

ANALISIS RUTE EVAKUASI TSUNAMI BERDASARKAN PENDEKATAN MODEL TRANSPORTASI UNTUK MENDUKUNG MITIGASI BENCANA

Rahmad Saputra¹, Bunyamin Bunyamin^{2*}, Heru Pramanda³, Kamalia Kamalia⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Iskandar Muda

**Corresponding author, email address: bunyamin@unida-aceh.ac.id*

ARTICLE INFO

Article History:

Received 21 Juni 2026

Accepted 28 Juni 2026

Online 30 Juni 2026

ABSTRAK

Gampong Lamdingin, Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh merupakan salah satu kawasan yang memiliki tingkat kerentanan tinggi terhadap bencana tsunami. Keterbatasan fasilitas evakuasi vertikal di kawasan tersebut menuntut tersedianya perencanaan rute evakuasi yang efektif untuk mendukung upaya mitigasi bencana dan mengurangi risiko korban jiwa. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi pemilihan rute evakuasi tsunami oleh masyarakat serta mengembangkan model pemilihan rute berdasarkan pendekatan transportasi. Penelitian menggunakan Discrete Choice Model dengan metode regresi logit biner. Data diperoleh melalui survei kuesioner terhadap masyarakat Gampong Lamdingin dan dianalisis menggunakan perangkat lunak Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). Hasil analisis menunjukkan bahwa pengalaman tsunami, tujuan tempat evakuasi, waktu keberangkatan evakuasi, waktu tempuh menuju lokasi evakuasi akhir, dan tata guna lahan merupakan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap pemilihan rute evakuasi. Model utilitas yang diperoleh dirumuskan sebagai $U_1 - U_2 = 3,453(X_2) + 4,325(X_8) - 6,732(X_{12}) + 2,564(X_{13}) + 3,549(X_{14})$. Berdasarkan hasil pemodelan, rute evakuasi menuju Lueng Bata memiliki probabilitas pemilihan sebesar 98%, sedangkan rute menuju Batoh hanya sebesar 2%. Temuan ini menunjukkan bahwa keputusan masyarakat dalam memilih rute evakuasi tidak hanya dipengaruhi oleh karakteristik perjalanan, tetapi juga oleh pengalaman kebencanaan dan kondisi lingkungan sekitar. Penelitian ini memberikan kontribusi berupa model pemilihan rute evakuasi yang dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan jalur evakuasi, penyusunan strategi kesiapsiagaan masyarakat, serta pengambilan kebijakan mitigasi bencana tsunami di kawasan perkotaan yang rentan terhadap bencana.

Kata Kunci: evakuasi tsunami; model pemilihan diskrit; regresi logit biner; mitigasi bencana; rute evakuasi.

ABSTRACT

Lamdingin Village, located in Kuta Alam District, Banda Aceh City, is one of the areas with a high level of tsunami vulnerability. The limited availability of vertical evacuation facilities in this area highlights the need for effective evacuation route planning to support disaster mitigation efforts and reduce potential casualties. This study aims to identify the factors influencing community decisions in selecting tsunami evacuation routes and to develop an

evacuation route choice model based on a transportation approach. The study employed a Discrete Choice Model using binary logit regression analysis. Data were collected through a questionnaire survey administered to residents of Lamdingin Village and analyzed using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). The results indicate that tsunami experience, evacuation destination, evacuation departure time, travel time to the final evacuation location, and land use are significant factors affecting evacuation route choice. The resulting utility model is expressed as $U_1 - U_2 = 3.453(X_2) + 4.325(X_8) - 6.732(X_{12}) + 2.564(X_{13}) + 3.549(X_{14})$. The modeling results reveal that the evacuation route toward Lueng Bata has a selection probability of 98%, whereas the route toward Batoh has a probability of only 2%. These findings demonstrate that evacuation route choice is influenced not only by travel characteristics but also by disaster experience and surrounding environmental conditions. The proposed route choice model contributes to a better understanding of community evacuation behavior and can serve as a basis for evacuation route planning, community preparedness strategies, and tsunami disaster mitigation policies in urban areas exposed to tsunami hazards.

Keywords: tsunami evacuation; discrete choice model; binary logit regression; disaster mitigation; evacuation route.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat kerawanan tsunami yang tinggi karena berada pada pertemuan Lempeng Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik [1]. Kondisi ini menyebabkan aktivitas seismik yang berpotensi memicu gempa bumi bawah laut dan tsunami. Berbagai wilayah pesisir Indonesia telah mengalami bencana tsunami [2], [3], dengan tsunami Aceh tahun 2004 sebagai salah satu bencana terbesar yang menimbulkan ratusan ribu korban jiwa, kerusakan infrastruktur yang luas, serta dampak sosial dan ekonomi berkepanjangan [4]–[6].

Besarnya korban menunjukkan bahwa risiko tsunami tidak hanya ditentukan oleh besarnya bencana, tetapi juga oleh kesiapsiagaan masyarakat dan efektivitas sistem evakuasi [7]. Rendahnya pemahaman masyarakat mengenai prosedur penyelamatan, jalur evakuasi, dan sistem peringatan dini pada saat itu memperbesar jumlah korban, sehingga perilaku masyarakat menjadi salah satu faktor penting dalam keberhasilan evakuasi [8]. Setelah tsunami 2004, pemerintah telah meningkatkan upaya mitigasi melalui pembangunan infrastruktur evakuasi, sistem peringatan dini, jalur evakuasi, dan edukasi kebencanaan [9]. Namun, pertumbuhan penduduk, perubahan tata guna lahan, serta perkembangan kawasan perkotaan dapat memengaruhi efektivitas sistem evakuasi yang telah direncanakan [10].

Salah satu wilayah yang memerlukan perhatian adalah Gampong Lamdingin, Kota Banda Aceh, yang berada relatif dekat dengan pesisir dan memiliki keterbatasan akses menuju lokasi evakuasi yang aman. Pertumbuhan penduduk serta keberadaan masyarakat pendatang dengan tingkat pengetahuan kebencanaan yang beragam semakin meningkatkan kompleksitas proses evakuasi. Oleh karena itu, diperlukan pemahaman mengenai faktor-faktor yang memengaruhi perilaku masyarakat dalam memilih rute evakuasi agar perencanaan mitigasi dapat dilakukan secara lebih efektif.

Evakuasi tsunami merupakan proses perpindahan masyarakat menuju lokasi aman dalam waktu sesingkat mungkin setelah munculnya ancaman [11]. Keberhasilannya dipengaruhi oleh kondisi infrastruktur, jaringan jalan, aksesibilitas, kepadatan penduduk, serta karakteristik perilaku masyarakat [12]. Dalam kajian transportasi, perilaku pemilihan rute dapat dianalisis menggunakan

behavioral transportation model melalui *Discrete Choice Model* yang didasarkan pada *Random Utility Theory*, di mana individu memilih alternatif yang memberikan utilitas terbesar menurut persepsinya [13], [14]. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan adalah *Binary Logit Model*, yang mampu mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi probabilitas seseorang dalam memilih suatu rute evakuasi [15].

Berbagai penelitian terdahulu telah mengkaji evakuasi tsunami melalui analisis jaringan transportasi, aksesibilitas, simulasi pergerakan penduduk, maupun evaluasi infrastruktur evakuasi. Namun, penelitian yang mengembangkan model probabilitas pemilihan rute berdasarkan karakteristik individu, pengalaman kebencanaan, karakteristik perjalanan, dan kondisi lingkungan menggunakan regresi logit biner masih terbatas, khususnya pada tingkat komunitas lokal di kawasan rawan tsunami. Selain itu, kajian serupa belum banyak dilakukan di Gampong Lamdingin, sehingga masih terdapat kesenjangan penelitian yang perlu diisi.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi pemilihan rute evakuasi tsunami oleh masyarakat Gampong Lamdingin serta mengembangkan model probabilitas pemilihan rute menggunakan regresi logit biner. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan model perilaku yang mengintegrasikan pengalaman tsunami, tujuan evakuasi, waktu keberangkatan, waktu tempuh menuju lokasi evakuasi, dan tata guna lahan sebagai variabel penentu pemilihan rute. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah dalam penyusunan kebijakan mitigasi dan perencanaan jalur evakuasi yang lebih efektif sesuai karakteristik masyarakat lokal.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Gampong Lamdingin, Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada karakteristik wilayah yang berada relatif dekat dengan kawasan pesisir dan termasuk daerah yang pernah terdampak bencana tsunami tahun 2004. Selain itu, kawasan ini mengalami perkembangan pembangunan dan pertumbuhan penduduk yang cukup pesat sehingga memerlukan perhatian khusus dalam perencanaan sistem evakuasi tsunami.

Gampong Lamdingin merupakan salah satu gampong di Kecamatan Kuta Alam yang memiliki jumlah penduduk sekitar 3.393 jiwa dari total penduduk kecamatan sebanyak 42.621 jiwa. Posisi geografis wilayah yang berada pada kawasan dataran rendah serta keterbatasan akses menuju lokasi yang lebih tinggi menjadikan aspek perencanaan jalur evakuasi sebagai kebutuhan yang sangat penting. Oleh karena itu, wilayah ini dipilih sebagai lokasi studi untuk menganalisis perilaku masyarakat dalam memilih rute evakuasi tsunami berdasarkan pendekatan model transportasi.

2.2 Data Primer

Data primer diperoleh melalui penyebaran kuesioner kepada masyarakat yang berdomisili di Gampong Lamdingin. Kuesioner disusun berdasarkan tujuan penelitian dan berisi sejumlah pertanyaan yang berkaitan dengan karakteristik sosial ekonomi responden serta atribut-atribut yang memengaruhi pemilihan rute evakuasi tsunami. Proses pengumpulan data dilakukan secara langsung selama dua minggu dengan jumlah responden sebanyak 100 orang.

Informasi yang diperoleh dari responden digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik masyarakat serta menganalisis probabilitas pemilihan rute evakuasi tsunami. Data primer yang dikumpulkan meliputi karakteristik sosial ekonomi responden, seperti jenis kelamin, pengalaman

menghadapi tsunami, tingkat pendidikan, dan status pekerjaan, serta karakteristik atribut perjalanan yang berkaitan dengan proses evakuasi.

2.3 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung yang digunakan untuk melengkapi dan memperkuat hasil analisis penelitian. Data ini diperoleh dari berbagai dokumen, laporan, dan publikasi yang relevan dengan topik penelitian. Data sekunder yang digunakan meliputi data jumlah penduduk, kondisi wilayah administrasi, peta Kota Banda Aceh, peta Gampong Lamdingin, serta informasi lain yang berkaitan dengan jaringan jalan dan jalur evakuasi tsunami. Data tersebut digunakan untuk mendukung proses analisis dan interpretasi hasil penelitian.

2.4 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh penduduk Gampong Lamdingin yang berjumlah 3.393 jiwa. Populasi tersebut dipilih karena merupakan kelompok masyarakat yang berpotensi terdampak secara langsung apabila terjadi bencana tsunami. Selain itu, masyarakat setempat merupakan pihak yang akan melakukan proses evakuasi sehingga perilaku mereka menjadi fokus utama dalam penelitian ini.

Untuk memperoleh sampel yang representatif, penelitian ini menggunakan teknik *probability sampling* dengan metode *stratified random sampling*. Metode ini dipilih karena dapat memungkinkan setiap anggota populasi memiliki peluang yang sama untuk menjadi responden, sekaligus mempertimbangkan keberagaman karakteristik masyarakat berdasarkan kelompok umur dan kondisi sosial ekonomi [16]. Penentuan jumlah sampel pada suatu penelitian dilakukan dengan menggunakan rumus Slovin [17], sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + (N \times e^2)} \quad (1)$$

Di mana:

n = jumlah sampel

N = jumlah populasi

e = tingkat kesalahan

Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh jumlah sampel minimum sebesar 81 responden. Namun, untuk meningkatkan tingkat representativitas data dan memperoleh hasil analisis yang lebih baik, jumlah sampel dalam penelitian ini ditingkatkan menjadi 100 responden.

2.5 Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan atribut atau karakteristik yang diamati untuk menjelaskan hubungan antara faktor-faktor yang memengaruhi pemilihan rute evakuasi tsunami. Dalam penelitian ini, variabel dibedakan menjadi variabel bebas (*independent variable*) dan variabel terikat (*dependent variable*).

Pemilihan variabel dilakukan berdasarkan teori perilaku perjalanan, konsep pemilihan rute, serta hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan evakuasi bencana. Variabel-variabel tersebut digunakan untuk membangun model probabilitas pemilihan rute evakuasi tsunami menggunakan pendekatan regresi logit biner.

A. Variabel Bebas (Independent Variable)

Variabel bebas merupakan variabel yang diduga memengaruhi keputusan masyarakat dalam memilih rute evakuasi tsunami. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Karakteristik social ekonomi responden
 - Jenis Kelamin (X1)
 - Pengalaman Tsunami (X2)
 - Umur (X3)
 - Status Pekerjaan (X4)
 - Terdapat Anggota Keluarga Balita (X5)
 - Terdapat Anggota Keluarga Lansia
 - Tingkat Pendidikan (X7)
 - Tempat Evakuasi yang dituju (X8)
 - Penghasilan Rumah Tangga per bulan (X9)
 - Jumlah Kepemilikan Roda 2 (X10)
 - Jumlah Kepemilikan Roda 4 (X11)
2. Karakteristik spesifikasi atribut pemilihan rute evakuasi tsunami
 - Waktu Evakuasi Keberangkatan (X12)
 - Waktu Tempuh Menuju Tempat Evakuasi Akhir (X13)
 - Tata Guna Lahan (X14)
 - Jenis Perkerasan (X15)

B. Variabel Terikat (Dependent Variable)

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah pemilihan rute evakuasi tsunami oleh masyarakat (Y). Variabel tersebut dinyatakan dalam bentuk pilihan biner, yaitu: Nilai 1 untuk rute menuju Lueng Bata; dan Nilai 0 untuk rute menuju Batoh. Penggunaan variabel biner ini memungkinkan penerapan model regresi logit biner untuk menganalisis probabilitas pemilihan rute oleh responden.

2.6 Pengolahan Data

Setelah seluruh data terkumpul, langkah berikutnya adalah melakukan proses pengolahan data. Tahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa data yang diperoleh telah memenuhi kebutuhan analisis serta siap digunakan dalam proses pemodelan.

Pengolahan data diawali dengan proses pemeriksaan (editing), pengkodean (coding), dan tabulasi data hasil kuesioner. Selanjutnya, data dikelompokkan berdasarkan karakteristik sosial ekonomi responden dan karakteristik atribut pemilihan rute evakuasi tsunami. Tahap ini dilakukan untuk memudahkan proses analisis statistik dan interpretasi data.

Untuk mendukung proses pengolahan dan analisis, penelitian ini menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel dan Statistical Product and Service Solutions (SPSS). Kedua perangkat lunak tersebut digunakan untuk mengolah data, melakukan analisis statistik, serta membangun model regresi logit biner yang menjadi dasar dalam penelitian ini.

2.7 Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi pemilihan rute evakuasi tsunami dan membangun model probabilitas pemilihan rute berdasarkan karakteristik responden serta atribut jalur evakuasi. Analisis dilakukan secara bertahap sehingga menghasilkan model yang mampu menjelaskan perilaku masyarakat dalam kondisi evakuasi.

<https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.357>

A. Pengujian dan Signifikansi Model

Tahap awal analisis dilakukan dengan menguji kelayakan model regresi logit biner yang dibangun. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah variabel bebas yang digunakan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel terikat.

Melalui pengujian statistik menggunakan perangkat lunak SPSS, dapat diketahui tingkat signifikansi masing-masing variabel serta kemampuan model dalam menjelaskan hubungan antara karakteristik responden dan pemilihan rute evakuasi tsunami. Hasil pengujian ini menjadi dasar dalam menentukan model terbaik yang akan digunakan pada tahap analisis berikutnya.

B. Model Utilitas Pemilihan Rute Evakuasi Tsunami

Setelah model dinyatakan layak, tahap berikutnya adalah menyusun model utilitas pemilihan rute berdasarkan nilai koefisien yang dihasilkan dari regresi logit biner. Model utilitas digunakan untuk menggambarkan tingkat preferensi masyarakat terhadap suatu rute evakuasi dibandingkan dengan alternatif lainnya.

Koefisien yang diperoleh pada masing-masing variabel akan menunjukkan arah dan besarnya pengaruh terhadap keputusan pemilihan rute. Interpretasi model dilakukan untuk menjelaskan hubungan antara perubahan nilai variabel bebas dan kecenderungan masyarakat dalam memilih suatu jalur evakuasi.

C. Probabilitas Pemilihan Rute Evakuasi Tsunami

Tahap akhir analisis adalah menghitung probabilitas pemilihan masing-masing rute evakuasi berdasarkan model utilitas yang telah diperoleh. Perhitungan dilakukan menggunakan formulasi model logit biner sehingga menghasilkan peluang masyarakat memilih rute tertentu ketika menghadapi ancaman tsunami.

Nilai probabilitas yang diperoleh memberikan gambaran mengenai tingkat preferensi masyarakat terhadap setiap alternatif rute evakuasi. Hasil tersebut selanjutnya digunakan untuk mengevaluasi efektivitas jalur evakuasi yang tersedia serta memberikan rekomendasi bagi perencanaan sistem evakuasi tsunami yang lebih optimal dalam mendukung upaya mitigasi bencana.

2.7.1 Tahapan Analisis Regresi Logit Biner

Analisis regresi logit biner digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi pemilihan rute evakuasi tsunami serta membangun model probabilitas pemilihan rute, dengan variabel terikat berupa pemilihan rute menuju Lueng Bata ($Y = 1$) dan Batoh ($Y = 0$). Analisis diawali dengan penyusunan dan pengkodean data hasil survei, dilanjutkan dengan analisis deskriptif karakteristik responden, kemudian pengujian pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat menggunakan SPSS. Variabel yang memiliki nilai signifikansi $< 0,05$ dipertahankan dalam model akhir, sedangkan variabel yang tidak signifikan dieliminasi. Koefisien regresi yang diperoleh digunakan untuk menyusun model utilitas dan menghitung probabilitas pemilihan rute, di mana koefisien positif menunjukkan peningkatan kecenderungan memilih suatu rute, sedangkan koefisien negatif menunjukkan kecenderungan sebaliknya.

2.7.2 Validasi Model

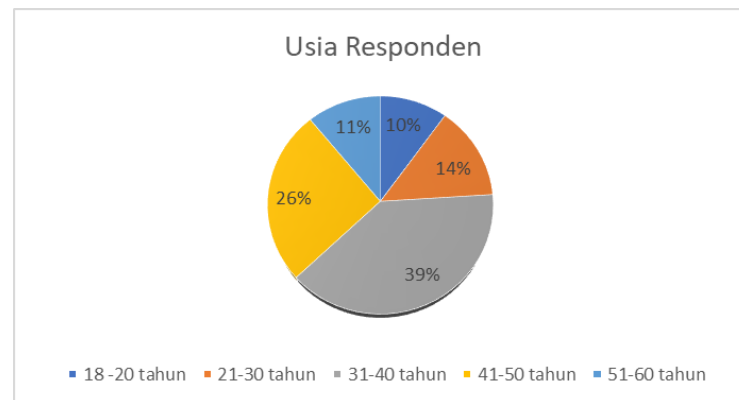
Validasi model dilakukan untuk menilai kesesuaian model regresi logit biner dalam menjelaskan perilaku pemilihan rute evakuasi tsunami. Pengujian diawali dengan evaluasi kelayakan model secara keseluruhan, kemudian dilanjutkan dengan *Omnibus Test of Model Coefficients* untuk

mengetahui signifikansi pengaruh variabel bebas terhadap model. Model dinyatakan layak apabila nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05. Selanjutnya, kesesuaian antara hasil prediksi dan data observasi dievaluasi menggunakan Hosmer–Lemeshow Goodness of Fit, dengan kriteria nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Kemampuan model dalam menjelaskan variasi data diukur menggunakan Nagelkerke R Square, sedangkan tingkat ketepatan prediksi model dievaluasi melalui Classification Accuracy atau matriks klasifikasi. Hasil validasi tersebut digunakan untuk memastikan bahwa model yang dihasilkan memiliki kemampuan yang memadai dalam menjelaskan dan memprediksi pemilihan rute evakuasi tsunami oleh masyarakat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Responden dan Kondisi Evakuasi Tsunami

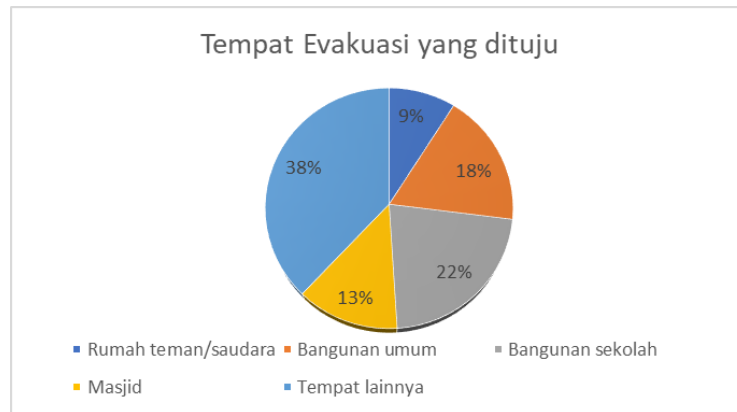
Penelitian ini melibatkan 100 responden yang berdomisili di Gampong Lamdingin, Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh. Hasil survei menunjukkan bahwa mayoritas responden berjenis kelamin laki-laki (70%), pernah mengalami tsunami (85%), berusia 31–40 tahun (39%), dan bekerja sebagai wiraswasta atau pedagang (91%). Tingginya proporsi responden yang pernah mengalami tsunami mengindikasikan bahwa pengalaman bencana berperan sebagai pembelajaran dalam pengambilan keputusan evakuasi. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa persepsi ancaman, persepsi kemampuan penanggulangan, dan pengalaman terdahulu berpengaruh signifikan terhadap intensi evakuasi [18]. Dominasi responden usia produktif dan berprofesi sebagai wiraswasta menunjukkan tingginya mobilitas masyarakat yang berpotensi memengaruhi pola pergerakan dan kepadatan lalu lintas selama proses evakuasi. Karakteristik responden secara lengkap disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Persentase Responden Berdasarkan Usia Responden

Sebanyak 67% responden memiliki anggota keluarga balita dan 28% memiliki anggota keluarga lanjut usia, yang menunjukkan bahwa tanggung jawab terhadap kelompok rentan berpotensi memengaruhi proses dan kecepatan evakuasi. Dari aspek pendidikan, mayoritas responden berpendidikan SMA atau sederajat (87%), sedangkan lulusan diploma hingga pascasarjana hanya 13%, sehingga informasi evakuasi perlu disampaikan dalam bentuk yang mudah dipahami oleh seluruh lapisan masyarakat. Terkait tujuan evakuasi, responden paling banyak memilih lokasi selain alternatif yang tersedia dalam kuesioner (38%), diikuti sekolah (22%), bangunan umum (18%), masjid (13%), dan rumah kerabat (9%). Temuan ini menunjukkan bahwa masyarakat cenderung

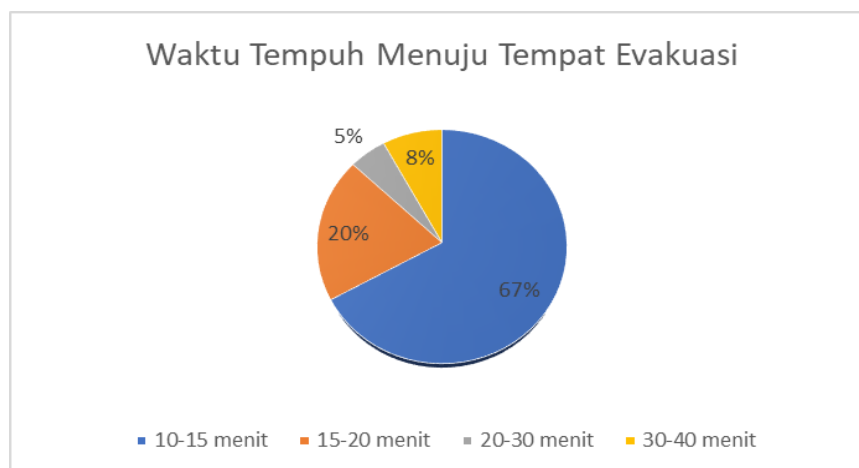
memilih lokasi yang dianggap paling mudah dijangkau dan aman saat terjadi tsunami. Karakteristik tujuan evakuasi responden disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Persentase Responden Berdasarkan Tempat Evakuasi yang Dituju

3.2 Karakteristik Pergerakan Evakuasi Tsunami

Karakteristik pergerakan evakuasi dianalisis berdasarkan waktu keberangkatan, waktu tempuh, tata guna lahan, dan kondisi perkerasan jalan. Sebagian besar responden (76%) memulai evakuasi kurang dari lima menit setelah menerima peringatan tsunami, menunjukkan tingkat kesiapsiagaan yang cukup baik. Namun, sebanyak 19% responden memerlukan waktu lebih dari lima menit dan 5% tidak segera melakukan evakuasi, sehingga berpotensi meningkatkan risiko korban jiwa. Mayoritas responden (67%) memilih rute dengan waktu tempuh 10–15 menit menuju lokasi evakuasi (Gambar 3), yang menunjukkan kecenderungan memilih jalur tercepat menuju tempat aman. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa pemilihan rute dengan waktu tempuh minimum merupakan faktor penting dalam keberhasilan evakuasi tsunami [19].



Gambar 3. Persentase Responden Berdasarkan Waktu Tempuh

Analisis tata guna lahan menunjukkan bahwa 87% responden memilih rute yang melewati pusat-pusat kegiatan. Hal ini mengindikasikan bahwa masyarakat lebih mengenal jalur yang sering digunakan dalam aktivitas sehari-hari dibandingkan jalur alternatif yang jarang dilalui. Selain itu, <https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.357>

seluruh responden (100%) memilih rute dengan jenis perkerasan aspal. Kondisi ini menunjukkan bahwa kualitas infrastruktur jalan menjadi pertimbangan utama dalam menentukan jalur evakuasi. Temuan penelitian terdahulu mengindikasikan bahwa pengalaman spasial sebelum kejadian, yang tercermin dari kebiasaan memilih rute tertentu dan pengalaman melintasinya, menjadi determinan utama dalam proses pemilihan jalur evakuasi [20].

3.3 Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pemilihan Rute Evakuasi

Analisis pemilihan rute dilakukan menggunakan model regresi logistik biner (binary logit model). Dari 15 variabel yang diuji, terdapat lima variabel yang terbukti berpengaruh signifikan terhadap pemilihan rute evakuasi tsunami, yaitu pengalaman tsunami (X_2), tempat evakuasi yang dituju (X_8), waktu evakuasi keberangkatan (X_{12}), waktu tempuh menuju tempat evakuasi akhir (TEA) (X_{13}), dan tata guna lahan (X_{14}). Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. *Outcome* Pemilihan Rute

Variabel	Koef. (B)	Exp (B)	T-value	P-value
Pengalaman Tsunami (X_2)	3,453	0,562	4,326	0,020
Tempat Evakuasi yang Dituju (X_8)	4,325	0,202	3,443	0,046
Waktu Evakuasi Keberangkatan (X_{12})	-6,732	7,324	3,826	0,050
Waktu Tempuh Menuju Tempat Evakuasi Akhir (TEA) (X_{13})	2,564	1,432	5,190	0,023
Tata Guna Lahan (X_{14})	3,549	5,723	8,432	0,000
Sampel (N)		100		
-2 LL (β)		96,544		
χ^2 test (sig)		129,489 (0,000)		
Cox & Snell R Square		0,726		
Nagelkerke R Square		1,000		

Berdasarkan Tabel 1 tersebut, model utilitas yang diperoleh adalah sebagai berikut: $U_1 - U_2 = 3,453 (X_2) + 4,325 (X_8) - 6,732 (X_{12}) + 2,564 (X_{13}) + 3,549 (X_{14})$. Nilai koefisien positif pada variabel pengalaman tsunami menunjukkan bahwa responden yang pernah mengalami tsunami cenderung memilih rute Lueng Bata dibandingkan alternatif lainnya. Pengalaman bencana sebelumnya meningkatkan kemampuan individu dalam mengenali risiko dan menentukan jalur evakuasi yang dianggap lebih aman.

Variabel tempat evakuasi yang dituju juga menunjukkan pengaruh positif terhadap pemilihan rute. Artinya, lokasi tujuan evakuasi memiliki keterkaitan langsung dengan pilihan jalur yang digunakan masyarakat. Semakin mudah lokasi evakuasi dicapai melalui suatu rute, semakin besar kemungkinan rute tersebut dipilih. Variabel waktu keberangkatan memiliki koefisien negatif, yang mengindikasikan bahwa keterlambatan memulai evakuasi akan menurunkan peluang penggunaan rute tertentu. Kondisi ini memperlihatkan pentingnya respons cepat setelah peringatan tsunami diberikan. Sementara itu, waktu tempuh menuju tempat evakuasi akhir dan tata guna lahan menunjukkan pengaruh positif yang cukup kuat. Masyarakat cenderung memilih jalur yang memberikan waktu tempuh lebih singkat dan melewati kawasan yang sudah dikenal atau sering digunakan dalam aktivitas sehari-hari. Penelitian terdahulu juga menyebutkan hal serupa yaitu analisis tata guna lahan merupakan komponen penting dalam menentukan jalur evakuasi [21].

3.4 Evaluasi Kinerja Model Pemilihan Rute

Kinerja model dievaluasi menggunakan beberapa parameter statistik. Nilai -2 Log Likelihood sebesar 96,544 menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan yang baik dalam menjelaskan hubungan antara variabel independen dan variabel dependen. Nilai Chi-Square sebesar 129,489 dengan tingkat signifikansi 0,000 menunjukkan bahwa model secara keseluruhan signifikan pada tingkat kepercayaan 95%. Dengan demikian, variabel-variabel yang dimasukkan dalam model mampu menjelaskan perilaku pemilihan rute evakuasi secara memadai.

Nilai Cox and Snell R Square sebesar 0,726 menunjukkan bahwa sekitar 72,6% variasi perilaku pemilihan rute dapat dijelaskan oleh variabel yang digunakan dalam penelitian ini. Nilai tersebut tergolong tinggi untuk model perilaku transportasi dan menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan prediksi yang baik.

3.5 Analisis Utilitas dan Probabilitas Pemilihan Rute Evakuasi

Berdasarkan nilai rata-rata variabel bebas yang signifikan, diperoleh nilai selisih utilitas sebesar 4,09. Nilai tersebut menghasilkan nilai eksponensial utilitas sebesar sekitar 60, yang menunjukkan adanya perbedaan preferensi yang cukup besar antara kedua alternatif rute yang dianalisis. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Nilai Selisih Utilitas

Outcome Rute	Selisih Utilitas Rute	Exp Selisih Utilitas Rute
Pemilihan Rute	4,09	60

Selanjutnya, berdasarkan model logit binomial diperoleh probabilitas pemilihan rute Lueng Bata sebesar 0,98 atau 98%, sedangkan probabilitas pemilihan rute Batoh hanya sebesar 0,02 atau 2%. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Probabilitas Pemilihan Rute

Outcome Pemilihan Rute	Rute	Probabilitas	Persentase (%)
	Lueng Bata	0,98	98
	Batoh	0,02	2

Tingginya probabilitas pemilihan rute Lueng Bata menunjukkan bahwa masyarakat lebih menyukai rute yang memiliki lebar jalan lebih besar, kondisi perkerasan yang baik, serta waktu tempuh yang relatif lebih singkat menuju lokasi evakuasi. Selain itu, rute tersebut juga melewati kawasan yang lebih dikenal masyarakat sehingga memberikan rasa aman dan keyakinan yang lebih tinggi saat melakukan evakuasi. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa karakteristik infrastruktur jalan, seperti lebar jalan dan kondisi perkerasan, merupakan faktor penting yang perlu diperhitungkan dalam pemodelan rute evakuasi [22].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis regresi logit biner, faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap pemilihan rute evakuasi tsunami oleh masyarakat Gampong Lamdingin meliputi pengalaman tsunami, tujuan tempat evakuasi, waktu keberangkatan evakuasi, waktu tempuh menuju lokasi evakuasi akhir, dan tata guna lahan. Faktor-faktor tersebut menunjukkan bahwa

keputusan masyarakat dalam memilih rute evakuasi tidak hanya dipengaruhi oleh karakteristik perjalanan, tetapi juga oleh pengalaman kebencanaan dan kondisi lingkungan yang dilalui selama proses evakuasi.

Model pemilihan rute yang diperoleh dirumuskan sebagai $U1 - U2 = 3,453(X2) + 4,325(X8) - 6,732(X12) + 2,564(X13) + 3,549(X14)$. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa rute evakuasi menuju Lueng Bata memiliki probabilitas pemilihan sebesar 98%, sedangkan rute menuju Batoh memiliki probabilitas sebesar 2%. Temuan ini mengindikasikan bahwa rute menuju Lueng Bata merupakan alternatif yang lebih dipilih oleh masyarakat pada saat melakukan evakuasi tsunami. Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan model pemilihan diskrit melalui regresi logit biner mampu digunakan untuk menjelaskan perilaku pemilihan rute evakuasi tsunami serta mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi keputusan masyarakat.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, antara lain jumlah responden yang masih terbatas pada satu gampong serta penggunaan data yang diperoleh melalui survei persepsi, sehingga belum sepenuhnya menggambarkan perilaku masyarakat pada kondisi evakuasi yang sebenarnya. Selain itu, model yang dikembangkan hanya mempertimbangkan dua alternatif rute evakuasi dan belum memasukkan faktor-faktor dinamis seperti kepadatan lalu lintas, kondisi jaringan jalan saat bencana, dan waktu kedatangan gelombang tsunami.

Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas cakupan wilayah penelitian, meningkatkan jumlah sampel, serta mengintegrasikan pendekatan pemodelan perilaku dengan analisis spasial berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG), simulasi evakuasi, atau metode pemodelan pilihan yang lebih kompleks. Dengan demikian, model yang dihasilkan dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai perilaku evakuasi masyarakat dan mendukung pengembangan sistem evakuasi tsunami yang lebih efektif dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Lathifah, I. Idroes, M. Hady, B. Bunyamin, and H. Pramanda, "Seismic Performance Analysis of Buildings Strengthened with X-Bracing Systems under Dynamic Earthquake Loads," *Disaster Civ. Eng. Archit.*, vol. 2, no. 2, pp. 159–172, 2025, doi: 10.70028/dcea.v2i2.64.
- [2] N. A. Pambudi, "Geothermal power generation in Indonesia, a country within the ring of fire: Current status, future development and policy," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 81, pp. 2893–2901, 2018, doi: 10.1016/j.rser.2017.06.096.
- [3] M. Masum and M. Ali Akbar, "The Pacific Ring of Fire is Working as a Home Country of Geothermal Resources in the World," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019, vol. 249, no. 1, p. 12020. doi: 10.1088/1755-1315/249/1/012020.
- [4] Bunyamin, "Comparison of deflection of hollow block concrete blocks with normal reinforced concrete beam," in *AIP Conference Proceedings*, 2019, vol. 2059, no. 1, p. 20039. doi: 10.1063/1.5085982.
- [5] N. Rahman, Heridadi, Lasmono, M. Imansyah, and F. Bahar, "Lesson learn earthquake disaster in Pidie Jaya Aceh in 2016 to realize a disaster-resistant community," in *E3S Web of Conferences*, 2021, vol. 331, p. 4004. doi: 10.1051/e3sconf/202133104004.
- [6] B. Bunyamin, M. Silviana, and L. Lindawati, "Influence of precast concrete joints on the

- ductility of beam elements,” in *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, vol. 1882, no. 1, p. 12032. doi: 10.1088/1742-6596/1882/1/012032.
- [7] J. Tarigan, N. Nursyamsi, M. P. S. Harahap, and S. Hani, “The Traditional House in North Sumatera Against the Earthquake: A Case Study of Karo and Toba,” *Int. J. Adv. Res. Eng. Innov.*, vol. 4, no. 1, pp. 66–77, 2022, doi: 10.55057/ijarei.2022.4.1.6.
- [8] I. Wally, H. J. Wattimanela, and Y. A. Lesnussa, “Analysis of Earthquake Activity Level in Several Districts in The Province of Aceh with Using the Guttenberg-Richter Method Approach,” in *AIP Conference Proceedings*, 2023, vol. 2588, no. 1, p. 50017. doi: 10.1063/5.0112463.
- [9] Y. Jiang and A. Rohendi, “Domestic water supply, residential water use behaviour, and household willingness to pay: The case of Banda Aceh, Indonesia after ten years since the 2004 Indian Ocean Tsunami,” *Environ. Sci. Policy*, vol. 89, pp. 10–22, 2018, doi: 10.1016/j.envsci.2018.07.006.
- [10] A. W. dan H. Cut Lestari, “Sistem Peringatan Bencana Dan Mobilisasi Sumber Daya Dalam Menghadapi Bencana Gempa Bumi Dan Tsunami,” *Idea Nurs. J.*, vol. 8, no. 2, pp. 23–29, 2017.
- [11] A. S. Suri, Sutoyo, and M. F. Syafiudin, “Analisis Dampak Bencana Tsunami dan Perencanaan Jalur Evakuasi (Studi Kasus: Kabupaten Sukabumi),” *J. Tek. Sipil Dan Lingkungan*, vol. 09, no. 01, pp. 11–20, 2024, [Online]. Available: <https://jurnal.ipb.ac.id/index.php/jsil>
- [12] F. Makinoshima, Y. Oishi, and F. Imamura, “Urban structure reinforces attitudes towards tsunami evacuation,” *Sci. Rep.*, vol. 13, no. 1, p. 7992, 2023, doi: 10.1038/s41598-023-33562-9.
- [13] A. Fathianpour, B. Evans, M. Babaeian Jelodar, and S. Wilkinson, “Environmental factors in tsunami evacuation simulation: topography, traffic jam, human behaviour,” *Nat. Hazards*, vol. 120, no. 14, pp. 12797–12815, 2024, doi: 10.1007/s11069-024-06714-x.
- [14] R. Lovreglio, E. Dillies, E. Kuligowski, A. Rahouti, and M. Haghani, “Exit choice in built environment evacuation combining immersive virtual reality and discrete choice modelling,” *Autom. Constr.*, vol. 141, p. 104452, 2022, doi: 10.1016/j.autcon.2022.104452.
- [15] J. Fisaini, Kamalia, Sugiarto, F. Apriandy, and M. Isya, “Analyzing Evacuee Route Choice Decision Using Binomial Logistic Regression,” in *Aceh International Workshop and Expo on Sustainable Tsunami Disaster Recovery*, 2025, pp. 141–147. doi: 10.1007/978-3-031-81072-5_10.
- [16] R. J. Licayan, F. M. Chierife C, L. G. P, and C. R. Kim, “Academic Stress Level Determination among College Students in Times of Covid-19 Pandemic,” *Int. J. Asian Educ.*, vol. 2, no. 3, pp. 313–326, 2021, doi: 10.46966/ijae.v2i3.119.
- [17] B. Antoro, “Analisis Penerapan Formula Slovin Dalam Penelitian Ilmiah: Kelebihan, Kelemahan, Dan Kesalahan Dalam Perspektif Statistik,” *J. Multidisiplin Sos. dan Hum.*, vol. 1, no. 2, pp. 53–63, 2024, doi: 10.70585/jmsh.v1i2.38.
- [18] N. Mahittikul *et al.*, “Examining the Factors Influencing Tsunami Evacuation Action Selection in Thailand: A Comprehensive Study Involving Local Residents, Non-Local Workers, and Travelers,” *Sustain.*, vol. 16, no. 5, p. 2024, 2024, doi: 10.3390/su16052024.
- [19] D. Z. Arifah, Supriatna, and R. Saraswati, “Spatial modeling of tsunami for evacuation planning in Ciletuh Bay, Sukabumi, West Java,” in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 851, no. 1, p. 12006. doi: 10.1088/1755-1315/851/1/012006.
- [20] D. Syarlianti, H. Hanan, H. E. Kusuma, and L. Tambunan, “Experience with the circulation path as a determinant factor in evacuation exit selection,” *J. Asian Archit. Build. Eng.*, vol. 22, no. 4, pp. 1878–1888, 2023, doi: 10.1080/13467581.2022.2145213.
- [21] P. Suwanno *et al.*, “GIS-based identification and analysis of suitable evacuation areas and routes in flood-prone zones of Nakhon Si Thammarat municipality,” *IATSS Res.*, vol. 47, no. 3, pp. 416–431, 2023, doi: 10.1016/j.iatssr.2023.08.004.
- [22] E. Agustiana, A. N. Costrada, N. S. Aminah, and M. Djamal, “Tsunami Evacuation Route Mapping Based on Modified Dijkstra’s Algorithm in Batu Karas Beach, Pangandaran,” in *2024 2nd International Conference on Software Engineering and Information Technology, ICoSEIT 2024*, 2024, pp. 262–268. doi: 10.1109/ICoSEIT60086.2024.10497502.