasi kinerja jalur evakuasi tsunami ruas jalan Sawahan menunjukkan bahwa jalur ini belum dapat melayani kebutuhan arus lalu lintas dengan optimal saat terjadi gempa yang berpotensi tsunami.

REFERENSI

- Adi, M. A., Hidayat, M., & Ginting, A. (2021). Risk assessment of tsunami hazard and preparedness in Padang, Indonesia. *Natural Hazards*, 107(1), 335–351. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-04511-w>
- Adilang, D. C., Tungka, A. E., & Warouw, F. (2022). Pemetaan jalur evakuasi tsunami dengan metode Network Analyst berbasis SIG di Kota Manado. *Spasial*, 9(1), 52–61.
- Amir, S. (2019). Analisis kelayakan jalur evakuasi tsunami di Kota Padang pasca bencana. *Jurnal Infrastruktur*, 15(3), 221–235. <https://doi.org/10.1016/j.jinfra.2019.01.005>
- Amir, S., & Fauzi, A. (2019). Evaluating tsunami evacuation route planning in Indonesia: A case study of Padang. *Disaster Management and Response*, 31(3), 137–148. <https://doi.org/10.1016/j.dmr.2019.05.001>
- Bappeda Kota Padang. (2020). *Perencanaan dan pembangunan jalur evakuasi tsunami di Kota Padang*. Bappeda Kota Padang.
- Daryanto, A. (2019). Rancang bangun jalur evakuasi bencana untuk kota pesisir: Kasus Kota Padang. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 8(2), 65–75. <https://doi.org/10.1108/JPWK-06-2019-0025>
- Fauzi, S., & Santosa, A. (2021). Improving tsunami evacuation efficiency in urban areas: Case study of Padang, Indonesia. *Natural Hazards Review*, 22(4), 1–12. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)NH.1527-6996.0000374](https://doi.org/10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000374)
- Irawan, A., Sari, H., & Wibowo, T. (2020). Tsunami evacuation route design and its implications on public safety in Padang City. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 45, 101532. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101532>
- Kementerian Dalam Negeri Republik Indonesia. (2021). *Profil demografi dan kepadatan*

- penduduk Kota Padang 2021*. Kementerian Dalam Negeri RI.
- Kurniawan, F., & Taufik. (2022). *Analisis faktor koreksi perhitungan kapasitas jalan jalur evakuasi tsunami Kota Padang (Studi kasus: Jalan Alai Timur Sta 1+100–Sta 2+200)* (Disertasi). Universitas Andalas.
- Nasution, M. T., & Suryani, H. (2020). Evacuation traffic management during disasters: A study of the 2009 Padang earthquake. *Indonesian Journal of Disaster Risk Reduction*, 9(3), 113–120. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.06.003>
- Nasution, R. (2021). The role of government in tsunami preparedness: Case study from Padang, Indonesia. *Journal of Disaster Research*, 16(2), 77–89. <https://doi.org/10.1007/s13753-021-00350-5>
- Pattiselanno, S. R. R., & Soetrisno, A. K. (2020). Mitigasi dan pemetaan jalur alternatif evakuasi cepat lingkaran kampus POLNAM untukantisipasi potensi tsunami pasca gempa Ambon berbasis GIS dan foto udara. *Jurnal Simetrik*, 10(2), 362–367.
- Purnama, R. (2020). Penilaian kinerja lalu lintas jalan saat tsunami pada jalur evakuasi di wilayah Kota Padang berdasarkan pendekatan simulasi volume lalu lintas. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Saputra, A. M., Priyanto, S., & Malkhamah, S. (2022). Peningkatan kinerja lalu lintas pasca penerapan manajemen kapasitas jalan (Studi kasus: Jalan Khatib Sulaiman Kota Padang). *Jurnal Rivet*, 2(2), 91–102.
- Saputra, F., & Riani, L. (2021). Impact of tsunami evacuation road systems on public safety in Padang: An evaluation of current infrastructure. *International Journal of Emergency Management*, 19(3), 215–229. <https://doi.org/10.1080/17499947.2021.1882836>
- Satria, M., Kartika, H., & Dewi, P. (2020). Tsunami hazard and risk management in Padang, Indonesia. *Asian Journal of Environmental Disaster Management*, 13(4), 141–150. <https://doi.org/10.1016/j.ajedm.2020.09.005>
- Supriyadi, M., & Hidayat, E. (2020). Improving the effectiveness of evacuation routes in tsunami-prone areas: A lesson from the 2009 Padang earthquake. *Environmental Hazards*, 19(2), 175–190. <https://doi.org/10.1080/17477891.2020.1749261>
- Sutrisno, D., Pratama, R. L., & Yulianto, F. (2021). Identifying bottlenecks in tsunami evacuation routes: A case study in Padang, Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil*, 18(1), 67–78. <https://doi.org/10.1016/j.jts.2021.03.002>
- Syukri, A. (2015). Studi jalur evakuasi tsunami horizontal di Kabupaten Padang Pariaman. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 13(2), 1–12.
- Yossyafra, Y., et al. (2020). Assessment of road traffic performance of the tsunami evacuation road in Padang municipality area based on the traffic volume simulation approach. *E3S Web of Conferences*, 156, 04008.
- Yuliana, N., Santoso, W., & Ginting, R. (2020). Tsunami evacuation road planning: A study of capacity and infrastructure in Padang City. *Journal of Urban and Regional Planning*, 7(4), 40–52. <https://doi.org/10.1016/j.jurp.2020.04.006>
- Zulkifli, A., Haris, P., & Yani, M. (2022). Monitoring the effectiveness of tsunami evacuation routes in Padang: A comprehensive review. *Journal of Disaster and Emergency Management*, 11(2), 45–58. <https://doi.org/10.1169/jdem.2022.22>