

## PENGEMBANGAN JALUR EVAKUASI DI DESTINASI WISATA PANTAI RAWAN TSUNAMI UNTUK KETAHANAN BENCANA

Widya Soviana<sup>1\*</sup>, Zakiyul Mubarak<sup>1</sup>, Kiki Dedi Wibowo<sup>2</sup>,  
Aldina Fatimah<sup>2</sup>, Munawir<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prodi Manajemen Bencana, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Aceh, Banda Aceh, Indonesia

<sup>2</sup> Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Aceh, Banda Aceh, Indonesia

\* widya.soviana@unmuha.ac.id

Diterima: 07/02/2025

Direvisi: 15/03/2025

Dipublikasikan: 21/04/2025

### ABSTRACT

*Coastal tourist destinations located in tsunami-prone areas exhibit high vulnerability to disasters, particularly given the number of tourists unfamiliar with local hazards and evacuation procedures. This study aims to develop effective evacuation routes in coastal tourist areas to mitigate the risk of casualties and losses due to tsunamis. The method used in this research is a case study with a spatial analysis approach, where existing evacuation routes are evaluated based on accessibility, travel time, and safety for tourists. Data were collected through field surveys, interviews with local stakeholders, and simulation-based evacuation modeling. The results show that there are six evacuation routes leading to vertical evacuation shelters on Lampuuk, Lhoknga, with two of the routes exceeding the safe evacuation time limit. The current evacuation routes are insufficient due to a lack of signage, routes that are not easily accessible for tourists, and reliance on vulnerable infrastructure. Therefore, new evacuation routes need to be developed, taking into account evacuation distance, topography, visitor behavior, and local community participation in the planning process to strengthen the resilience of tourist destinations against tsunami threats.*

**Keywords:** Evacuation routes; disaster resilience; tsunami; coastal tourism.

### ABSTRAK

*Destinasi wisata pantai yang terletak di wilayah rawan tsunami memiliki kerentanan tinggi terhadap bencana, terutama mengingat jumlah wisatawan yang tidak familiar dengan bahaya lokal dan prosedur evakuasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan jalur evakuasi yang efektif di kawasan wisata pantai guna mengurangi risiko korban jiwa dan kerugian akibat tsunami. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus dengan pendekatan analisis spasial, di mana jalur evakuasi yang ada dievaluasi berdasarkan aksesibilitas, waktu tempuh, dan keamanan bagi wisatawan. Data diperoleh melalui survei lapangan, wawancara dengan pemangku kepentingan lokal, serta pemodelan evakuasi berbasis simulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 6 jalur evakuasi menuju ke tempat evakuasi vertikal di Pantai Lampuuk, Lhoknga, dengan 2 jalur evakuasi yang melampaui batas aman waktu evakuasi. Jalur evakuasi belum sepenuhnya memadai karena kurangnya papan petunjuk, rute yang tidak mudah diakses oleh wisatawan, dan ketergantungan pada infrastruktur yang rentan. Oleh karenanya, diperlukan pengembangan jalur evakuasi baru dengan memperhatikan faktor jarak evakuasi, topografi, perilaku pengunjung, serta partisipasi masyarakat lokal dalam proses perencanaan guna memperkuat ketahanan destinasi wisata terhadap ancaman tsunami.*

**Kata Kunci:** Jalur evakuasi; ketahanan bencana; tsunami; wisata pantai, Lampuuk.

### A. PENDAHULUAN

Kawasan wisata Pantai Lampuuk memiliki daya tarik bagi wisatawan domestik maupun internasional, namun kawasan tersebut memiliki kerentanan terhadap bencana alam, khususnya tsunami. Fakta bencana tsunami yang pernah terjadi pada Tahun 2004 telah

menimbulkan kerusakan besar dan korban jiwa dalam jumlah yang banyak (Vale et al., 2014). Pada kondisi kawasan dengan infrastruktur yang tidak memadai serta tingkat kesadaran bencana yang rendah, memungkinkan dampak bencana yang besar bisa terulang di masa yang akan datang. Pantai Lampuuk sebagai destinasi wisata seolah tidak menyadari pada ancaman yang ada, sehingga kondisi jalur evakuasi perlu diperhatikan sebagai upaya untuk mengurangi risiko bencana tsunami (Trisakti et al., 2010); (Scheer et al., 2011); (FEMA, 2019). Hal ini memunculkan kebutuhan mendesak untuk meninjau dan mengembangkan jalur evakuasi yang efektif ke lokasi aman guna melindungi penduduk lokal dan wisatawan di kawasan wisata Pantai Lampuuk. Sehingga, kelayakan jalur evakuasi harus memenuhi beberapa kriteria antara lain tersedianya bangunan evakuasi yang layak, jalur evakuasi yang layak, dan waktu tempuh evakuasi yang layak (Isya et al., 2021).

Kawasan wisata Pantai Lampuuk yang telah pulih dari dampak bencana tsunami, telah kembali aktif sebagai tempat wisata pantai yang menawarkan berbagai permainan laut dan kulinernya. Pantai Lampuuk tersebut memiliki akses 4 pintu masuk dengan nama jalur menuju ke pantainya dinamakan Babah Satu, Babah Dua, Babah Tiga dan Babah Empat. Akses pantai menuju ke darat, Pantai Lampuuk memiliki 3 jalur yang menjadi titik kumpul untuk kegiatan evakuasi. Jalur tersebut tampak telah dibangun dengan perkerasan lentur yang menggunakan aspal sebagai lapisan paling atas. Namun, seiring waktu rambu-rambu evakuasi bencana tsunami sudah tidak terlihat lagi di setiap jalur-jalur tersebut. Padahal, rambu-rambu evakuasi bencana tsunami merupakan edukasi yang efektif untuk masyarakat dalam memberikan informasi dan panduan pada kegiatan evakuasi bencana (Scheer et al., 2011).

Jalur evakuasi sebagai bagian dari upaya mitigasi risiko bencana tsunami menjadi hal yang perlu dipertanyakan pada kawasan Pantai Lampuuk. Ketersediaan jalur yang tidak dirancang dengan mempertimbangkan aksesibilitas bagi wisatawan yang tidak mengenal dengan baik lingkungan sekitarnya, selain kurangnya tanda-tanda evakuasi yang jelas menjadi faktor yang mengurangi efektivitas jalur ini. Terlebih dalam ketiadaan latihan simulasi bencana secara berkelanjutan dan perencanaan evakuasi yang terbatas, menjadikan kawasan ini dalam situasi yang darurat. Kondisi ini menunjukkan adanya masalah dalam rancangan rencana evakuasi dan implementasi jalur evakuasi, padahal kawasan wisata tersebut menjadi pusat aktivitas manusia baik untuk kegiatan rekreasi dan juga tempat tinggal masyarakat. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pengembangan jalur evakuasi yang lebih responsif dan adaptif di kawasan wisata pantai yang rentan terhadap tsunami.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan mengembangkan jalur evakuasi di destinasi wisata Pantai Lampuuk yang memiliki kerentanan terhadap tsunami. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk memastikan bahwa jalur evakuasi yang ada tidak hanya memenuhi standar keselamatan tetapi juga mudah diakses dan digunakan oleh wisatawan serta penduduk lokal dalam situasi darurat. Penelitian ini bermaksud memberikan rekomendasi untuk memperbaiki infrastruktur evakuasi, dengan mempertimbangkan karakteristik lokal seperti topografi, perilaku pengunjung, dan partisipasi komunitas. Sehingga, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi pada kebijakan mitigasi risiko bencana di kawasan wisata pantai, khususnya untuk meminimalkan dampak bencana terhadap jatuhnya korban jiwa.

Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap upaya mitigasi bencana tsunami pada kawasan wisata pantai pada fokus penelitian dalam menentukan Tempat Evakuasi Sementara (TES) dan jalur evakuasi yang mendukung untuk kegiatan evakuasi secara vertikal. Dalam hal ini penting mengetahui area yang berada di luar jangkauan gelombang tsunami dan area yang berada di dalam genangan tsunami, sebagai alternatif upaya kegiatan evakuasi bencana (Baeda et al., 2015). Dalam hal ini, TES dalam bentuk infrastuktur bangunan gedung dan bukit alami ditentukan sebagai Tempat Evakuasi Vertikal (TEV) untuk penyelamatan bencana tsunami (Rahayu & Anita, 2013). Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru yang berguna bagi pengelola kawasan wisata, pembuat kebijakan, dan komunitas lokal dalam meningkatkan ketahanan terhadap bencana tsunami.

Literatur yang ada tentang mitigasi bencana di kawasan wisata pantai telah banyak membahas pentingnya kesiapsiagaan bencana dan rencana evakuasi (Syafrizal, 2013), namun hanya sedikit penelitian yang secara khusus fokus pada jalur evakuasi yang dirancang untuk kawasan destinasi wisata pantai yang rentan tsunami. Penelitian ini memberikan kontribusi baru dalam bidang mitigasi risiko bencana, dengan fokus khusus pada pengembangan jalur evakuasi di kawasan wisata pantai yang rentan tsunami. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang lebih banyak menyoroti peringatan dini atau respon terhadap bencana di area perkotaan (Trisakti et al., 2010); (Di Mauro et al., 2013); (González-Riancho et al., 2013); (Isya et al., 2018); (Isya et al., 2021); (Ibrahim et al., 2023), penelitian ini menggabungkan pendekatan berbasis kasus dengan analisis spasial dan perilaku wisatawan untuk merancang jalur evakuasi yang lebih adaptif. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru yang berguna bagi pengelola kawasan wisata, pembuat kebijakan, dan komunitas lokal dalam meningkatkan ketahanan terhadap bencana tsunami.

## B. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian adalah kawasan wisata pantai Lampuuk, Kecamatan Lhoknga Kabupaten Aceh Besar, dengan batas wilayah sebelah Utara berbatasan dengan Pulau Breueh, sebelah Selatan berbatasan dengan Kecamatan Leupung, sebelah Barat berbatasan dengan Samudra Hindia dan sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Peukan Bada. Lokasi Penelitian seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian studi kasus dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif untuk menganalisis jalur evakuasi pada destinasi wisata Pantai Lampuuk yang rentan terhadap tsunami. Pendekatan ini dipilih untuk memahami kondisi lapangan dan hubungan antara faktor-faktor fisik yang ada dalam konteks waktu emas untuk kegiatan evakuasi bencana. Kajian dilakukan melalui survei lapangan dan observasi langsung sebagai teknik pengumpulan data guna memperoleh gambaran tentang kondisi fisik tempat evakuasi dan jalur evakuasi.

Populasi dalam penelitian ini meliputi wisatawan dan penduduk lokal yang tinggal di kawasan wisata pantai yang menjadi lokasi studi. Jumlah populasi wisatawan bervariasi tergantung pada musim dan hari, sementara jumlah penduduk lokal diestimasi berdasarkan data setempat yang diperoleh dari kantor keuchik (desa). Sehingga, penelitian ini berfokus pada populasi yang terpapar langsung risiko tsunami dan yang bergantung pada jalur evakuasi untuk keselamatan mereka.

Jalur evakuasi dianalisis dengan membandingkan waktu yang diperlukan untuk kegiatan evakuasi dengan waktu tiba gelombang tsunami adalah 34 menit untuk wilayah

Lhoknga (Benazir et al., 2022), sedangkan Tempat Evakuasi Vertikal diperhitungkan berdasarkan sejarah ketinggian gelombang tsunami di wilayah Lhoknga pada tahun 2004 yang mencapai 18 m di atas permukaan laut (Benazir et al., 2022). Secara detail, analisis data ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Analisis Data Jalur dan Tempat Evakuasi

Deskripsi	Analisa	Keterangan
Waktu evakuasi	Waktu evakuasi $\leq$ 40 menit	Aman
Tempat evakuasi	Tempat evakuasi $>$ 18 m	Aman
Kapasitas Daya Tampung	Kapasitas Daya Tampung $\geq$ Jumlah Orang yang Akan Melakukan Evakuasi	Aman

Waktu evakuasi yang diperhitungkan adalah berjalan kaki dengan kecepatan nilai terendah, sehingga dapat diasumsikan jika pengungsi dengan kecepatan yang berjalan sama atau lebih cepat dapat diasumsikan selamat sampai ke zona aman evakuasi (Dewi, 2012). Perhitungan kecepatan waktu evakuasi menggunakan persamaan perbandingan kapasitas dasar jalan dengan kapasitas aktual dikalikan dengan kecepatan berjalan, seperti ditunjukkan pada persamaan 1 (Yunarto et al., 2015).

$$V = (C_0/C_1) \times V_s \dots\dots\dots \text{(Persamaan 1)}$$

Dimana :

$C_0$  : Kapasitas dasar jalan

$C_1$  : Kapasitas aktual saat terjadi bencana

$V$  : Kecepatan berjalan untuk evakuasi saat bencana (m/detik)

$W$  : Lebar jalan

$S$  : Luas yang dibutuhkan pengungsi ketika berjalan ( $0,625\text{m}^2$ )

$V_s$  : Kecepatan rata-rata orang tua berjalan berkelompok ( $0,751$  m/detik)

$C_0$  :  $W/S$  (dibulatkan kebawah)

$C_1$  :  $W/S$  (dibulatkan keatas)

Selanjutnya data dianalisis secara spasial menggunakan Sistem Informasi Geografi (SIG) untuk memetakan dan mengevaluasi jalur evakuasi yang ada. Analisis spasial memungkinkan pemetaan lokasi jalur evakuasi, serta jarak dan waktu tempuh dari berbagai titik di kawasan wisata menuju tempat evakuasi. Hasil dari analisis ini digunakan untuk mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan dalam infrastruktur evakuasi dan untuk memberikan rekomendasi terkait pengembangan jalur evakuasi yang lebih aman dan efektif.

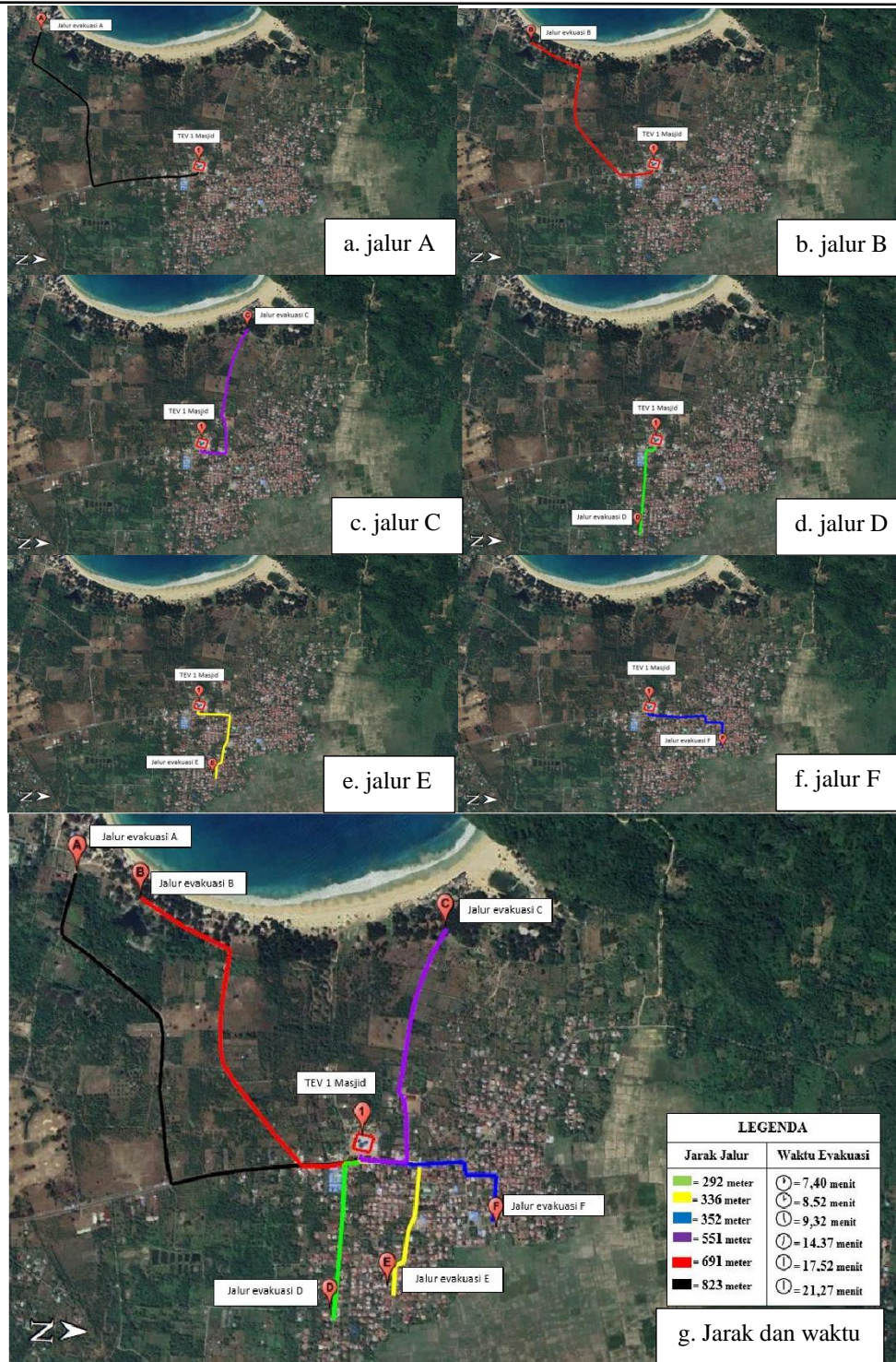
### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat 2 alternatif TEV pada destinasi wisata pantai Lampuuk, Kecamatan Lhoknga, Kabupaten Aceh Besar, yakni Mesjid Rahmatullah dengan ketinggian bangunan mencapai 22 m dpl dan bukit alami dengan ketinggian 25 m dpl, yang berada di bagian Utara Pantai Lhoknga. Kondisi fisik TEV di kawasan pantai Lhoknga tampak seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



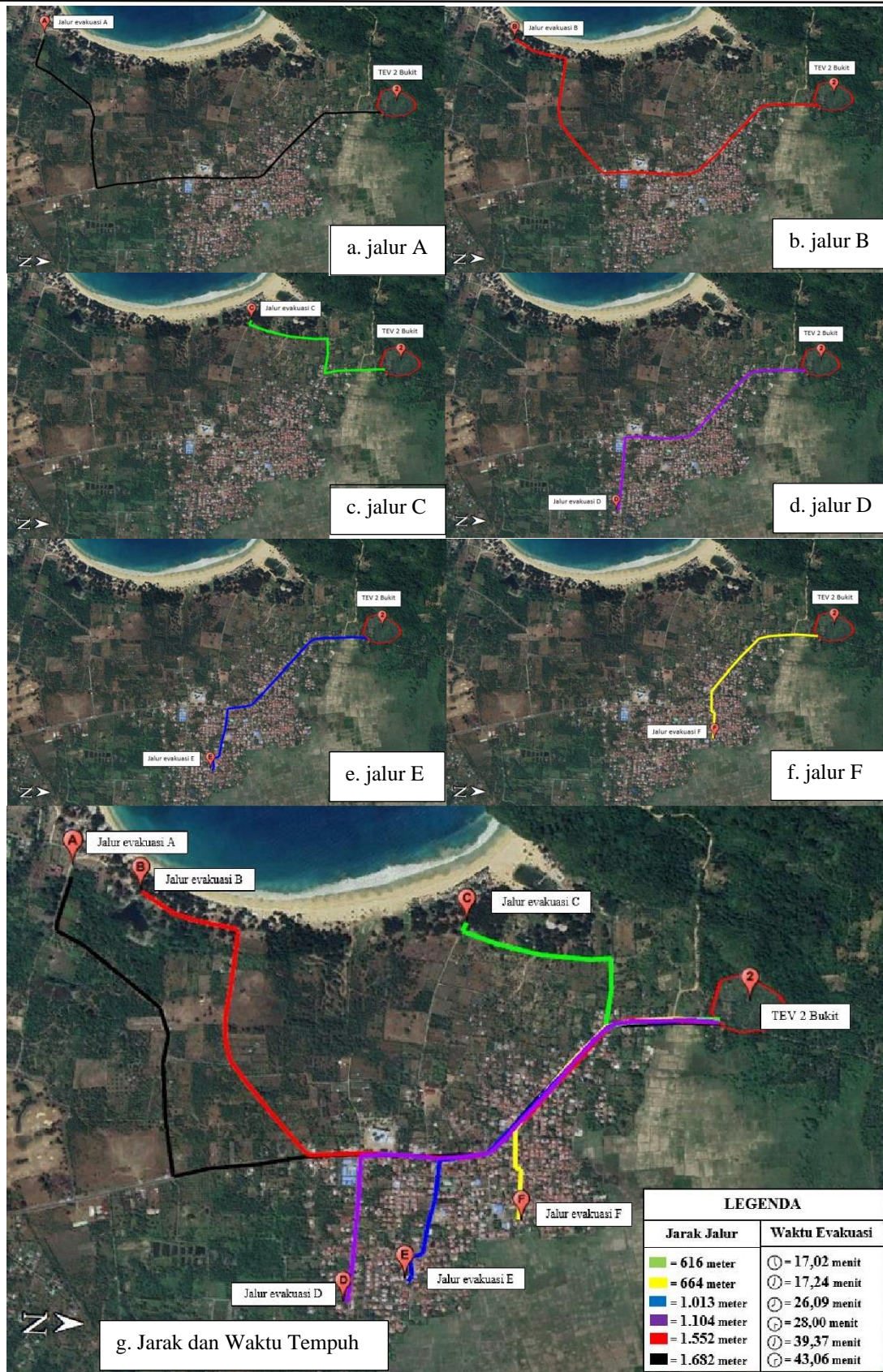
**Gambar 2.** a. dan b. TEV di Kawasan Pantai Lampuuk, Lhoknga

Mesjid Rahmatullah menjadi satu-satunya bangunan gedung yang berpotensi sebagai TEV, sehingga masih terbatasnya bangunan TEV alternatif di kawasan wisata Pantai Lampuuk. Oleh karenanya, bukit alami merupakan tempat aman untuk evakuasi bencana dan dapat menjadi TEV alternatif pada kawasan Pantai Lampuuk. Namun demikian, tidak semua lokasi evakuasi memenuhi jarak tempuh optimal karena melebihi estimasi waktu evakuasi (*golden time*). Untuk menuju ke lokasi TEV, diperoleh 6 jalur evakuasi yang dapat diakses oleh para wisatawan dan penduduk setempat di kawasan tersebut. Masing-masing jalur merupakan jalur dengan tipe lokal sekunder yang memiliki kelebaran jalan mencapai 4,5 m. Kondisi masing-masing jalur evakuasi ke lokasi TEV Mesjid Rahmatullah seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** a, b, c, d,e, f, g (Jalur Evakuasi ke TEV Masjid Rahmatullah) dan g (Jarak dan Waktu Tempuh Evakuasi Menuju Masjid Rahmatullah)

Jalur evakuasi ke lokasi TEV bukit alami juga memiliki 6 jalur yang dapat diakses oleh penduduk dan wisatawan Pantai Lampuuk. Kondisi jalur evakuasi tersebut seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** a, b, c, d,e, f, g (Jalur Evakuasi ke TEV bukit alami) dan g (Jarak dan Waktu Tempuh Evakuasi Menuju bukit alami)

Hasil analisis diperoleh perbandingan jarak dan waktu tempuh untuk kegiatan evakuasi bencana pada masing-masing jalur yang menuju TEV yang berbeda, seperti ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 2.** Jarak dan Waktu Evakuasi

Jalur Evakuasi	Jarak Titik Evakuasi		Waktu Evakuasi	
	TEV Masjid Rahmatullah (m)	TEV Bukit (m)	TEV Masjid Rahmatullah (menit)	TEV Bukit (menit)
A	823	1.682	21,27	43,06
B	691	1.552	17,52	39,37
C	551	616	14,37	17,02
D	292	1.104	7,40	28,00
E	336	1.013	8,52	26,09
F	352	664	9,32	17,24

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa sebagian jalur evakuasi yang ada belum memenuhi kriteria optimal dari segi aksesibilitas, kapasitas daya tampung, maupun waktu evakuasi. Tempat evakuasi vertikal yang tersedia cenderung terbatas dalam kapasitas, seperti Mesjid Rahmatullah dengan kapasitas daya tampung yang tersedia adalah 1.238 orang, sedangkan kebutuhan pengungsi mencapai 2.474 orang, sehingga tidak cukup untuk menampung jumlah penduduk yang tentu akan terus meningkat. Adapun data jumlah penduduk yang tersebar di 5 dusun diketahui seperti ditunjukkan pada Tabel 3 berikut.

**Tabel 3.** Jumlah Penduduk di Pantai Lhoknga

Nama Meunasah	Jumlah Penduduk
Lambaro	513 Jiwa
Masjid	324 Jiwa
Bale	607 Jiwa
Cut	156 Jiwa
Blang	202 Jiwa

Begitu halnya jumlah populasi wisatawan yang terjadi pada hari-hari puncak liburan, yang menunjukkan jumlah peningkatan dibandingkan dengan hari-hari lainnya. Data jumlah pengunjung diketahui seperti ditunjukkan pada Tabel 4, yang merupakan hasil tabulasi jumlah wisatawan dalam satu minggu pada saat data dikumpulkan Tahun 2023.

**Tabel 4.** Jumlah Pengunjung Pantai Lampuuk, Aceh Besar

Hari	Tanggal	Jumlah Pengunjung
Senin	18-12-2023	328 Jiwa
Selasa	19-12-2023	281 Jiwa
Rabu	20-12-2023	249 Jiwa
Kamis	21-12-2023	301 Jiwa

Hari	Tanggal	Jumlah Pengunjung
Jumat	22-12-2023	163 Jiwa
Sabtu	23-12-2023	436 Jiwa
Minggu	24-12-2023	672 Jiwa

Berdasarkan pemodelan spasial, waktu evakuasi di beberapa area melebihi batas aman yang direkomendasikan, yang mana dua jalur melebihi waktu emas evakuasi bencana pada jalur A yaitu 43,06 menit dan jalur B yaitu 39,37 menit saat evakuasi dilakukan menuju ke bukit alami. Hal ini menunjukkan adanya kerentanan yang signifikan terhadap potensi risiko bencana tsunami yang mungkin diterima oleh penduduk dan wisatawan Pantai Lampuuk. Risiko bencana dapat mengakibatkan korban jiwa yang tinggi karena waktu evakuasi menuju tempat evakuasi yang jauh (Suprpto et al., 2011). Selain itu, jalur evakuasi terhalang oleh infrastruktur wisata yang kurang teratur, menyebabkan kesulitan dalam mengakses tempat evakuasi, khususnya bagi wisatawan yang tidak familiar dengan lingkungan sekitar. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan pengembangan lebih lanjut terhadap infrastruktur evakuasi, termasuk peningkatan jumlah dan lokasi tempat evakuasi vertikal, serta optimasi jalur evakuasi untuk mengurangi risiko bencana.

Hasil penelitian menjelaskan bahwa jalur evakuasi yang ada di destinasi wisata pantai Lampuuk masih jauh dari optimal dalam menyediakan perlindungan yang memadai bagi penduduk dan wisatawan. Dalam hal mitigasi bencana, perbandingan antara kapasitas daya tampung dengan jumlah penduduk dan pengunjung pantai yang tidak cukup untuk ditampung, maka untuk menghindari korban jiwa yang tinggi sebagian penduduk yang jangkauan area lebih dekat dengan bukit agar dapat menuju ke tempat evakuasi bukit alami. Hal ini agar tidak mengakibatkan korban jiwa yang tinggi karena kurangnya kapasitas daya tampung di tempat evakuasi vertikal masjid (Sari et al., 2013).

Hasil ini sejalan dengan kajian sebelumnya yang menekankan pentingnya infrastruktur evakuasi yang responsif terhadap kebutuhan spesifik populasi, termasuk keberagaman aksesibilitas dan kapasitas (Makinoshima et al., 2021); (Kim et al., 2022). Tempat evakuasi vertikal, yang sering kali menjadi solusi untuk daerah datar dan padat penduduk, ditemukan memiliki keterbatasan dalam daya tampung, yang dapat memperburuk kerentanan jika terjadi bencana dengan skala besar (Soviana & Rani, 2019). Selain itu, waktu evakuasi yang lebih lama di beberapa area menunjukkan bahwa rute evakuasi yang ada belum dapat mengantisipasi lonjakan populasi musiman dan kepadatan infrastruktur wisata, jika evakuasi dilakukan dengan berkendaraan. Dengan demikian, hasil ini menjelaskan bahwa desain jalur

evakuasi harus mempertimbangkan tidak hanya aspek fisik, tetapi juga dinamika sosial dan perilaku populasi yang terdampak.

#### **D. KESIMPULAN**

Penelitian ini menunjukkan bahwa jalur evakuasi di destinasi wisata pantai Lampuuk, Kecamatan Lhoknga, Kabupaten Aceh Besar rawan tsunami masih memiliki banyak keterbatasan dalam hal aksesibilitas, kapasitas daya tampung, dan waktu evakuasi. Tempat evakuasi vertikal yang ada belum mampu menampung jumlah populasi yang meningkat secara signifikan, terutama pada musim wisata, sementara jalur evakuasi yang ada kerap terhalang oleh infrastruktur yang tidak memadai. Sehingga, perlu perencanaan evakuasi yang lebih holistik, dengan mempertimbangkan karakteristik fisik dan sosial kawasan wisata, serta perilaku pengunjung dalam situasi darurat. Pengembangan jalur evakuasi yang lebih responsif dan adaptif perlu direncanakan untuk mengurangi kerentanan terhadap bencana tsunami pada wilayah ini.

#### **E. UCAPAN TERIMAKASIH**

Kami menyampaikan penghargaan dan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada masyarakat Lhoknga atas dukungan dan partisipasi aktifnya dalam pelaksanaan penelitian ini. Partisipasi masyarakat, baik melalui wawancara, diskusi, maupun kontribusi dalam memberikan data lapangan, sangat membantu kami dalam memahami kebutuhan terkait pengembangan jalur evakuasi bencana tsunami di wilayah ini.

#### **F. DAFTAR PUSTAKA**

- Baeda, A. Y., Suriamihardja, D. A., Umar, H., & Rachman, T. (2015). Tsunami mitigation plan for Manakarra Beach of West Sulawesi province, Indonesia. *Procedia Engineering*, 116(1), 134–140. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.274>
- Benazir, Kuswandi, Aslami, M. H., Ikhwal, M. F., & Hijah, S. N. (2022). *Aceh-Andaman Untuk Daratan Pantai Utara Aceh Estimated Tsunami Arrival Time Based on the Aceh-Andaman Fault Segment for North Coast of Aceh*. 65–76. DOI: [10.32679/jth.715](https://doi.org/10.32679/jth.715)
- Dewi, R. S. (2012). A-Gis Based Approach of an Evacuation Model for Tsunami Risk Reduction. *Journal of Integrated Disaster Risk Management*, 2(2), 108–139. <https://doi.org/10.5595/idrim.2012.0023>
- Di Mauro, M., Megawati, K., Cedillos, V., & Tucker, B. (2013). Tsunami risk reduction for densely populated Southeast Asian cities: Analysis of vehicular and pedestrian evacuation for the city of Padang, Indonesia, and assessment of interventions. *Natural Hazards*, 68(2), 373–404. <https://doi.org/10.1007/s11069-013-0632-z>

- FEMA. (2019). Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation From Tsunamis 3rd Edition. In *Jetty.Ecn.Purdue.Edu* (Issue August, p. 176). <ftp://jetty.ecn.purdue.edu/spujol/Andres/files/15-0021.pdf>
- González-Riancho, P., Aguirre-Ayerbe, I., Aniel-Quiroga, I., Abad, S., González, M., Larreynaga, J., Gavidia, F., Gutiérrez, O. Q., Álvarez-Gómez, J. A., & Medina, R. (2013). Tsunami evacuation modelling as a tool for risk reduction: Application to the coastal area of El Salvador. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, *13*(12), 3249–3270. <https://doi.org/10.5194/nhess-13-3249-2013>
- Ibrahim, Syamsidik, Azmeri, Hasan, M., Irwansyah, A., & Al Farizi, M. D. (2023). Assessing tsunami vertical evacuation processes based on probabilistic tsunami hazard assessment for west coast of Aceh Besar, Indonesia. *Geoenvironmental Disasters*, *10*(1). <https://doi.org/10.1186/s40677-023-00238-5>
- Isya, M., Azmeri, & Hasan, E. I. (2021). Analisis perencanaan dan kelayakan evakuasi vertikal bencana tsunami pada daerah zona merah di kecamatan kuta alam kota banda aceh. *Jurnal Teknik Sipil*, *10*(1), 9–20.
- Isya, M., Fatimah, E., Sipil, M. T., Teknik, F., Kuala, U. S., Aceh, B., Sipil, J. T., Teknik, F., Kuala, U. S., & Aceh, B. (2018). *Analisis Ketersediaan Jalur Evakuasi Bencana Tsunami di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh (Studi Kasus Lampulo, Kampung Mulia, Lamdingin)*. *1*(3), 104–112. <https://doi.org/10.24815/jarsp.v1i1.11774>
- Kim, K., Kaviari, F., Pant, P., & Yamashita, E. (2022). An agent-based model of short-notice tsunami evacuation in Waikiki , Hawaii. *Transportation Research Part D*, *105*(March), 103239. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103239>
- Makinoshima, F., Oishi, Y., Nakagawa, M., & Sato, S. (2021). International Journal of Disaster Risk Reduction Revealing complex tsunami evacuation process patterns induced by social interactions : A case study in Ishinomaki. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *58*(December 2020), 102182. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102182>
- Rahayu, H. P., & Anita, J. (2013). *Perencanaan Tempat Evakuasi Sementara (TES) Tsunami*. BNPB.
- Sari, L. H., Harris, D. J., & Gormley, M. (2013). Indoor thermal assessment of post-tsunami housing in Banda Aceh, Indonesia. *International Journal for Housing Science and Its Applications*, *37*(3), 161–173.
- Scheer, S., Gardi, A., Guillande, R., Eftichidis, G., Varela, V., de Vanssay, B., & Colbeau-

- Justin, L. (2011). Handbook of tsunami evacuation planning. *Luxembourg City, Luxembourg: Publications Office of the European Union*. DOI: [10.2788/34292](https://doi.org/10.2788/34292)
- Soviana, W., & Rani, H. A. (2019). Study of alternative building for tsunami evacuation in Kuta Alam sub-district Banda Aceh. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 674(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/674/1/012021>
- Suprpto, W., Aprilianto, W. Y., & Nuryanto, S. (2011). Penerapan Program Pembelajaran Mitigasi Bencanabagi Siswa SMP (Studi Kasus di SMPN 2 Sanden). *Pelita-Jurnal Penelitian Mahasiswa UNY*, 2.
- Syafrizal. (2013). *Tingkat Pengetahuan, Kesiapsiagaan dan Partisipasi Masyarakat dalam Pembangunan Jalur Evakuasi Tsunami di Kota Padang*.
- Trisakti, B., Carolita, I., & Nur, M. (2010). Simulasi Jalur Evakuasi Untuk Bencana Tsunami Berbasis Data Penginderaan Jauh (Studi Kasus; Kota Padang, Propinsi Sumatera Barat). *Jurnal Penginderaan Jauh Dan Pengolahan Citra Digital*, 4(1), 9–17. DOI: [10.30536/J.PJPDCD.2007.V4.A506](https://doi.org/10.30536/J.PJPDCD.2007.V4.A506)
- Vale, L., Shamsuddin, S., & Goh, K. (2014). Tsunami + 10: Housing Banda Aceh After Disaster. *Places Journal*. <https://doi.org/10.22269/141215>
- Yunarto, H.Z., A., & Wibawa, S. (2015). *Vertical Evacuation Planning In Sarangan Island, Bali Province, As An Alternative Of Tsunami Hazard Risk Reduction*. <http://dx.doi.org/10.34126/jlbg.v6i2.83>