e - ISSN (Online): 2798-5601

Tameh: Journal of Civil Engineering
University of Muhammadiyah Aceh

Vol: 15 | No: 01 (2026): June

ANALISIS PERBANDINGAN RISIKO BIAYA KONTRAK LUMPSUM DAN KONTRAK UNIT PRICE DENGAN METODE *ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS* DI KOTA BANDA ACEH

Yazil Asqi[1], Mahdi Syahbana[2]*, Ari Juanda[3]

[1,2] Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Aceh
[3] Program Studi Teknik Sipil, Universitas Samudra
**Corresponding author, e*mail address: mahdi.syahbana@unmuha.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:
Received 24 Juni 2026
Accepted 29 Juni 2026
Online 30 Juni 2026

ABSTRAK

Dalam proyek konstruksi kontraktor dihadapkan pada berbagai risiko biaya, berbagai usaha dilakukan untuk dapat menghindari atau mengurangi risiko sehingga dapat dicapai hasil yang efektif. Salah satunya adalah dengan menganalisa risiko dari kontrak proyek konstruksi diantaranya kontrak yang sering digunakan yaitu kontrak Lumpsum dan kontrak Unit Price. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui alternatif pemilihan antara kontrak Lumpsum dan Unit Price pada proyek konstruksi di Kota Banda Aceh. Penelitian ini dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada perusahaan yang pernah mengerjakan proyek konstruksi di Kota Banda Aceh. Pemilihan alternatif kontrak dengan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dengan jumlah responden pada penelitian ini adalah 10 responden. Teknik sampling yang digunakan adalah Purposive Sampling. Penelitian ini terdiri dari kriteria dan subkriteria mengenai risiko yang mungkin terjadi di proyek konstruksi. Berdasarkan hasil penelitian menggunakan metode AHP maka diperoleh pemilihan alternatif utama pada risiko yang mungkin terjadi pada proyek konstruksi di Kota Banda Aceh adalah pada subkriteria biaya kontrak Unit Price memiliki bobot risiko 0,0000001 (0,00001%), dibandingkan dengan kontrak memiliki bobot risiko 0,9999999 (99,99999%). Sedangkan pada subkriteria waktu dimana kontrak Lumpsum memiliki bobot risiko 0,00005 (0,005%), dibandingkan dengan kontrak Unit Price memiliki bobot risiko 0,99995 (99,995%). Sedangkan pada subktiteria mutu kontrak Unit Price memiliki bobot risiko 0,0001 (0,01%), dibandingkan dengan kontrak Lumpsum memiliki bobot risiko 0,9999 (99,99%). Pada pembobotan alternatif secara keseluruhan kontrak Unit Price dengan bobot risiko 0,3333 (33,33%), dibandingkan dengan kontrak Lumpsum memiliki bobot risiko 0,6667 (66,67%).

Kata Kunci: Proyek Konstruksi, Lumpsum, Unit Price, Analytical Hierarchy Process.

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.358

ABSTRACT
In construction projects, contractors face various cost risks, and various efforts are made to avoid or reduce these risks to achieve effective outcomes. One of the efforts is by analyzing the risks associated with construction project contracts, including commonly used contracts such as Lump Sum and Unit Price contracts. The problem statement in this study is how the potential cost risks of Lump Sum and Unit Price contracts compare, and how the cost risks of these contracts differ. The objective of this study is to identify alternative choices between Lump Sum and Unit Price contracts in construction projects in Banda Aceh. The benefit of this research is to provide information on which type of contract carries a lower cost risk. This study was conducted by distributing questionnaires to companies that have undertaken construction projects in Banda Aceh. The selection of contract alternatives was done using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method, with a total of 10 respondents in this study. The sampling technique used was Purposive Sampling. The study consists of criteria and sub-criteria regarding risks that may occur in construction projects. Based on the research results using the AHP method, it was found that the main alternative selection for risks that may occur in construction projects in Banda Aceh is the cost sub-criteria where the Unit Price contract has a risk weight of 0.0000001 (0.00001%), compared to the Lump Sum contract which has a risk weight of 0.9999999 (99.99999%). Meanwhile, in the time sub-criteria, the Lump Sum contract has a risk weight of 0.00005 (0.005%) compared to the Unit Price contract which has a risk weight of 0.99995 (99.995%). In the quality sub-criteria, the Unit Price contract has a risk weight of 0.0001 (0.01%) compared to the Lump Sum contract which has a risk weight of 0.9999 (99.99%). Overall, the alternative weighting shows that the Unit Price contract has a risk weight of 0.3333 (33.33%) compared to the Lump Sum contract which has a risk weight of 0.6667 (66.67%).
Keywords: Construction Project, Lumpsum, Unit Price, Analytical Hierarchy Process (AHP).

1. PENDAHULUAN

Industri konstruksi merupakan salah satu sektor yang berperan penting dalam mendukung pembangunan ekonomi melalui penyediaan infrastruktur dan bangunan yang menunjang berbagai aktivitas masyarakat. Pelaksanaan proyek konstruksi melibatkan berbagai tahapan, mulai dari perencanaan, pengadaan, pelaksanaan, hingga penyelesaian pekerjaan. Kompleksitas proses tersebut menyebabkan proyek konstruksi menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan sumber daya, perubahan kondisi lapangan, ketidakpastian harga material, serta potensi keterlambatan pelaksanaan yang dapat memengaruhi biaya, mutu, dan waktu penyelesaian proyek. Oleh karena itu, pengelolaan risiko menjadi aspek yang sangat penting untuk meningkatkan keberhasilan pelaksanaan proyek konstruksi.

Salah satu aspek yang menentukan keberhasilan proyek adalah kontrak konstruksi sebagai dasar hukum yang mengatur hak, kewajiban, pembagian tanggung jawab, serta alokasi risiko antara pengguna jasa dan penyedia jasa. Jenis kontrak yang digunakan akan memengaruhi distribusi risiko

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.358

selama pelaksanaan proyek. Dua bentuk kontrak yang paling umum diterapkan di Indonesia adalah kontrak *lumpsum* dan kontrak *unit price*. Pada kontrak *lumpsum*, penyedia jasa bertanggung jawab menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan spesifikasi yang telah disepakati dengan nilai kontrak yang bersifat tetap. Sebaliknya, pada kontrak *unit price*, pembayaran dilakukan berdasarkan volume pekerjaan aktual yang telah dilaksanakan [1]. Perbedaan karakteristik kedua jenis kontrak tersebut menyebabkan perbedaan dalam pembagian risiko, khususnya risiko biaya yang berpotensi memengaruhi kinerja proyek.

Berbagai penelitian terdahulu telah membahas manajemen risiko pada proyek konstruksi dengan fokus pada identifikasi faktor risiko, penilaian tingkat risiko, serta penyusunan strategi mitigasi. Beberapa penelitian menggunakan pendekatan *Probability–Impact Analysis* dan matriks risiko untuk mengidentifikasi risiko dominan yang berpotensi memengaruhi keberhasilan proyek, sedangkan penelitian lainnya menerapkan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk menentukan prioritas faktor risiko melalui pendekatan pengambilan keputusan multikriteria, sehingga menghasilkan prioritas risiko yang lebih objektif dan sistematis [2]–[4]. Selain itu, sejumlah penelitian telah mengkaji karakteristik kontrak *lumpsum* dan kontrak *unit price* dalam kaitannya dengan kinerja biaya, mutu, dan waktu proyek. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kedua jenis kontrak memiliki karakteristik pembagian risiko yang berbeda, sehingga memengaruhi tanggung jawab para pihak serta potensi risiko yang dihadapi selama pelaksanaan proyek [5], [6]. Penelitian lain juga mengidentifikasi berbagai faktor yang menyebabkan pembengkakan biaya pada proyek konstruksi yang menggunakan kontrak *lumpsum* maupun kontrak *unit price*, dengan hasil bahwa perbedaan mekanisme pembayaran dan pembagian risiko berpengaruh terhadap tingkat risiko biaya yang ditanggung kontraktor [7]. Selain itu, penelitian mengenai faktor-faktor penyebab risiko pada pelaksanaan kontrak *lumpsum* dan kontrak *unit price* menunjukkan bahwa risiko yang timbul tidak hanya dipengaruhi oleh aspek teknis, tetapi juga oleh faktor manajerial, administratif, dan kondisi pelaksanaan proyek [8].

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada identifikasi risiko proyek secara umum atau hanya menganalisis satu jenis kontrak, sehingga belum memberikan analisis komparatif mengenai prioritas risiko biaya antara kontrak *lumpsum* dan kontrak *unit price*. Selain itu, penelitian yang mengkaji perbandingan kedua jenis kontrak berdasarkan kondisi proyek konstruksi di Kota Banda Aceh masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan membandingkan prioritas risiko biaya pada kontrak *lumpsum* dan kontrak *unit price* menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), sehingga diperoleh informasi mengenai faktor risiko biaya yang paling dominan sebagai dasar pertimbangan dalam pemilihan jenis kontrak konstruksi.

penelitian sebelumnya menunjukkan adanya kesenjangan penelitian (*research gap*), yaitu masih terbatasnya kajian yang membandingkan prioritas risiko biaya pada kedua jenis kontrak menggunakan pendekatan pengambilan keputusan yang mampu mengakomodasi penilaian para ahli secara sistematis. Selain itu, penelitian mengenai perbandingan risiko biaya kontrak konstruksi pada proyek-proyek di Kota Banda Aceh juga masih relatif terbatas, padahal karakteristik pelaksanaan proyek di daerah tersebut dapat berbeda dengan wilayah lain akibat kondisi pasar konstruksi, kapasitas penyedia jasa, maupun kondisi lingkungan proyek. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang mampu memberikan gambaran mengenai tingkat prioritas risiko biaya pada masing-masing

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.358

jenis kontrak sehingga dapat menjadi dasar dalam pengambilan keputusan pemilihan jenis kontrak yang lebih sesuai. Berdasarkan kesenjangan penelitian tersebut, penelitian ini menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk membandingkan prioritas risiko biaya pada kontrak *lumpsum* dan kontrak *unit price* di Kota Banda Aceh. Metode AHP dipilih karena mampu mengolah penilaian para ahli melalui perbandingan berpasangan sehingga menghasilkan bobot prioritas setiap faktor risiko secara konsisten. Kontribusi penelitian ini terletak pada penyajian analisis komparatif mengenai prioritas risiko biaya pada dua jenis kontrak yang paling banyak digunakan dalam proyek konstruksi, sekaligus memberikan informasi empiris yang dapat menjadi pertimbangan bagi pemilik proyek, konsultan, dan kontraktor dalam menentukan bentuk kontrak yang sesuai dengan karakteristik risiko proyek. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian mengenai manajemen risiko kontrak konstruksi serta menjadi referensi bagi pengambilan keputusan dalam pelaksanaan proyek konstruksi di Kota Banda Aceh.

2. METODE PENELITIAN

Pada Penelitian ini terdapat dua sumber data pada penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan penyebaran kuesioner, dimana pengumpulan data atau informasi melalui formulir-formulir yang berisi pertanyaan [9]. Kuesioner tersebut ditujukan yang diberikan kepada Perusahaan kontraktor di Kota Banda Aceh atau pernah mengerjakan proyek konstruksi di kota banda aceh pada tahun 2018 s/d 2023. Jumlah responden dalam penelitian ini berjumlah 10 (sepuluh) responden yang merupakan dari pihak kontraktor yang dianggap ahli pada topik Penelitian ini, dan teknik sampling yang digunakan adalah Purpasive Sampling yaitu teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu [10][11].

Jenis Kuesioner yang digunakan adalah pertanyaan perbandingan antara variable-variabel yang direncanakan. Sedangkan data sekunder meliputi daftar nama Perusahaan kontraktor di Kota Banda Aceh dari GAPENSI Kota Banda Aceh.

3.1. Lokasi penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Provinsi Aceh tepatnya di Kota Banda Aceh, khususnya pada perusahaan kontraktor atau pernah melaksanakan Proyek Konstruksi di Kota Banda Aceh.

3.1 Pengumpulan Data dan Pengolahan Data

Data Primer pada penelitian ini dikumpulkan dengan cara mengunjungi langsung ke tempat responden berada guna meminta ketersediaannya untuk mengisi kuesioner, dan data sekunder meliputi daftar Perusahaan kontraktor di Kota Banda Aceh dari GAPENSI Kota Banda Aceh. Proses pengolahan data dimulai dari pengumpulan kedua jenis data tersebut. Selanjutnya dianalisis memalui Software Miscrosoft Offfice Exel dengan menggunakan meode AHP. Dari analisis data tersebut didapatkan nilai perbandingan matriks yang diteliti.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah aspek yang menjadi objek penelitian yang di amati dalam kegiatan penelitian. Pada penelitian ini, variabel dikelompokkan menjadi 3 bagian, pemilihan variabel kriteria dan subkriteria yang terjadi pada perbandingan kontrak Lumpsum dan Unit Price di Kota

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.358

Banda Aceh adalah pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Variable penelitian [12]

Kriteria	Subkriteria
Biaya	Kesalahan Estimasi Biaya
	Kenaikan Harga Barang
	Waste Material
Waktu	Keterlambatan Pemesanan Material
	Perubahan Jadwal
	Produktifitas Kerja Yang Rendah
Mutu	R*ework*
	Perbedaan Kondisi Site Lapangan
	Change Order

3.4. Tahapan AHP

Tahapan analisis menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dalam penelitian ini adalah sebagai berikut [13].

1. Penyusunan hierarki, yaitu menyusun struktur keputusan yang terdiri atas tujuan penelitian, kriteria/faktor risiko biaya, dan alternatif kontrak (*lumpsum* dan *unit price*).
2. Pembentukan matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison matrix*), yaitu membandingkan tingkat kepentingan antar faktor risiko menggunakan skala fundamental Saaty 1–9 berdasarkan penilaian responden.
3. Normalisasi matriks, yaitu membagi setiap elemen matriks dengan jumlah nilai pada kolom yang bersangkutan sehingga diperoleh nilai normalisasi masing-masing faktor.
4. Perhitungan bobot prioritas, yaitu menghitung rata-rata nilai setiap baris pada matriks hasil normalisasi untuk memperoleh bobot prioritas masing-masing faktor risiko.
5. Pengujian konsistensi, yaitu menghitung *Consistency Index* (CI) dan *Consistency Ratio* (CR) untuk memastikan konsistensi penilaian responden. Matriks perbandingan dinyatakan konsisten apabila nilai *Consistency Ratio* (CR) ≤ 0,10.

Tabel 2. Skala Matriks Perbandingan Berpasangan [14].

Angka	Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	Sama Berisiko	Kedua elemen sama berisiko
3	Sedikit Lebih Berisiko	Elemen yang satu berisiko dari elemen lainnya
5	Sangat Berisiko	Elemen yang satu lebih berisiko dari elemen lainnya
7	Jelas Lebih Berisiko	Satu elemen jelas lebih berisiko dari elemen lainnya
9	Berisiko	Elemen yang satu mutlak lebih berisiko dari elemen lainnya
2,4,6,8	Nilai Tengah	Nilai-niali antara dua pertimbangan nilai yang berdekatan
Kebalikan	$A_{ij} = 1/A_{ij}$	Jika untuk aktifitas i mendapat satu angka dibanding dengan aktifitas j, maka j mempunyai nilai kebalikannya dibanding dengan i

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.358

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pembobotan Subkriteria

1. Subkriteria Biaya

Tabel 3. Hasil Matriks Perbandingan Subkriteria Biaya

Sub-kriteria	*Lumpsum*	*Unit Price*	Jumlah	Rata-Rata (PV)	Persentase
Lumpsum	0,9999999	0,99999994	1,9999999	0,9999999	99,99999%
Unit Price	0,0000001	0,00000006	0,0000001	0,0000001	0,00001%

Dari tabel diatas terlihat bahwa dari aspek biaya kontrak *Lumpsum* lebih berisiko dengan bobot 0,9999999(99,99999%), dibandingkan kontrak *Unit Price* dangan bobot 0,0000001(0,00001%). Yang artinya kontak *Lumpsum* sangat berisiko dari aspek biaya.

2. Subkriteria Waktu

Tabel 4. Hasil Matriks Perbandingan Subkriteria Waktu

Sub-kriteria	*Lumpsum*	*Unit Price*	Jumlah	Rata-Rata (PV)	Persentase
Lumpsum	0,00005	0,00005	0,00009	0,00005	0,0005%
Unit Price	0,99995	0,99995	1,99991	0,99995	99,995%

Dari tabel di atas terlihat bahwa dari aspek waktu kontrak Unit Price lebih berisiko dengan bobot 0,99995(99,995%), dibandingkan kontrak Lumpsum dangan bobot 0,00005(0,005%).

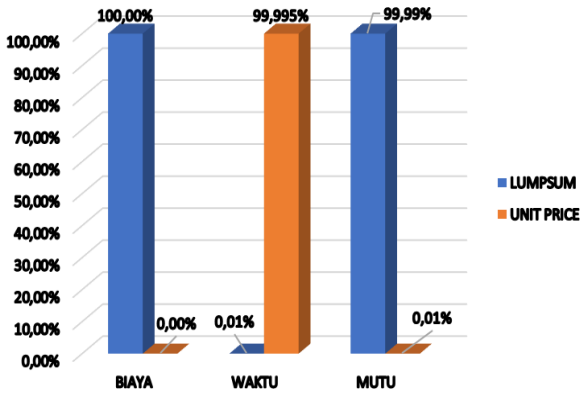
3. Subkriteria Mutu

Tabel 5. Hasil Matriks Perbandingan Subkriteria Mutu

Sub-kriteria	*Lumpsum*	*Unit Price*	Jumlah	Rata-Rata (PV)	Persentase
Lumpsum	0,99992	0,99992	1,99983	0,9999	99,99%
Unit Price	0,00008	0,00008	0,00017	0,0001	0,01%

Dari tabel diatas terlihat bahwa dari aspek mutu kontrak Lumpsum lebih berisiko dengan bobot 0,9999(99,99%), dibandingkan kontrak Unit Price dangan bobot 0,0001(0,01%). Perbandingan risiko dari ketiga subkriteria dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.358



Gambar 1. Grafik perbandingan Risiko Subkriteria

Gambar 1 menunjukkan perbandingan tingkat dominasi risiko pada kontrak lumpsum dan unit price berdasarkan tiga aspek utama, yaitu biaya, waktu, dan mutu. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada aspek biaya, kontrak lumpsum memiliki tingkat risiko yang paling dominan dengan nilai 100,00%, sedangkan kontrak unit price menunjukkan nilai 0,00%. Hal ini mengindikasikan bahwa risiko biaya pada kontrak *lumpsum* lebih besar karena penyedia jasa harus menyelesaikan pekerjaan sesuai nilai kontrak yang telah disepakati, sehingga setiap kenaikan biaya selama pelaksanaan proyek menjadi tanggung jawab kontraktor. Sebaliknya, pada aspek waktu, kontrak unit price memiliki tingkat risiko tertinggi sebesar 99,995%, sedangkan kontrak lumpsum hanya sebesar 0,01%. Kondisi ini menunjukkan bahwa kontrak *unit price* lebih rentan terhadap risiko keterlambatan akibat adanya kemungkinan perubahan volume pekerjaan, pekerjaan tambah atau kurang (*variation order*), serta proses pengukuran volume yang dapat memengaruhi durasi pelaksanaan proyek.

Pada aspek mutu, kontrak lumpsum kembali menunjukkan tingkat risiko yang lebih dominan dengan nilai 99,99%, sedangkan kontrak unit price hanya sebesar 0,01%. Hasil ini menunjukkan bahwa kontraktor pada kontrak *lumpsum* memiliki tanggung jawab yang lebih besar dalam menjaga mutu pekerjaan agar tetap sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan tanpa memperoleh tambahan nilai kontrak. Oleh karena itu, risiko penurunan mutu menjadi perhatian utama apabila terjadi tekanan terhadap biaya selama pelaksanaan proyek. Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa kontrak lumpsum lebih didominasi oleh risiko yang berkaitan dengan biaya dan mutu, sedangkan kontrak unit price lebih didominasi oleh risiko waktu. Perbedaan tersebut disebabkan oleh karakteristik masing-masing jenis kontrak dalam pembagian risiko antara pemilik proyek dan kontraktor. Pada kontrak *lumpsum*, sebagian besar risiko biaya dan mutu dialihkan kepada kontraktor karena nilai kontrak bersifat tetap. Sebaliknya, pada kontrak *unit price*, fleksibilitas terhadap perubahan volume pekerjaan menyebabkan risiko biaya relatif lebih kecil, tetapi meningkatkan potensi risiko keterlambatan penyelesaian proyek.

3.2 Pembobotan Perbandingan Risiko Keseluruhan

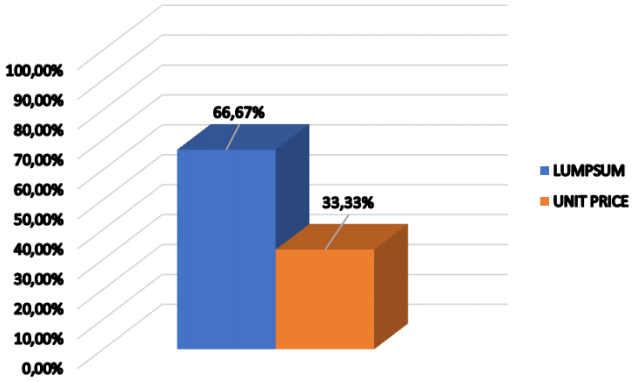
Hasil pembobotan terhadap analisis perbandingan risiko pada kontrak lumpsum dan unit price dipaparkan pada Tabel 5 berikut.

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.358

Tabel 6. Analisis Perbandingan Risiko Keseluruhan

Subkriteria	Biaya	Waktu	Mutu	Bobot	Persentase
Lumpsum	0,9999999	0,00005	0,9999	0,6667	66,67%
Unit price	0,0000001	0,99995	0,0001	03333	33,33%

Dari tabel diatas terlihat bahwa dari perbandingan risiko keseluruhan kontrak Lumpsum lebih berisiko dengan bobot 0,6667(66,67%), dibandingkan kontrak Unit Price dangan bobot 0,3333(33,33%). Berdasarkan pembobotan keseluruhan perbandingan risiko dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Risiko Keseluruhan

Gambar 2 menunjukkan bobot prioritas keseluruhan alternatif kontrak yang diperoleh dari hasil sintesis AHP terhadap seluruh faktor risiko yang dianalisis, dimana kontrak lumpsum memiliki bobot prioritas sebesar 66,67%, sedangkan kontrak unit price memiliki bobot sebesar 33,33%. Hasil ini menunjukkan bahwa kontrak lumpsum memiliki tingkat risiko yang lebih tinggi dibandingkan kontrak unit price. Tingginya bobot pada kontrak *lumpsum* mengindikasikan bahwa sebagian besar risiko selama pelaksanaan proyek, terutama yang berkaitan dengan biaya, perubahan kondisi lapangan, dan ketepatan pelaksanaan pekerjaan, menjadi tanggung jawab kontraktor karena nilai kontrak telah ditetapkan sejak awal dan tidak berubah selama pelaksanaan proyek. Dengan demikian, setiap kenaikan biaya atau perubahan kondisi yang tidak diantisipasi berpotensi mengurangi keuntungan kontraktor.

Sebaliknya, kontrak unit price memperoleh bobot prioritas sebesar 33,33%, yang menunjukkan tingkat risiko yang relatif lebih rendah. Pada jenis kontrak ini, pembayaran dilakukan berdasarkan volume pekerjaan aktual yang telah dilaksanakan sehingga risiko akibat perubahan volume pekerjaan sebagian dapat dialihkan kepada pemilik proyek. Mekanisme tersebut memberikan fleksibilitas yang lebih besar terhadap perubahan pekerjaan dan mengurangi beban risiko biaya yang harus ditanggung kontraktor. Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa kontrak lumpsum memiliki tingkat risiko yang lebih dominan dibandingkan kontrak unit price. Oleh karena itu, pemilihan jenis kontrak perlu disesuaikan dengan karakteristik proyek, tingkat ketidakpastian pekerjaan, serta kemampuan para pihak dalam mengelola risiko agar pelaksanaan proyek dapat berlangsung secara efektif dan efisien.

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.358

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan metode AHP yang dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil analisis dari metode AHP ditinjau dari aspek biaya kontrak Lumpsum memiliki risiko yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrak Unit Price dengan perbandingan 0,9999999 (99,99999%) : 0,000001 (0,00001%), dari aspek waktu kontrak Unit Price memiliki risiko yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrak Lumpsum dengan perbandingan 0,9995 (99,95%) : 0,0005 (0,05%), %), dan dari aspek mutu kontrak Lumpsum memiliki risiko yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrak Unit Price dengan perbandingan 0,9999 (99,99%) : 0,001 (0,01%).
2. Secara keseluruhan kontrak yang paling berisiko adalah kontrak Lumpsum dengan bobot 0,6667 (66,67%) dibanding dengan kontrak Unit Price dengan bobot 0,3333 (33,33%).
3. Berdasarkan hasil analisis perbandingan risiko biaya yang memiliki risiko paling tinggi adalah kontrak Lumpsum dibandingkan dengan kontrak Unit Price memiliki risiko biaya yang lebih rendah berdasarkan persepsi Kontraktor di Kota Banda Aceh .

DAFTAR PUSTAKA

[1] Agus, R. A., Octaviani, D. K., Azis, A., & Bustan, B. (2022). Analisis Faktor Penyebab Risiko Pembengkakan Biaya Pada Proyek Konstruksi Terhadap Kontraktor Pada Penggunaan Kontrak Lumpsum Dan Unit Price Di Kota Makassar Menggunakan Metode Analytichal Hierarchy Process (Ahp). In *Journal Of Applied Civil And Environmental Engineering* (Vol. 2, Issue 1).

[2] Irmawati, S. (2021). Analisis Manajemen Risiko Pada Proyek Dengan Sistem Kontrak Lumpsum (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Tol Bekasi-Cawang-Kampung Melayu). *Jurnal Poli-Teknologi*, *20*(1), 15-26.

[3] Hoai, N. N., & Pham, K. (2021). Investigating Risks Of Lumpsum Contracts In Highrise Building Projects. *Journal Of Materials & Construction*, *11*(02), 53-Page.

[4] Sadeh, H., Mirarchi, C., & Pavan, A. (2021). Integrated Approach To Construction Risk Management: Cost Implications. *Journal Of Construction Engineering And Management*, *147*(10), 04021113.

[5] Saeman, S., & Gofar, N. (2022). Risk Management Analysis On Infrastructure Construction Projects With Lumpsum System And Price Unit Contract System. *Budapest International Research And Critics Institute-Journal (Birci-Journal)*, *5*(2), 10187-10199.

[6] Ma'sun, A. M. (2024). Perbandingan Kontrak Lump Sum Dan Unit Price Pada Pelaksanaan Pekerjaan Pagar (Studi Kasus: Proyek Pt. United Tractors Tbk–Jakarta). *Jurnal Ilmiah Mitsu (Media Informasi Teknik Sipil Universitas Wiraraja)*, *12*(2), 163-174.

[7] Agus, R. A., Octaviani, D. K., Azis, A., & Bustan, B. (2022). Analisis Faktor Penyebab Risiko Pembengkakan Biaya Pada Proyek Konstruksi Terhadap Kontraktor Pada Penggunaan Kontrak Lumpsum Dan Unit Price Di Kota Makassar Menggunakan Metode Analytichal Hierarchy Process (Ahp). *Journal Of Applied Civil And Environmental Engineering*, *2*(1), 37-50.

[8] Riyanto, S., Anwar, S., Pontan, D., & Widiarso, T. (2024). Analisis Perbandingan Risiko Pelaksanaan Konstruksi Kontrak Pekerjaan Lumsum Dan Harga Satuan. *Jurnal Sosial Dan Sains*, *4*(7), 590-611.

[9] Cahyo, K. N., Martini, & Riana, E. (2019). Perancangan Sistem Informasi Pengelolaan Kuesioner

Pelatihan Pada Pt Brainmatics Cipta Informatika. *Journal Of Information System Research (Josh)*, *1*(1), 45–53. Http://Ejurnal.Seminar-Id.Com/Index.Php/Josh/Article/View/44

[10] Suriani, N., Risnita, & Jailani, M. S. (2023). Konsep Populasi Dan Sampling Serta Pemilihan Partisipan Ditinjau Dari Penelitian Ilmiah Pendidikan. *Jurnal Ihsan : Jurnal Pendidikan Islam*, *1*(2), 24–36. Https://Doi.Org/10.61104/Ihsan.V1i2.55

[11] Fatimah, A., Ikrama, N., & Azka, C. N. (2025). Analisis Strategi Penerapan SMK3 Terintegrasi Pada Proyek Konstruksi Di Kota Banda Aceh. *AGREGAT*, *10*(1), 1280-1289.

[12] Sudarmanto, R., Irawan, D., & Halim, A. (2023). Analisis Perbandingan Nilai Kontrak Lumpsum Dan Unit Price Item Pekerjaan Mep Dengan Metode Ahp (Studi Kasus: Proyek Ciputra World Surabaya Phase 3). *BOUWPLANK Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan*, *3*(2), 34-43.

[13] Anjas, H., & Tiara, I. (2020, March). Comparative Analysis of Lumpsum Contract and Unit Price Contract Risk Using Analytical Hierarchy Process Method: Case Study of Contractors in Bekasi. In *Journal of World Conference (JWC)* (Vol. 2, No. 3, pp. 51-56).

[14] Darmanto, E., Latifah, N., & Susanti, N. (2014). Penerapan Metode Ahp (Analythic Hierarchy Process) Untuk Menentukan Kualitas Gula Tumbu. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, *5*(1), 75–82.

e - ISSN (Online): 2798-5601

Tameh: Journal of Civil Engineering
University of Muhammadiyah Aceh

Vol: 15 | No: 01 (2026): June

EVALUASI KINERJA JALAN AKIBAT PARKIR KENDARAAN PADA JALAN SYIAH KUALA KOTA BANDA ACEH

Rifki Hidayat [1,*], Jurisman Amin [2], Rizki Amalda Nazwar[3]
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Aceh
**Corresponding author, e*mail address: rifki.hidayat@unmuha.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:
Received 18 Juni 2026
Accepted 28 Juni 2026
Online 30 Juni 2026

ABSTRAK

Pertumbuhan ekonomi dan populasi perkotaan meningkatkan volume kendaraan yang membutuhkan parkir, namun keterbatasan lahan parkir menyebabkan pengendara menggunakan badan jalan sebagai alternatif parkir. Kinerja dan kapasitas jalan dipengaruhi oleh kondisi geometri, perkerasan jalan, populasi kendaraan, arus lalu lintas, pemisah arah, dan hambatan samping akibat aktivitas kendaraan serta pedagang kaki lima. Penelitian ini dilakukan pada ruas jalan Syiah Kuala tepatnya dari RSIA Cempaka Az-Zahra hingga Cut Na Kupi dengan panjang penelitian 300 m. Permasalahan pada penelitian ini adalah bagaimana karakteristik jalan, kinerja jalan, dan tingkat pelayanan (Level of Service) pada ruas Jalan Syiah Kuala Kota Banda Aceh akibat dampak parkir kendaraan yang dianalisis menggunakan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik jalan, mengevaluasi kinerja jalan, dan menganalisis tingkat pelayanan pada ruas Jalan Syiah Kuala Kota Banda Aceh. Pengumpulan data dilakukan melalui data primer berupa pengukuran geometrik jalan, survei volume lalu lintas, dan survei hambatan samping, serta data sekunder yang dikumpulkan berkaitan dengan lokasi penelitian. Tahapan penelitian dimulai dengan perhitungan volume lalu lintas, dilanjutkan dengan penentuan jam puncak berdasarkan volume tertinggi. Selanjutnya dilakukan mengidentifikasi geometri jalan, kemudian menganalisis arus lalu lintas dan hambatan samping, dan menghitung kapasitas jalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume lalu lintas tertinggi terjadi pada hari Sabtu pukul 17.00–18.00 WIB pada arah selatan-utara sebesar 1.513 kendaraan/jam (825 smp/jam), dengan jumlah parkir kendaraan sebanyak 136 unit. Kapasitas jalan pada hari Sabtu tercatat sebesar 2.322 smp/jam, sehingga menghasilkan derajat kejenuhan sebesar 0,70. Berdasarkan nilai tersebut, tingkat pelayanan jalan berada pada kategori C. Hambatan samping tergolong sedang pada seluruh hari pengamatan. Aktivitas parkir di badan jalan terbukti menurunkan kapasitas dan meningkatkan derajat kejenuhan, sehingga memengaruhi penurunan tingkat pelayanan ruas jalan.

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.354

Kata Kunci: Derajat Kejenuhan, Kinerja Jalan, PKJI 2023, Tingkat Pelayanan

ABSTRACT
Economic growth and urban population increase the volume of vehicles requiring parking, but limited parking spaces cause motorists to use the road as an alternative parking. Road performance and capacity are influenced by geometric conditions, road pavement, vehicle population, traffic flow, direction dividers, and side obstacles caused by vehicle activities and street vendors. This research was conducted on Syiah Kuala road section, specifically from Cempaka Az-Zahra Hospital to Cut Na Kupi with a study length of 300 m. The problem in this study is how the road characteristics, road performance, and level of service (Level of Service) on the Syiah Kuala road section in Banda Aceh City due to the impact of vehicle parking are analyzed using the Indonesian Road Capacity Guidelines (PKJI 2023) method. This study aims to identify road characteristics, evaluate road performance, and analyze the level of service on the Syiah Kuala road section in Banda Aceh City. Data collection was carried out through primary data in the form of road geometric measurements, traffic volume surveys, and side obstacle surveys, as well as secondary data collected related to the research location. The research stages began with calculating traffic volume, followed by determining peak hours based on the highest volume. Next, road geometry was identified, traffic flow and side obstructions were analyzed, and road capacity was calculated. The research results show that the highest traffic volume occurs on Saturdays from 5:00 p.m. to 6:00 p.m. WIB in the south-to-north direction, at 1,513 vehicles/hour (825 smp/hour), with 136 vehicles parked. Road capacity on Saturdays was recorded at 2,322 smp/hour, resulting in a saturation level of 0.70. Based on this value, the road service level falls into Category C. Lateral obstructions were classified as moderate on all observation days. Parking on the roadway was found to reduce capacity and increase the saturation level, thereby contributing to a decrease in the service level of the road section
Keywords: Degree of Saturation (DS), Road Performance, PKJI 2023, Level of Service

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi yang pesat dan lonjakan populasi di wilayah perkotaan secara langsung memicu peningkatan mobilitas serta kebutuhan sarana transportasi masyarakat. Fenomena ini berdampak signifikan pada lonjakan volume kendaraan di jaringan jalan perkotaan yang sayangnya tidak diimbangi dengan penyediaan fasilitas parkir yang memadai [1]. Ketidakseimbangan yang terus melebar antara ketersediaan kantong parkir resmi dan laju kepemilikan kendaraan akhirnya memaksa para pengendara untuk memanfaatkan badan jalan (*on-street parking*) sebagai ruang parkir alternatif. Akibatnya, manajemen lalu lintas perkotaan menjadi terganggu dan memicu titik-titik kemacetan baru di pusat aktivitas publik.

Permasalahan tata ruang dan parkir tersebut secara nyata terjadi di koridor Jalan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh. Sebagai salah satu koridor utama dengan intensitas aktivitas ekonomi yang tinggi, ruas jalan ini memegang peranan vital dalam pergerakan logistik dan komuter lokal dengan

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.354

klasifikasi sebagai jalan kolektor. Secara teknis, Jalan Syiah Kuala memiliki tipe jalan dua lajur dua arah tak terbagi (2/2-TT) yang sangat sensitif terhadap hambatan samping. Kondisi ini diperparah oleh minimnya lahan parkir khusus yang disediakan oleh para pelaku usaha di sepanjang koridor, serta lemahnya pengawasan dari otoritas terkait. Hal tersebut melanggengkan kebiasaan parkir di bahu dan badan jalan secara liar, yang secara drastis mereduksi lebar efektif lajur lalu lintas dan menurunkan kapasitas optimal serta tingkat pelayanan (*Level of Service*) jalan tersebut.

Kinerja suatu ruas jalan perkotaan pada dasarnya sangat dipengaruhi oleh karakteristik geometrik, volume lalu lintas, dan tingkat hambatan samping yang terjadi di sepanjang jalan tersebut [2]. Aktivitas parkir di badan jalan (*on-street parking*) merupakan salah satu bentuk hambatan samping yang secara signifikan mereduksi lebar efektif lajur lalu lintas, sehingga menurunkan kapasitas dasar jalan secara drastic [3]. Menurut [4], penurunan kapasitas ini secara langsung memicu lonjakan nilai derajat kejenuhan (DJ), di mana rasio antara volume arus lalu lintas aktual terhadap kapasitas jalan yang tersisa menjadi semakin besar. Ketika nilai derajat kejenuhan mendekati atau melewati ambang batas ideal, kecepatan tempuh kendaraan akan menurun secara signifikan, yang pada akhirnya mendegradasi tingkat pelayanan jalan (*Level of Service*) ke kategori yang lebih buruk dan memicu kemacetan koridor [5].

Untuk mengatasi dan memetakan dampak penurunan performa jalan secara akurat, penelitian ini mengadopsi metode standar nasional terkini yaitu Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023). Melalui pendekatan kuantitatif yang sistematis, pedoman ini digunakan sebagai instrumen utama untuk menganalisis karakteristik volume lalu lintas aktual, menghitung sisa kapasitas jalan yang tersedia, dan mengevaluasi kinerja total ruas jalan akibat intervensi aktivitas parkir di badan jalan. Melalui hasil analisis ini, diharapkan dapat dirumuskan rekomendasi kebijakan yang aplikatif bagi pemerintah daerah dalam melakukan penataan ruang parkir dan optimalisasi arus lalu lintas di Kota Banda Aceh.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian memaparkan metode evaluasi kinerja jalan akibat aktivitas parkir kendaraan di Jalan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh. Evaluasi dilakukan melalui analisis volume lalu lintas, perhitungan kapasitas jalan, dan tingkat pelayanan (*Level of Service/LOS*) menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 sebagai acuan utama. Penelitian dilakukan pada ruas Jalan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh, sepanjang 300 meter dari RSIA Cempaka Az-Zahra hingga Cut Na Kupi. Pengamatan berlangsung selama tiga hari: dua hari kerja (Senin dan Kamis) dan satu hari akhir pekan (Sabtu), dengan durasi 6 jam per hari**.**

Pengumpulan Data

Data primer diperoleh melalui pengukuran geometri jalan, survei volume lalu lintas, dan observasi hambatan samping akibat aktivitas parkir di badan jalan. Data sekunder meliputi informasi kondisi lalu lintas dan kebijakan yang relevan.

Analisis Data

Volume lalu lintas dihitung dalam satuan setara mobil penumpang (smp) [6] dengan rumus:

$$Q_{smp} = (emp\ MP\ x\ MP) + (emp\ KS\ x\ KS) + \ (emp\ SM\ x\ SM) \qquad (1)$$

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.354

Dimana Q = arus dan komposisi lalu lintas (SMP/jam), SM = Jumlah kendaraan sepeda motor pada waktu tertentu, emp SM = ekivalensi mobil penumpang sepeda motor, MP = Jumlah kendaraan ringan pada waktu teretentu, Emp MP = ekivalen mobil penumpang kendaraan ringan [7], KS = jumlah kendaraan berat pada waktu tertentu, emp KS = ekivalen mobil penumpang kendaraan berat.

Kapasitas jalan dihitung dengan mengoreksi kapasitas dasar [8] C_0 menggunakan faktor koreksi:

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \quad (2)$$

Dimana C = Kapasitas segmen jalan yang sedang diamati, dengan satuan SMP/jam. Jika kondisi segmen jalan berbeda dari kondisi ideal, maka nilai C harus dikoreksi berdasarkan perbedaan terhadap kondisi idealnya [9] dari lebar lajur atau jalur lalu lintas (FC_{LJ}), pemisahan arah (FC_{PA}), Faktor Kelas Hambatan Samping (KHS)/ (FC_{HS}), dan ukuran kota (FC_{UK}), C_0 = Kapasitas dasar kondisi segmen jalan yang ideal, dengan satuan SMP/jam, FC_{LJ} = Faktor koreksi kapasitas akibat perbedaan lebar lajur atau jalur lalu lintas dari kondisi idealnya, FC_{PA} = Faktor koreksi kapasitas akibat Pemisahan Arah lalu lintas (PA) [10] dan hanya berlaku untuk tipe jalan tak terbagi, FC_{HS} = Faktor koreksi kapasitas akibat kondisi KHS pada jalan yang dilengkapi bahu atau dilengkapi kereb dan trotoar dengan ukuran yang tidak ideal, FC_{UK} = Faktor koreksi kapasitas akibat ukuran kota yang berbeda dengan ukuran kota ideal [11]

Derajat kejenuhan (DJ) dihitung [12] untuk mengetahui kinerja jalan:

$$DJ = \frac{q}{c} \quad (3)$$

Dimana DJ = derajat kejenuhan, C = kapasitas segmen jalan, dalam SMP/jam, q = volume lalu lintas, dalam SMP/jam.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan menyajikan hasil evaluasi kinerja jalan akibat parkir kendaraan di Jalan Syiah Kuala, Banda Aceh, melalui analisis volume lalu lintas, kapasitas jalan, dan tingkat pelayanan (Level of Service/LOS) dengan mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023.

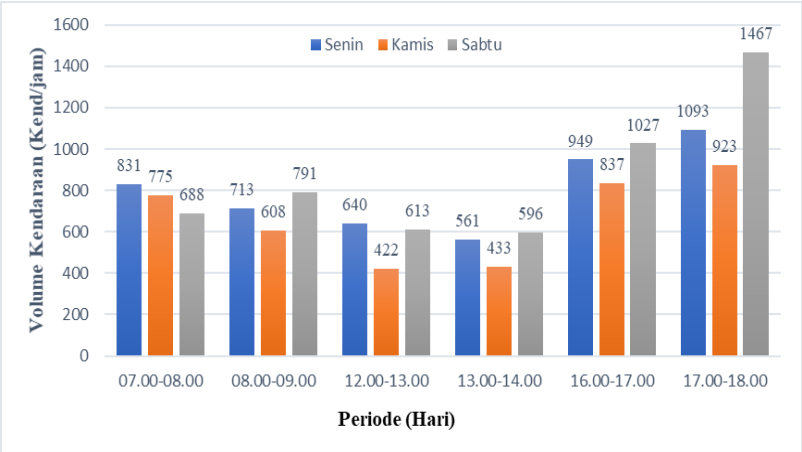
Karakteristik Geometri Jalan

Jalan Syiah Kuala memiliki tipe 2/2-TT dengan panjang pengamatan 300 meter. Lebar lajur efektif yang tersedia terbatas dan tidak ada jalur khusus parkir, sehingga aktivitas parkir mengurangi lebar efektif jalan.

Karakteristik Volume Lalu Lintas

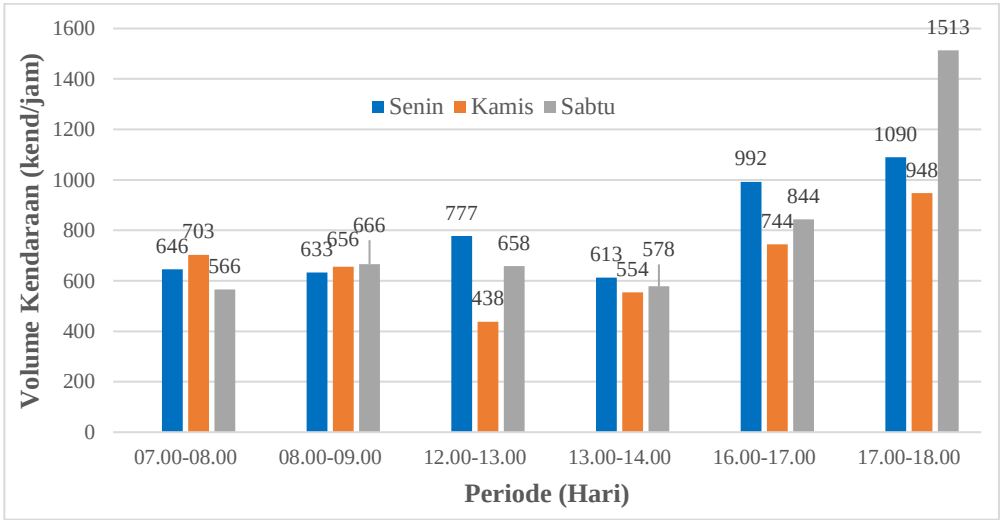
Pengamatan selama tiga hari pengamatan (Senin, Kamis, Sabtu) dengan rekaman CCTV menunjukkan volume lalu lintas tertinggi pada pukul 17.00–18.00. Pada hari Sabtu, volume maksimum tercatat 1.513 kendaraan/jam (825 SMP/jam) di arah selatan-utara dan 1.467 kendaraan/jam (808 SMP/jam) di arah utara-selatan, didominasi kendaraan ringan (sepeda motor). Pada hari kerja, volume puncak sekitar 1.093 kendaraan/jam (600 SMP/jam) di Senin arah utara-selatan dan 948 kendaraan/jam (506 SMP/jam) di Kamis arah selatan-utara. Kendaraan ringan consistently mendominasi seluruh pengamatan.

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.354



Gambar 1 . Volume Kendaraan Arah Utara – Selatan (A)

Berdasarkan grafik volume kendaraan pada Gambar 1, karakteristik fluktuasi arus lalu lintas di Jalan Syiah Kuala menunjukkan pola yang cenderung serupa pada hari kerja (Senin dan Kamis) serta hari akhir pekan (Sabtu), di mana lonjakan volume secara konsisten terjadi pada periode sore hari. Volume kendaraan tertinggi atau jam puncak (*peak hour*) dari seluruh waktu pengamatan tercatat pada hari Sabtu pukul 17.00–18.00 WIB dengan pergerakan mencapai 1.467 kendaraan/jam. Peningkatan signifikan di akhir pekan ini dipicu oleh tingginya aktivitas ekonomi dan mobilitas masyarakat yang berkunjung ke kawasan koridor tersebut pada sore hari. Sebaliknya, volume lalu lintas terendah selama masa pengamatan terdeteksi pada hari Kamis di periode siang hari, tepatnya pukul 12.00–13.00 WIB, dengan jumlah arus hanya sebesar 422 kendaraan/jam. Secara keseluruhan, data ini mengindikasikan bahwa kapasitas efektif jalan akan mengalami tekanan paling kritis pada sore hari di akhir pekan, sehingga keberadaan aktivitas hambatan samping seperti parkir di badan jalan pada jam-jam tersebut berpotensi besar menurunkan tingkat pelayanan.



Gambar 2 . Volume Kendaraan Arah Selatan – Utara (B)

Berdasarkan grafik volume kendaraan pada Gambar 2. karakteristik fluktuasi arus lalu lintas di Jalan Syiah Kuala (Arah Selatan - Utara) secara konsisten menunjukkan tren peningkatan yang tajam

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.354

pada periode sore hari. Volume kendaraan tertinggi atau jam puncak (*peak hour*) sepanjang waktu pengamatan tercatat pada hari Sabtu pukul 17.00–18.00 WIB dengan pergerakan mencapai 1.513 kendaraan/jam. Lonjakan volume lalu lintas yang signifikan di akhir pekan ini mengindikasikan tingginya pergerakan masyarakat yang mengakses kawasan ekonomi di sepanjang koridor jalan kolektor tersebut. Sebaliknya, titik volume lalu lintas paling rendah terdeteksi pada hari Kamis di periode siang hari, tepatnya pukul 12.00–13.00 WIB, dengan jumlah arus hanya sebesar 438 kendaraan/jam. Pola ini menegaskan bahwa kondisi kritis lajur jalan terjadi menjelang malam hari, sehingga keberadaan hambatan samping berupa aktivitas parkir di badan jalan pada jam-jam tersebut akan sangat sensitif dalam memicu penurunan kapasitas efektif dan memperburuk tingkat pelayanan jalan

Kapasitas Jalan Perkotaan

Analisis kapasitas jalan perkotaan mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 dengan mempertimbangkan tipe jalan, jumlah dan lebar lajur, hambatan samping, serta kondisi sekitar guna menilai kinerja lalu lintas secara akurat.

1. Hasil penentuan Kapasitas Dasar (CO) sebagaimana diatur dalam PKJI 2023 untuk perkotaan dengan karakteristik geometrik tertentu.

Tabel 1. Hasil penentuan Kapasitas Jalan

Hari	Tipe Jalan	Nilai Co (SMP/jam)
Senin Kamis Sabtu	2/2 TT	2.800

Tipe jalan yang dijelaskan adalah 2/2 TT (dua lajur, dua arah tanpa median) dengan kapasitas dasar 2.800 smp/jam menurut PKJI 2023.

2. Hasil Penentuan Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Perbedaan Lebar Jalur (FCLJ) menghitung pengaruh lebar jalur terhadap kapasitas jalan, sesuai Tabel 4-3 PKJI 2023. Hasilnya tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil penentuan Faktor Koreksi Lebar Jalur (FCLJ)

Hari	Tipe Jalan	LJE (m)	FCLJ
Senin Kamis Sabtu	2/2 TT	7	1

Tipe jalan 2/2 TT dengan lebar jalan efektif 7 meter sesuai PKJI 2023 termasuk standar, artinya tidak ada koreksi kapasitas karena lebar jalur sudah memenuhi standar minimum yang ditetapkan. Jadi, nilai FCLJ = 1,00 menunjukkan kapasitas dasar jalan tidak mempengaruhi lebar jalur.

3. Hasil Penentuan Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCPA) memperhitungkan pengaruh distribusi lalu lintas pada kedua arah terhadap kapasitas jalan. Nilai ini diperoleh berdasarkan Tabel 3.

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.354

Tabel 3. Hasil penentuan Faktor Koreksi Pemisah Arah (FCPA)

Hari	Tipe Jalan	PA % - %	Nilai FCPA
Senin	2/2 TT	50:50	1
Kamis		50:50	1
Sabtu		55:45	0,97

Pada hari Senin dan Kamis, distribusi lalu lintas 50:50 dengan nilai FCPA 1,00, artinya tidak ada pengaruh distribusi terhadap kapasitas jalan. Sedangkan hari Sabtu dengan distribusi 55:45, FCPA turun menjadi 0,97, menunjukkan penurunan kapasitas akibat pembulatan arus.

4. Hasil Penentuan Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCHS) sesuai panduan PKJI 2023 seperti dalam Tabel 4

Tabel 4. Rekapitulasi Kelas Hambatan Samping

Periode	Total Frekuensi	Tipe Jalan Dan Lebar Jalan	Hasil Frekuensi x Bobot	KHS	FCHS
Senin	462	2/2 TT 1,5	301,7	Sedang	0,95
Kamis	545		358,9	Sedang	0,95
Sabtu	453		317,6	Sedang	0,95

Kelas Hambatan Samping (KHS) pada jalan tipe 2/2 TT dengan lebar 1,5 meter selama tiga hari pengamatan termasuk kategori sedang, dengan nilai frekuensi berbobot sekitar 300-360. Faktor Koreksi Hambatan Samping (FCHS) untuk kategori ini adalah 0,95, menunjukkan pengaruh sedang terhadap kapasitas jalan sesuai PKJI 2023.

5. Hasil Penentuan Faktor Koreksi Kapasitas Terhadap Ukuran Kota (FCUK) menghitung pengaruh ukuran kota terhadap kapasitas jalan. Kota Banda Aceh dengan populasi 259.538 jiwa masuk kategori kota kecil (0,1–0,5 juta jiwa), sehingga FCUK yang digunakan adalah 0,90 untuk semua hari pengamatan, karena ukuran kota tidak berubah.

6. Hasil Perhitungan Kapasitas (C) menggunakan persamaan [3].Hasil perhitungan kapasitas akan disajikan dibawah ini.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kapasitas (C)

Hari	Co	FCLJ	FCPA	FCHS	FCUK	Kapasitas (C)
Senin	2.800	1,00	1,00	0,95	0,90	2.394 SMP/jam
Kamis	2.800	1,00	1,00	0,95	0,90	2.394 SMP/jam
Sabtu	2.800	1,00	0,97	0,95	0,90	2.322 SMP/jam

Kapasitas dasar (Co) ruas jalan tipe 2/2 TT adalah 2.800 smp/jam. Dengan faktor koreksi FCLJ=1,00, FCPA=1,00 (Senin & Kamis) atau 0,97 (Sabtu), FCHS=0,95, dan FCUK=0,90, kapasitas akhir menjadi 2.394 smp/jam pada hari kerja dan 2.322 smp/jam hari Sabtu. Penurunan kapasitas Sabtu menunjukkan gangguan lingkungan lebih tinggi pada akhir pekan.

Kinerja Jalan Perkotaan

Derajat kejenuhan pada waktu puncak mencapai 0,70 yang termasuk kategori tingkat pelayanan jalan kelas C, menandakan kondisi lalu lintas padat namun masih dalam batas toleransi.

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.354

Tabel 6. Rekapitulasi Derajat Kejenuhan

Periode	q (Smp/jam)	C (Smp/jam)	DJ	LOS
Senin	1.209	2.394	0,50	C
Kamis	1.010	2.394	0,42	B
Sabtu	1.632	2.322	0,70	C

Derajat kejenuhan (DJ) pada hari Senin 0,50 dan Sabtu 0,70 masuk kategori LOS C, artinya arus stabil namun kecepatan mulai terbatas. Hari Kamis dengan DJ 0,42 masuk LOS B, menunjukkan arus stabil dengan kebebasan memilih kecepatan masih baik. Secara umum, ruas jalan beroperasi dengan tingkat pelayanan layak, namun perlu waspada terhadap peningkatan volume terutama hari Sabtu yang mendekati batas atas LOS C.

Kecepatan Arus Bebas (VB) adalah kecepatan kendaraan saat lalu lintas rendah tanpa hambatan dari kendaraan lain. Perhitungannya menggunakan rumus: VB = (VBD + VBL) × FVbhs × FVbuk. Berikut hasil rekapitulasi kecepatan arus bebas perhitungan tersebut.

Tabel 7. Rekapitulasi Kecepatan Arus Bebas

Hari	VBD(km/jam)	VBL(km/jam)	FVbhs	FVbuk	VB(km/jam)
Senin	42	0	0,96	0,93	37
Kamis	42	0	0,96	0,93	37
Sabtu	42	0	0,96	0,93	37

Kecepatan bebas (VB) pada ruas jalan tipe 2/2 TT adalah 37 km/jam untuk semua hari, dihitung dari kecepatan dasar (VBD) 42 km/jam dikalikan faktor penyesuaian hambatan samping (FWbhs = 0,96) dan kendaraan ukuran besar (FWbuk = 0,93) sesuai PKJI 2023. Nilai ini adalah kecepatan kendaraan saat lalu lintas tinggi tanpa arus signifikan.

Kecepatan tempuh (VT) adalah kecepatan rata-rata kendaraan yang dipengaruhi oleh kondisi arus aktual dan dihitung menggunakan hubungan antara kecepatan arus bebas (VB) dan derajat kejenuhan (DJ). VT mencerminkan kinerja jalan nyata dalam kondisi lalu lintas actual.

Tabel 8. Rekapitulasi Kecepatan Tempuh

Hari	VB (km/jam)	DJ	Kecepatan Tempuh VT (km/jam)
Senin	37	0,50	31
Kamis	37	0,42	31
Sabtu	37	0,70	29

Kecepatan tempuh (VT) adalah kecepatan rata-rata kendaraan yang dipengaruhi kondisi lalu lintas aktual. VT dihitung dari kecepatan arus bebas (VB) dan derajat kejenuhan (DJ) menggunakan grafik atau hubungan pada Gambar 4-1 PKJI 2023. Nilai VT menggambarkan kinerja nyata ruas jalan dalam arus lalu lintas saat itu.

Waktu Tempuh (WT) adalah waktu yang dibutuhkan untuk menempuh ruas jalan tertentu dengan kecepatan tempuh aktual. WT dihitung dengan rumus: WT = Panjang Segmen Kecepatan Tempuh. Hasil perhitungan WT dapat dilihat pada Tabel 4.230.

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.354

Tabel 9. Rekapitulasi Waktu Tempuh

Hari	Panjang Segmen (km)	Kecepatan Tempuh (km/jam)	WaktuTempuh (jam)
Senin	0,3	31	0,0097
Kamis	0,3	31	0,0097
Sabtu	0,3	29	0,0103

Waktu Tempuh (WT) adalah waktu yang dibutuhkan untuk menempuh jarak tertentu dengan kecepatan perjalanan aktual. Dengan panjang segmen 0,3 km, WT pada hari Senin dan Kamis sama yaitu 0,0097 jam (35 detik) karena kecepatan perjalanan 31 km/jam. Sedangkan hari Sabtu, kecepatan turun menjadi 29 km/jam sehingga WT menjadi 0,0103 jam (37 detik). Perbedaan waktu ini mencerminkan pengaruh kepadatan lalu lintas pada waktu perjalanan.

4. KESIMPULAN

1. Jalan Syiah Kuala Kota Banda Aceh merupakan jalan perkotaan dengan klasifikasi jalan kolektor yang memiliki tipe jalan dua lajur dua arah tak terbagi (2/2-TT). Hasil pengukuran menunjukkan lebar jalur efektif sebesar 7 meter tanpa adanya median pemisah dan tidak dilengkapi dengan fasilitas lajur parkir khusus (*off-street parking*).
2. Volume lalu lintas di lokasi studi didominasi oleh kendaraan ringan dan sepeda motor, dengan jam puncak (*peak hour*) yang secara konsisten terjadi pada periode sore hari pukul 17.00–18.00 WIB. Volume kendaraan tertinggi dari kedua arah tercatat pada hari Sabtu sore, yaitu mencapai 1.513 kendaraan/jam (825 smp/jam) untuk arah Selatan–Utara dan 1.467 kendaraan/jam (808 smp/jam) untuk arah Utara–Selatan. Sementara itu, titik volume lalu lintas terendah terjadi pada hari Kamis siang pukul 12.00–13.00 WIB yaitu sebesar 438 kendaraan/jam
3. Berdasarkan analisis menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023), kapasitas dasar ideal jalan ini adalah 2.800 smp/jam. Namun, akibat adanya koreksi terhadap ukuran kota kecil serta pengaruh hambatan samping kelas sedang sebesar 0,95 akibat aktivitas parkir, kapasitas efektif jalan tersebut tereduksi menjadi 2.394 smp/jam pada hari kerja (Senin dan Kamis) dan turun hingga 2.322 smp/jam pada hari Sabtu.
4. Aktivitas parkir di badan jalan (*on-street parking*) secara nyata mendegradasi kinerja lalu lintas, terutama pada puncak kepadatan akhir pekan. Pada hari Sabtu sore, derajat kejenuhan (DJ) melonjak hingga mencapai nilai 0,70 yang menempatkan tingkat pelayanan jalan (*Level of Service*) berada pada Kategori C. Nilai ini menunjukkan arus lalu lintas masih stabil, namun kecepatan tempuh aktual telah menurun menjadi 29 km/jam dengan waktu tempuh yang meningkat akibat hambatan ruang jalan.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Azka, C. N., Fatimah, A., Juliantika, N., Mareno, R., & Agusmaniza, R. (2025). Strategy of Parking Planning to Improve Accessibility in Paya Ilang Central Aceh, Indonesia. *Journal of Sustainable Civil Engineering Insights*, *2*(1), 160-160.

[2]. Kurniawan, S., & Surandono, A. (2019). Analisis pengaruh hambatan samping terhadap kinerja ruas Jalan Brigjend Sutiyoso Kota Metro. *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, *8*(2), 179-192.

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.354

[3]. Tantowi, M. I., & Widhiastuti, Y. (2024, November). Analisis Pengaruh Parkir Di Badan Jalan (On Street Parking) dan Pedagang Kaki Lima di Sepanjang Jalan Terhadap Kinerja Ruas Jalan Raya Babat Sta 0+ 0.080–Sta 0+ 0.380 Area Pasar Babat. In *Seminar Nasional Teknik Sipil* (Vol. 2, No. 1, pp. 175-185).
[4]. PKJI. (2023). Kementrian Pekerjaan Umum, Direktoral Jenderal Bina Marga. *Pedoman Kapasitas Jalan Indones.* 7393938.
[5]. Lakawa, I., Hujiyanto, H., & Cahyadi, I. M. I. (2025). Interaksi Derajat Kejenuhan Terhadap Kebisingan Lalu Lintas di Jalan Abunawas Kota Kendari. *Sultra Civil Engineering Journal (SCiEJ)*, *6*(1), 515-524.
[6]. Al Fikri, A. Y., Septiari, A., Rizani, M. D. & Ariawan, D. (2021). Pengaruh Parkir Pada Badan Jalan Mt. Haryono Terhadap Kinerja Ruas Jalan. *J. Tek. Sipil Giratory Upgris* **2**, 49–60.
[7]. Fernandes, E. S. J., Frans, J. H. & Cornelis, R. (2024). Evaluasi Kinerja Ruas Jalan dan Penataan Area Parkir di Pasar Tradisional : (Studi Kasus Pasar Baru Atambua). *J. FORUM Tek. SIPIL* **4**, 24–35.
[8]. Kharis Hanafi, I. & Moetriono, H. (2022). Analisis Kinerja Ruas Jalan Raya Menganti Menggunakan Metode PKJI 2014. *Ge-STRAM* 05, 99.
[9]. Kumalawati, A., Utomo, S., Frans, J. H., & Nasjono, J. K. (2021). Hubungan Volume dan Kecepatan Lalu Lintas Terhadap Kinerja Jalan Ahmad Yani Kota Kupang. *J. Tek. Sipil* 10,139–150.
[10]. Malluluang, E. M., Alwi, A., & Rustamaji, R. (2017). Analisis Tingkat Pelayanan Jalan (Los) Dan Karakteristik Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Gusti Situt Mahmud Kota Pontianak. *J. Tek. Sipil* 17.
[11]. [10]. Nangaro, Lefrandt, L. I. R., & Timboeleng, J. A. (2022). Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Jalan (Studi Kasus: Jl. Lembong, Kota Manado). *J. Sipil Statik* 10, 13–28.
[12]. Seran, E. N. B. & Klau, M. J. (2022). Pengaruh Parkir di Badan Jalan Terhadap Kinerja Ruas Jalan Cak Doko. *Eternitas J. Tek. Sipil* **2**, 40–49.

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.354

e - ISSN (Online): 2798-5601

Tameh: Journal of Civil Engineering
University of Muhammadiyah Aceh

Vol: 15 | No: 01 (2026): June

TINJAUAN TEBAL PERKERASAN PENINGKATAN JALAN ALUE SEUMAMBU KECAMATAN COT GIREK STA 0+200 S.D STA 1+500

Rizal Fahmi[1], Deni Iqbal[2*], Miswar[3], Shinta Melinda[4]

[1]Program Studi Teknik Bangunan Rawa, Politeknik Negeri Banjarmasin
[2]Program Studi TRKBG, Politeknik Negeri Lhokseumawe
[3,4]Program Studi TRKJJ, Politeknik Negeri Lhokseumawe
**Corresponding author, e*mail address: iqbal_ptg@pnl.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:
Received 14 Juni 2026
Accepted 26 Juni 2026
Online 30 Juni 2026

ABSTRAK

Jalan Alue Seumambu Kecamatan Cot Girek merupakan salah satu akses transportasi penting bagi masyarakat dalam mendukung aktivitas sosial dan ekonomi, terutama distribusi hasil perkebunan kelapa sawit. Kondisi jalan yang rusak menurunkan kelancaran mobilitas sehingga diperlukan peningkatan kualitas perkerasan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tebal perkerasan jalan menggunakan metode AASHTO 1993,. Metode penelitian menggunakan data primer berupa Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) dan dokumentasi lapangan, serta data sekunder berupa hasil uji CBR dan gambar desain. Analisis dilakukan berdasarkan parameter metode AASHTO 1993 yang mencakup reliabilitas, indeks pelayanan, nilai struktural number (SN). Metode AASHTO 1993 mampu memberikan perencanaan tebal perkerasan yang memadai berdasarkan kondisi tanah dan lalu lintas eksisting. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi instansi terkait dalam merencanakan pembangunan maupun peningkatan jalan secara lebih efektif, efisien, dan berkelanjutan, sehingga umur layan perkerasan dapat tercapai sesuai dengan umur rencana serta mampu mendukung kelancaran mobilitas masyarakat dan pertumbuhan ekonomi di wilayah Kecamatan Cot Girek.

Kata Kunci: *Perkerasan jalan, AASHTO 1993, CBR, tebal perkerasan, Jalan Alue Seumambu*

Abtract: The road
in Alue Seumambu, Cot Girek Subdistrict, is a key transportation route for the community, supporting social and economic activities, particularly the distribution of oil palm plantation products. The poor condition of the road impedes smooth mobility, making it necessary to improve the quality of the pavement. This study aims

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.353

to determine the road pavement thickness using the AASHTO 1993 method. The research methodology utilizes primary data in the form of Average Daily Traffic (ADT) and field documentation, as well as secondary data consisting of CBR test results and design drawings. The analysis was conducted based on the parameters of the AASHTO 1993 method, which include reliability, service index, and structural number (SN). The AASHTO 1993 method is capable of providing adequate pavement thickness planning based on existing soil and traffic conditions. The results of this study are expected to serve as a basis for consideration by relevant agencies in planning road construction and improvement in a more effective, efficient, and sustainable manner, so that the service life of the pavement can be achieved in accordance with the design life and can support smooth community mobility and economic growth in the Cot Girek Subdistrict.
Keywords: Road pavement, AASHTO 1993, CBR, pavement thickness, Alue Seumambu Road

1. PENDAHULUAN

Jalan raya merupakan salah satu prasarana transportasi darat yang memiliki peran krusial dalam mendukung mobilitas manusia, barang, dan jasa [1]. Sebagai urat nadi perekonomian, keberadaan infrastruktur jalan yang mantap secara langsung mendorong pertumbuhan ekonomi wilayah melalui kelancaran distribusi logistik dan peningkatan konektivitas antarwilayah[2]. Oleh karena itu, perencanaan dan pembangunan jalan harus mengutamakan kualitas, khususnya melalui desain tebal perkerasan yang tepat. Perkerasan yang direncanakan dengan baik tidak hanya berfungsi untuk menahan beban lalu lintas yang bekerja di atasnya secara berulang tanpa mengalami kegagalan [3] struktural sebelum umur rencananya tercapai, tetapi juga memberikan efisiensi biaya konstruksi serta meminimalisasi keperluan perawatan di masa mendatang.

Di Kabupaten Aceh Utara, Jalan Alue Seumambu yang terletak di Kecamatan Cot Girek memiliki fungsi yang sangat strategis sebagai jalur penghubung antar-desa sekaligus akses utama bagi aktivitas ekonomi masyarakat setempat. Jalan Alue Seumambu di Kecamatan Cot Girek, Aceh Utara, berfungsi strategis sebagai penghubung antar desa dan akses utama kegiatan ekonomi masyarakat, terutama pada sektor perkebunan kelapa sawit seluas 7.506,36 hektar. Namun, kondisi awal jalan yang rusak menyulitkan mobilitas masyarakat, terutama kendaraan bermuatan berat, meskipun saat ini sebagian ruas jalan telah mengalami peningkatan. Untuk mendukung keberlanjutan infrastruktur, dilakukan tinjauan tebal perkerasan dengan metode AASHTO 1993 pada segmen STA 0+200 s.d. STA 1+500 guna memperoleh ketebalan optimal yang mampu menahan beban lalu lintas, mengurangi biaya perawatan, dan meningkatkan kualitas transportasi di Kabupaten Aceh Utara.

Perkerasan jalan merupakan struktur yang dibangun di atas tanah dasar dan terdiri atas lapisan permukaan, lapisan pondasi atas, serta lapisan pondasi bawah yang berfungsi menyalurkan dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar [4]. Pada perkerasan lentur, aspal digunakan sebagai bahan pengikat sehingga setiap lapisan bekerja secara bersama-sama dalam memikul dan mendistribusikan beban kendaraan menuju tanah dasar [5].

Struktur perkerasan lentur terdiri atas lapisan permukaan (*surface course*), lapisan pondasi atas (*base course*), dan lapisan pondasi bawah (*subbase course*) [6]. Lapisan permukaan merupakan

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.353

lapisan paling atas yang tersusun dari campuran agregat dan aspal sesuai spesifikasi teknis serta berfungsi menerima beban lalu lintas secara langsung [7]. Lapisan pondasi atas berfungsi sebagai penyangga lapisan permukaan sekaligus menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya, sedangkan lapisan pondasi bawah berfungsi sebagai lapisan peralihan antara pondasi atas dan tanah dasar serta membantu meningkatkan daya dukung struktur perkerasan. Material pada lapisan pondasi bawah harus memiliki mutu yang baik, bebas dari bahan organik, dan memiliki nilai CBR minimal 20% [8]. Tanah dasar harus dipadatkan dengan baik agar mampu memberikan dukungan yang stabil terhadap beban yang diteruskan dari lapisan-lapisan di atasnya. Kualitas tanah dasar sangat menentukan kinerja, stabilitas, dan umur layanan perkerasan jalan, sehingga kondisi tanah dasar perlu diperhatikan dalam proses perencanaan dan pelaksanaan konstruksi jalan [9].

Perencanaan tebal perkerasan untuk jalan di kawasan perkebunan memerlukan perhatian khusus pada aspek beban kendaraan. Truk pengangkut hasil perkebunan kelapa sawit umumnya memiliki beban gandar yang besar dan sering kali mengalami *overloading*. Beban ini dikonversikan ke dalam satuan *Equivalent Single Axle Load* (ESAL) atau Beban Gandar Standar Kandar Tunggal sebesar 8,16 ton (18.000 lbs) [10] untuk mengetahui akumulasi beban merusak selama umur rencana. Metode AASHTO 1993 merupakan metode desain tebal perkerasan lentur (*flexible pavement*) yang berbasis pada uji coba jalan empiris (AASHO Road Test). Parameter utama yang digunakan dalam perhitungan meliputi:

1. Faktor Keandalan: Probabilitas bahwa perkerasan yang direncanakan akan mampu melayani lalu lintas selama umur rencana [11]
2. Standar Deviasi Keseluruhan: Nilai variasi prakiraan lalu lintas dan performa perkerasan.
3. Indeks Pelayanan (*Serviceability Index*): Selisih antara indeks pelayanan awal, setelah jalan selesai dibangun dan indeks pelayanan akhir sebelum jalan memerlukan perbaikan.
4. Modulus Resilien: Parameter yang menunjukkan kapasitas daya dukung tanah dasar (*subgrade*).

Guna mengantisipasi kerusakan dini akibat beban kendaraan berat dan memastikan keberlanjutan umur rencana infrastruktur tersebut, diperlukan sebuah studi evaluasi teknis yang komprehensif. Penelitian ini berfokus pada tinjauan tebal perkerasan menggunakan metode AASHTO 1993 pada segmen STA 0+200 sampai dengan STA 1+500. Pemilihan metode AASHTO 1993 didasarkan pada keandalannya yang menggunakan pendekatan empiris berbasis variabel beban lalu lintas, keandalan (*reliability*), daya dukung tanah dasar (*resilient modulus*), serta tingkat pelayanan jalan [6]. Melalui analisis ini, diharapkan diperoleh ketebalan lapisan perkerasan yang optimal, efisien secara ekonomis, mampu mereduksi biaya perawatan berkala, serta secara nyata meningkatkan kualitas pelayanan transportasi di Kabupaten Aceh Utara.

Penelitian ini penting dilakukan karena Jalan Alue Seumambu merupakan salah satu infrastruktur transportasi yang memiliki peran strategis dalam menunjang aktivitas sosial dan perekonomian masyarakat, khususnya sebagai jalur distribusi hasil perkebunan kelapa sawit di Kecamatan Cot Girek. Meskipun sebagian ruas jalan telah mengalami peningkatan, diperlukan evaluasi terhadap desain tebal perkerasan untuk memastikan bahwa struktur perkerasan yang direncanakan mampu menahan beban lalu lintas yang didominasi kendaraan angkutan hasil perkebunan. Perencanaan tebal perkerasan yang tidak sesuai dengan kondisi lalu lintas dan daya dukung tanah dapat menyebabkan kerusakan dini, menurunkan umur layanan jalan, serta meningkatkan biaya pemeliharaan. Oleh karena itu, analisis menggunakan metode AASHTO 1993

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.353

diperlukan untuk memperoleh ketebalan perkerasan yang lebih optimal, aman, dan ekonomis. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam mengevaluasi maupun menyusun perencanaan perkerasan jalan yang lebih efektif, sehingga dapat meningkatkan keandalan infrastruktur jalan, memperlancar mobilitas masyarakat, mendukung kelancaran distribusi hasil perkebunan, serta mendorong pertumbuhan ekonomi di Kabupaten Aceh Utara.

2. METODE PENELITIAN

Metode AASHTO 1993 adalah metode perancangan perkerasan jalan yang berbasis empiris, yang digunakan secara luas dalam desain perkerasan lentur dan telah diadopsi oleh bnayak negara lainnya.

1) Beban Lalu Lintas

Beban lalu lintas adalah jumlah kendaraan atau volume kendaraan yang melewati suatu ruas dalam periode tertentu [12]. Beban lalu lintas merupakan beban yang dialami perkerasan jalan akibat kontak ban kendaraan, beban ini bisa dihitung berdasarkan berikut ini:

Golongan	Kelompok jenis kendaraan	Jenis kendaraan	Konfigurasi sumbu	Kode
1	Sepeda motor, kendaraan roda-3			
2	Sedan, jeep, station wagon			1.1
3	Angkutan penumpang sedang			1.1
4	Pick up, micro truk dan mobil hantaran			1.1
5a	Bus kecil			1.1
5b	Bus besar			1.2
6a	Truk ringan 2 sumbu			1.1
6b	Truk sedang 2 sumbu			1.2
7a	Truk 3 sumbu			1.2.2
7b	Truk gandengan			1.2.2 - 2.2
7c	Truk semitrailer			1.2.2.2.2
8	Kendaraan tidak bermotor			

Gambar 1. Golongan dan Kelompok Kendaraan
Sumber: Departemen Pekerjaan Umum,2004

2) Tanah Dasar

Data tanah yang menjadi parameter perhitungan tabel perkerasan lentur adalah resilient modulus (MR). Resilient modulus adalah salah satu uji kekakuan material tanah dasar. Apabila tidak memiliki alat uji resilient modulus (triaxial), terdapat formula pendekatan nilai resilient modulus yang menunjukkan hubungan CBR dengan MR [13], yaitu:

$$MR = 1500 \times CBR.\ (psi) \quad (1)$$

Mantiri et al (2019) menyebutkan bahwa rumus diatas tidak berlaku bagi agregat halus yang memiliki CBR kurang dari 10, oleh karena itu AASTHO Guide mengusulkan rumusan sebagai berikut:

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.353

$$MR = 2555 \times CBR\ 0{,}64\ (psi) \quad (2)$$

3) Reliabilitas (*Reliability*)

Reliabilitas adalah tingkat kapasitas atau probabilitas bahwa struktur perkerasan mampu melayani arus lalu lintas, selama umur rencana sesuai dengan proses penurunan kinerja struktur perkerasan yang dinyatakan dengan serviceability yang direncanakan [14]. Tingkat reliabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa jalan yang melayani lalu-lintas yang tinggi, sedangkan tingkat yang paling rendah, 50 % menunjukkan jalan lokal.

Tabel 1. Nilai reliability Menurut Fungsi dan Kelas Jalan

Klasifikasi Jalan	Rekomendasi Tingkat Reliabilitas	
	Perkotaan	Antar Kota
Jalan Nasional dan Bebas Hambatan	85-99,9	80-99,9
Arteri Primer (Nasional dan Provinsi)	80-99	75-95
Kolektor (Nasional dan Provinsi)	80-95	75-95
Lokal (Kabupaten/Kota)	50-80	50-80

Sumber: AASHTO (1993)

Deviasi standar (S_0) harus dipilih yang mewakili kondisi setempat. Rentang nilai S_0 adalah 0,40 s.d 0,50.

Tabel 2. Nilai Standart Deviasi Terkait dengan Tingkat Reliability, R

Reliabilitas, R (%)	Standar Normal Daviate, Z_R
50	0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

Sumber: Sukirman 2010

Reliabilitas yang digunakan pada metode AASHTO 1993 adalah untuk mengalikan repetasi beban lalu lintas yang diperkirakan selama umur rencana dengan faktor reliabilitas (FR) ≥ 1, sehingga

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.353

perkiraan kinerja (W_{18}) yang digunakan untuk menentukan tebal lapis perkerasan, dihitung dengan persamman berikut:

$$W_{18} = (w_{18})\ (FR) \quad (3)$$

Dimana:

W_{18} = ESAL perkiraan berdasarkan kinerja struktur perkerasan mencapai nilai pelayanan akhir perkerasan lentur (pt) yang digunakan untuk menentukan tebal lapis perkerasan.

w_{18} = Simpangan baku normal

FR = Faktor Reliabilitas

Efek dari adanya faktor reliabilitas dalam perencananaan adalah meningkatkan ESAL yang digunakan untuk merencanakan tebal perkerasan jalan. FR ditentukan sebagai berikut:

$$FR = 10^{-ZR(S0)}) \quad (4)$$

Dimana:

FR = faktor reliabilitas

ZR = simpangan baku normal (standard normal deviate)

S_0 = deviasi standar keseluruhan dari distribusi normal sehubungan dengankesalahan yang terjadi pada perkiraan lalu lintas dan kinerja perkerasan, bernilai antara 0,4 -0,5.

4) Indeks Permukaan (*Serviceability*)

Untuk nilai pelayanan awal yang biasanya disebut sebagai po, dimana nilai IP0 = 4,2 – 5 untuk perkerasan lentur dan nilai pelayanan akhir yang biasanya disebut pt , dimana nilai IPt = 2,5 atau 3,0 untuk jalan raya utama, pt = 2,0 untuk jalan raya yang kelasnya dibawah jalan raya utama atau lalu lintas rendah-sedang.

5) Struktual Number (*SN*)

Nilai struktur perkerasan jalan dipengaruhi oleh mutu daya dukung lapis dibawahnya yang ditunjukkan dalam sebuah angka yang disebut angka struktural number (SN) [15]. Persamaan untuk SN adalah sebagai berikut:

$$SN=a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3) \quad (5)$$

Dimana:

SN = Nilai Structusl Number

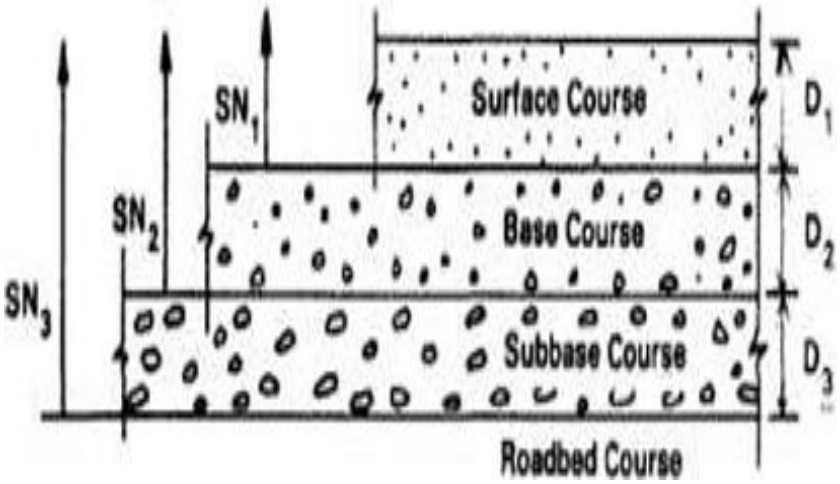
$a_1\ a_2\ a_3$ = Koefisien lapisan dari surface, base, sub base

$D_1\ D_2\ D_3$ = Tebal lapisan dari surface, base, sub base

$m_1\ m_2$ = Koefisien drainase dari surface, base, sub base

AASHTO 1993 memberikan pedoman penentuan tebal minimal setiap lapisan perkerasan secara grafis, sedangkan tebal minimum lapisan perkerasan berdasarkan beban lalu lintas ESAL (*Equivalent Sigle Axle Load*).

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.353



Gambar 2. Prosedur Menentukan Tebal Perkerasan Minimum (AASHTO 1993)

Dengan persamaan diuraikan sebagai berikut:

$$D^*_1 \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$SN^*_1 = a_1 D^*_1 \geq SN_1$$

$$D^*_2 \geq \frac{SN_2 . SN^*_1}{a_2 m_2}$$

$$SN^*_1 + SN^*_2 \geq SN_2$$

$$D^*_3 \geq \frac{SN_3 . (SN^*_1 + SN^*_2)}{a_3 m_3}$$

Bahwa D_1, D_2, dan D_3 adalah tebal lapisan permukaan, pondasi, dan lapis pondasi bawah, kemudian tebal perkerasan yang digunakan harus sama atau lebih besar dari minimum yang dibutuhkan.

Tabel 3. Minimum Lapisan Permukaan dan Lapis Pondasi

ESAL	Tabel Minimum Lapisan (*inci*)	
	Beton Aspal	Pondasi Batu
<50.000	1,0	4,0
50.001-150.000	2,0	4,0
150.001-5.000.001	2,5	4,0
500.001-2.000.000	3,0	6,0
2.000.000-7.000.000	3,5	6,0
>7.000.000	4,0	6,0

Sumber : Sukirman (2010)

A. Rumus Dasar Metode AASHTO 1993

Penentuan tebal perkerasan atau sbagai rumus dasar metode AASHTO 1993, diberikan rumus ini untuk menentukan tebal perkerasan lentur sebagai berikut:

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.353

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \, x \, S_o + 9{,}36 \, x \log_{10}(SN+1) - 0{,}20 + \frac{\log_{10}\left[\frac{\Delta PSI}{4{,}2-1{,}5}\right]}{0{,}4 + \frac{1.094}{(SN+1)^{5{,}19}}} + 2{,}32 \log_{10}(M_R) - 8{,}07 \quad (6)$$

Dimana:

W_{18} = kumulatif beban gandar standar selama umur rencana (ESAL)
Z_R = simpangan baku normal
S_0 = deviasi standar keseluruhan, bernilai antara 0,4 – 0,5
SN = Structural Number, angka struktural relatif perkerasan, inci
ΔPSI = Perbedaan serviceability index di awal dan akhir umur rencana
MR = modulus resilient tanah dasar (psi)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil perhitungan tebal perkerasan menggunakan pendekatan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) serta mengacu pada standar desain teknis perkerasan jalan, diperoleh total ketebalan masing-masing lapisan perkerasan yang terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu lapisan permukaan, lapisan pondasi atas, lapisan pondasi bawah, dan lapisan timbunan pilihan. Adapun ketebalan yang diperoleh untuk setiap lapisan adalah sebagai berikut:

Ketebalan hasil dari penulis :

1. Tebal lapisan permukaan didapat 9 cm.
2. Tebal lapisan pondasi atas didapat 10 cm.
3. Tebal lapisan pondasi bawah didapat 16 cm
4. Tebal lapisan timbunan pilihan 43 cm

Hasil analisis menunjukkan bahwa ketebalan setiap lapisan telah disesuaikan dengan kondisi daya dukung tanah dasar dan beban lalu lintas yang direncanakan, sehingga diharapkan mampu memberikan kinerja struktur perkerasan yang optimal selama umur rencana.

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh tebal lapisan permukaan (surface course) sebesar 9 cm, yang berfungsi sebagai lapisan penerima beban lalu lintas secara langsung sekaligus melindungi lapisan di bawahnya dari pengaruh cuaca dan infiltrasi air. Tebal lapisan pondasi atas (base course) sebesar 10 cm berfungsi menyebarkan beban dari lapisan permukaan ke lapisan di bawahnya, sedangkan lapisan pondasi bawah (subbase course) direncanakan setebal 16 cm untuk meningkatkan daya dukung struktur sekaligus mengurangi tegangan yang diteruskan ke tanah dasar. Selain itu, diperlukan lapisan timbunan pilihan setebal 43 cm sebagai upaya meningkatkan kualitas tanah dasar sehingga memenuhi persyaratan daya dukung yang dibutuhkan dalam desain perkerasan.

Ketebalan setiap lapisan tersebut menunjukkan bahwa kondisi tanah dasar pada lokasi penelitian memerlukan perbaikan melalui penggunaan timbunan pilihan agar mampu mendukung struktur perkerasan secara optimal. Dengan kombinasi ketebalan tersebut, struktur perkerasan diharapkan mampu menahan beban lalu lintas, khususnya kendaraan pengangkut hasil perkebunan kelapa sawit, mengurangi potensi kerusakan dini, memperpanjang umur layanan jalan, serta

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.353

menekan biaya pemeliharaan selama masa operasional. Hasil perhitungan ini juga dapat dijadikan sebagai acuan dalam evaluasi maupun perencanaan konstruksi jalan yang memiliki karakteristik lalu lintas dan kondisi tanah yang serupa.

3.2 Pembahasan

Beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam perencanaan tebal perkerasan, khususnya terkait peraturan yang berlaku pada perencanaan perkerasan lentur, mencakup lapisan-lapisan yang berperan penting terhadap kualitas konstruksi jalan. Hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain:

1. Tanah Dasar

Tanah dasar merupakan lapisan yang berfungsi sebagai pondasi utama dalam struktur perkerasan jalan sehingga memiliki pengaruh besar terhadap kinerja dan umur layanan perkerasan. Pada ruas Jalan Alue Seumambu, persyaratan nilai CBR tanah dasar yang digunakan dalam perencanaan adalah lebih dari 6%. Namun, berdasarkan hasil analisis diperoleh nilai CBR sebesar 3,58%, sehingga belum memenuhi persyaratan minimum. Nilai CBR yang rendah menunjukkan bahwa daya dukung tanah dasar tergolong lemah dan tidak mampu menahan beban lalu lintas secara optimal. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan tanah dasar melalui penggunaan lapisan timbunan pilihan agar daya dukung meningkat dan mampu mendukung struktur perkerasan sesuai umur rencana.

2. Lapisan Pondasi Bawah

Lapisan pondasi bawah berfungsi sebagai lapisan peralihan antara tanah dasar dan lapisan pondasi atas serta berperan dalam mengurangi tegangan yang diteruskan ke tanah dasar. Berdasarkan spesifikasi teknis, material yang digunakan harus memiliki nilai CBR lebih dari 60%. Hasil perencanaan menunjukkan bahwa material yang digunakan memiliki nilai CBR sebesar 64%, sehingga telah memenuhi persyaratan. Selain itu, nilai koefisien kekuatan relatif (a_3) yang diperoleh sebesar 0,129, yang menunjukkan kemampuan material dalam memberikan kontribusi terhadap kekuatan struktur perkerasan. Berdasarkan hasil analisis metode AASHTO 1993, diperoleh tebal lapisan pondasi bawah sebesar 16 cm. Ketebalan tersebut dinilai telah memenuhi kebutuhan struktural untuk menyebarkan beban lalu lintas ke lapisan di bawahnya sehingga dapat meningkatkan stabilitas perkerasan.

3. Lapisan Pondasi Atas

Lapisan pondasi atas merupakan komponen struktur yang menerima beban dari lapisan permukaan sebelum diteruskan ke lapisan pondasi bawah. Oleh karena itu, material yang digunakan harus memiliki kualitas tinggi agar mampu menahan beban lalu lintas, terutama kendaraan berat. Berdasarkan hasil perencanaan, material lapisan pondasi atas memiliki nilai CBR sebesar 96%, sehingga telah memenuhi persyaratan yang berada pada rentang 90–100%. Nilai koefisien kekuatan relatif (a_2) sebesar 0,139 menunjukkan bahwa material memiliki kemampuan struktural yang baik dalam menopang beban lalu lintas. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh tebal lapisan pondasi atas sebesar 10 cm, yang dinilai telah memadai untuk memberikan dukungan struktural terhadap lapisan permukaan dan menjaga kestabilan konstruksi jalan.

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.353

4. Lapisan Permukaan

Lapisan permukaan merupakan lapisan paling atas yang berfungsi menerima beban lalu lintas secara langsung, memberikan kenyamanan berkendara, serta melindungi lapisan di bawahnya dari pengaruh air dan perubahan cuaca. Berdasarkan hasil perhitungan konsultan, lapisan pengikat Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC) direncanakan setebal 6 cm. Sementara itu, hasil analisis menggunakan metode AASHTO 1993 menunjukkan bahwa ketebalan lapisan permukaan yang lebih sesuai adalah 9 cm, yang terdiri atas 5 cm lapisan AC-BC dan 4 cm lapisan Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC). Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa hasil perhitungan peneliti memberikan lapisan permukaan yang lebih tebal sehingga diharapkan mampu meningkatkan kapasitas struktur dalam menahan beban lalu lintas, mengurangi risiko kerusakan dini seperti retak dan deformasi, serta memperpanjang umur layanan perkerasan jalan pada ruas Jalan Alue Seumambu.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan tebal perkerasan menggunakan metode AASHTO 1993, diperoleh bahwa kondisi tanah dasar pada ruas Jalan Alue Seumambu memiliki nilai CBR sebesar 3,58%, sehingga belum memenuhi persyaratan minimum (>6%) dan memerlukan perbaikan melalui penggunaan lapisan timbunan pilihan setebal 43 cm. Setelah dilakukan perbaikan tanah dasar, struktur perkerasan direncanakan terdiri atas lapisan pondasi bawah setebal 16 cm dengan material CBR 64%, lapisan pondasi atas setebal 10 cm dengan material CBR 96%, serta lapisan permukaan setebal 9 cm yang terdiri dari 5 cm AC-BC dan 4 cm AC-WC. Ketebalan setiap lapisan telah memenuhi persyaratan teknis berdasarkan nilai CBR material dan koefisien kekuatan relatif (Structural Number) sesuai metode AASHTO 1993.

Secara keseluruhan, hasil perencanaan menunjukkan bahwa metode AASHTO 1993 mampu menghasilkan desain perkerasan yang sesuai dengan kondisi tanah dasar dan beban lalu lintas pada ruas Jalan Alue Seumambu. Struktur perkerasan yang diperoleh diharapkan mampu meningkatkan daya dukung jalan, memperpanjang umur layanan perkerasan, mengurangi potensi kerusakan dini, serta menekan biaya pemeliharaan. Selain itu, perbedaan ketebalan lapisan permukaan dibandingkan dengan perencanaan konsultan menunjukkan bahwa metode AASHTO 1993 memberikan desain yang lebih konservatif sehingga dapat memberikan tingkat keandalan yang lebih baik dalam mendukung mobilitas masyarakat dan distribusi hasil perkebunan di Kecamatan Cot Girek

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemilihan ketebalan setiap lapisan perkerasan harus mempertimbangkan kondisi tanah dasar, karakteristik material, dan beban lalu lintas yang akan dilayani. Apabila salah satu parameter tersebut diabaikan, maka risiko terjadinya kerusakan dini pada perkerasan akan semakin besar. Oleh karena itu, hasil analisis ini dapat dijadikan sebagai bahan evaluasi dan referensi dalam perencanaan maupun peningkatan ruas jalan dengan kondisi serupa, sehingga pembangunan infrastruktur jalan dapat dilakukan secara lebih efektif, ekonomis, dan berkelanjutan serta mampu mendukung kelancaran aktivitas transportasi dan pertumbuhan ekonomi masyarakat di Kabupaten Aceh Utara.

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.353

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Kadarisman, M., Gunawan, A., & Ismiyati, I. (2016). Kebijakan Manajemen Transportasi darat dan dampaknya terhadap perekonomian masyarakat di Kota Depok. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTranslog)*, *3*(1), 41-58.

[2]. Arifin, Y. (2026). Strategi Kebijakan Penguatan Konektivitas Infrastruktur Jalan Menuju Pemerataan Pembangunan Di Wilayah Kabupaten Konawe. *Journal Publicuho*, *9*(1), 135-150.

[3]. Azka, C. N., Hidayat, R., Amin, J., & Fitriani, M. (2024). Evaluasi Dampak Kerusakan Jalan Dengan Pendekatan Metode Pavement Condition Index Pada Ruas Jalan Tgk Bakurma–Cot Iri Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Spektran*, *12*(1).

[4]. Farida, I., & Noer Hakim, G. (2021). Ketebalan Perkerasan Lentur Dengan Metode AASHTO 1993 Dan Manual Perkerasan Jalan 2017. *Jurnal Teknik Sipil Cendekia (Jtsc)*, *2*(1), 59–68. https://doi.org/10.51988/vol1no1bulanjulitahun2020.v2i1.30

[5]. Saleh, S. M., & Anggraini, R. (2015). Evaluasi Umur Layan Jalan dengan Memperhitungkan Beban Berlebih di Ruas Jalan Lintas Timur Provinsi Aceh. *Jurnal Transportasi*, *15*(2).

[6]. Arthono, A., & Permana, V. A. (2022). Perencanaan Perkerasan Lentur Jalan Raya Menggunakan Metode Analisa Komponen SNI 1732-1989-F Ruas Jalan Raya Mulya Sari Kecamatan Pamanukan Sampai Kecamatan Binong Kabupaten Subang Propinsi Jawa Barat. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, *6*(1), 41-51.

[7]. Isnaini, A. Y., Suparma, L. B., & Utomo, S. H. T. (2019). Perancangan Perkerasan Jalan Lingkar Kota Kabupaten Wonogiri. *Jurnal HPJI (Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia)*, *5*(2), 119-128.

[8]. Elwava, A. H., Putri, D. R., & Zahir, L. A. (2025). Perbandingan Kinerja Pada Pondasi Dangkal Dan Pondasi Dalam Pada Bangunan Di Daerah Rawan Gempa. *Jurnal Daktilitas*, *5*(1), 35-39.

[9]. Umum, K. P., & Rakyat, P. (2017). Manual perkerasan jalan. *Direktorat Jenderal Bina Marga. Jakarta*.

[10]. Pardede, J. P., Putranto, L. S., & Sulistio, H. (2024). Pengaruh Kendaraan Overload Terhadap Umur Rencana Pada Struktur Flexible Pavement Jalan Toll Jorr E Jakarta. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 819-830.

[11]. Rivaldo, R., & Yamali, F. R. (2022). Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Ruas Jalan Hitam Ulu-Mentawak Di Kabupaten Merangin (Menggunakan Metode AASHTO 1993). *Jurnal Talenta Sipil*, *5*(1), 35-41.

[12]. Khoiri, M. M. (2026). Perbandingan Volume Kendaraan Di Jl. Mastrip–Jl. Riau Di Sore Hari Berdasarkan Data Lalu Lintas. *Jurnal Media Akademik (JMA)*, *4*(1).

[13]. Mantiri, C. C., Sendow, T. K., & Manoppo, M. R. E. (2019). Analisa Tebal Perkerasan Lentur Jalan Baru Dengan Metode Bina Marga 2017 Dibandingkan Metode Aashto 1993. *Jurnal Sipil Statik*, *7*(10), 1303–1216.

[14]. Sukirman, S. (2010). Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur. In Nova Bandung

[15]. Sugema, R., & Maulana, R. (2024). *Analisis Perbandingan Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Lentur Menggunakan Metode AASHTO 1993 dan MDP 2024 dalam Konteks Kebijakan Transportasi Berkelanjutan*. *23*(02), 112–118

e - ISSN (Online): 2798-5601

Tameh: Journal of Civil Engineering
University of Muhammadiyah Aceh

Vol: 15 | No: 01 (2026): June

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

Rahmad Saputra[1], Bunyamin Bunyamin[2*], Heru Pramanda[3], Kamalia Kamalia[4]

[1,2,3,4]Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Iskandar Muda
**Corresponding author, e*mail 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 U1 − U2 = 3,453(X2) + 4,325(X8) − 6,732(X12) + 2,564(X13) + 3,549(X14). 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

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

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 $U1 - U2 = 3.453(X2) + 4.325(X8) - 6.732(X12) + 2.564(X13) + 3.549(X14)$. 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

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

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

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

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:

$$\mathrm{n} = \frac{N}{1+(N\ x\ \varepsilon^2)} \tag{1}$$

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.

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

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

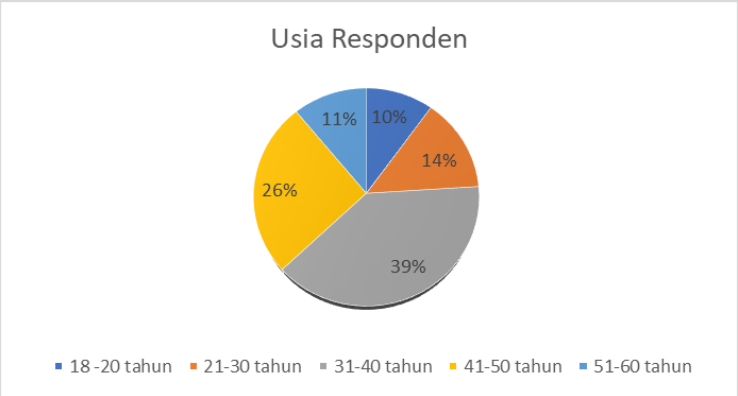
https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.357

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.

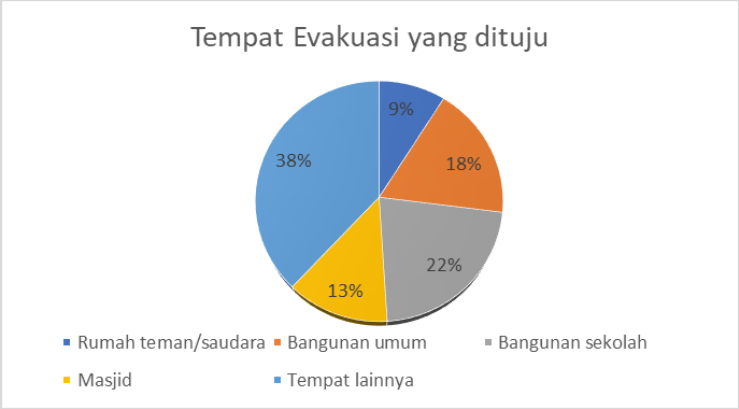


Gambar 1. Persentase Responden Berdasarkan Usia Responden

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

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

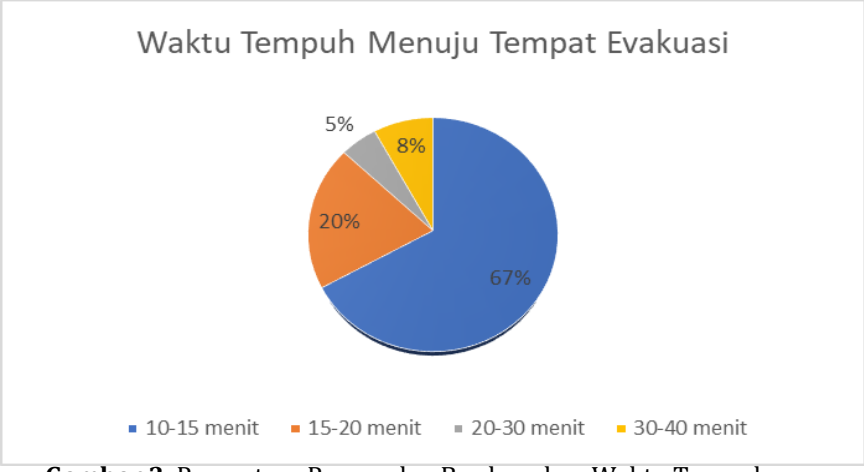
memilih lokasi yang dianggap paling mudah dijangkau dan aman saat terjadi tsunami. Karakteristik tujuan evakuasi responden disajikan pada Gambar 2.



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,

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 (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 (X2)	3,453	0,562	4,326	0,020
Tempat Evakuasi yang Dituju (X8)	4,325	0,202	3,443	0,046
Waktu Evakuasi Keberangkatan (X12)	-6,732	7,324	3,826	0,050
Waktu Tempuh Menuju Tempat Evakuasi Akhir (TEA) (X13)	2,564	1,432	5,190	0,023
Tata Guna Lahan (X14)	3,549	5,723	8,432	0,000
Sampel (N)	100			
-2 LL (β)	96,544			
$\chi 2$ 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: U1 – U2 = 3,453 (X2) + 4,325 (X8) - 6,732 (X12) + 2,564 (X13) + 3,549 (X14). 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].

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

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

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

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 Lingkung.*, 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.

e - ISSN (Online): 2798-5601

Tameh: Journal of Civil Engineering
University of Muhammadiyah Aceh

Vol: 15 | No: 01 (2026): June

ANALISIS INTEGRASI *PASSIVE DESIGN* UNTUK EFISIENSI ENERGI PADA BANGUNAN FST UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

Tamlicha[1], Musliyanda[2], Putri Zahratul Ulya[3], Cut Putri Nabila[4], Aidil Fitra[5] , Zya Dyena Meutia[6]

[1,2,3,4,5,6] Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
**Corresponding author, e*mail address: : zya.meutia@ar-raniry.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:
Received 21 Juni 2026
Accepted 28 Juni 2026
Online 30 Juni 2026

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji integrasi *passive design* pada Gedung Fakultas Sains dan Teknologi (FST) UIN Ar-Raniry Banda Aceh dalam konteks iklim tropis lembap. Celah penelitian terletak pada masih terbatasnya kajian efisiensi energi bangunan pendidikan tropis yang dianalisis melalui pendekatan konseptual Function–Form–Meaning (FBM). Penelitian ini bertujuan menganalisis keterkaitan antara orientasi bangunan, selubung, ventilasi alami, dan perangkat peneduh terhadap kinerja energi serta makna arsitektural bangunan. Metode yang digunakan adalah pendekatan kualitatif-interpretatif yang diperkuat dengan *walk-through audit* dan pengukuran lapangan sederhana meliputi orientasi matahari, rasio bukaan (WWR), kedalaman peneduh, dan estimasi kenyamanan termal berdasarkan standar SNI 03-6572-2001. Hasil penelitian menunjukkan bahwa orientasi massa bangunan telah sesuai dengan prinsip arsitektur tropis, namun dominasi jendela kaca mati (fixed glass) dengan WWR ±55–65% meningkatkan *heat gain* dan menurunkan potensi ventilasi silang. Penelitian ini berkontribusi dalam memperluas pemahaman integrasi desain pasif tidak hanya sebagai strategi teknis, tetapi juga sebagai relasi antara fungsi, bentuk, dan makna dalam arsitektur tropis kontemporer.
Kata Kunci: *Desain Pasif, Efisiensi Energi, FST UIN Ar-Raniry, Fungsi-Bentuk-Makna, Arsitektur Tropis, Selubung Bangunan.*

ABSTRACT

This study examines the integration of passive design strategies in the Faculty of Science and Technology (FST) building at UIN Ar-Raniry Banda Aceh within the context of a humid tropical climate. The research gap lies in the limited number of studies on energy efficiency in tropical educational buildings that employ the Function–Form–Meaning (FFM) conceptual framework. This research aims to analyze the relationship between building orientation, envelope design, natural ventilation, and shading devices in relation to energy performance and architectural meaning. The study adopts a qualitative–interpretative approach, strengthened by a walk-through audit and basic field measurements, including solar orientation, window-to-wall ratio (WWR), shading depth, and thermal comfort estimation based on the Indonesian standard SNI 03-6572-2001. The findings indicate that while the building mass orientation generally complies with tropical architectural principles, the dominance of fixed glass windows with a WWR of

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.363

approximately 55–65% increases heat gain and reduces the potential for cross ventilation. This study contributes to a broader understanding of passive design integration not merely as a technical strategy, but as a relational framework between function, form, and meaning in contemporary tropical architecture
Keywords: Passive Design, Energy Efficiency, Function–Form–Meaning, Tropical Architecture, Building Envelope.

1. PENDAHULUAN

Bangunan di wilayah beriklim tropis lembap seperti Indonesia menghadapi tantangan besar terkait kenyamanan termal dan efisiensi energi. Suhu udara yang tinggi, kelembapan yang stabil, serta intensitas radiasi matahari yang besar sepanjang tahun menyebabkan ruang dalam bangunan mudah mengalami peningkatan suhu. Kondisi ini mendorong tingginya ketergantungan terhadap sistem mekanis seperti pendingin udara (AC) untuk mencapai kenyamanan termal, yang berdampak langsung pada peningkatan konsumsi energi. Sektor bangunan menyumbang lebih dari 40% konsumsi energi nasional, menjadikannya salah satu sektor yang perlu dioptimalkan melalui pendekatan desain yang efisien dan berkelanjutan [1,2].

Salah satu pendekatan yang relevan untuk menjawab tantangan tersebut adalah *passive design*, yaitu strategi perancangan arsitektur yang memanfaatkan potensi lingkungan alami seperti arah matahari, pergerakan angin, dan intensitas cahaya untuk menciptakan kenyamanan tanpa bergantung pada energi mekanis. Bahwa strategi ini mencakup pengaturan orientasi bangunan, optimalisasi ventilasi alami, pemanfaatan cahaya alami, penggunaan material yang tepat, serta penerapan elemen peneduh untuk mengurangi radiasi langsung [3]. Dalam konteks bangunan pendidikan yang beroperasi sepanjang hari, penerapan desain pasif menjadi semakin penting karena berkaitan dengan kenyamanan pengguna sekaligus efisiensi energi operasional.

Berbagai penelitian memperkuat urgensi tersebut. Orientasi bangunan dan ventilasi silang merupakan faktor utama dalam mengurangi beban panas pada bangunan tropis, sementara optimalisasi pencahayaan alami dapat menekan penggunaan energi untuk penerangan buatan [4]. Temuan-temuan ini menunjukkan bahwa penerapan elemen desain pasif tidak hanya meningkatkan kenyamanan, tetapi juga berkontribusi signifikan terhadap efisiensi energi secara keseluruhan.

Banda Aceh sebagai wilayah beriklim tropis lembap memiliki suhu rata-rata harian 24–32 °C dengan kelembapan tinggi sepanjang tahun, kondisi yang menuntut penerapan strategi desain pasif secara efektif. Fakultas Sains dan Teknologi (FST) UIN Ar-Raniry Banda Aceh terdiri dari beberapa bangunan dengan tipologi dan tahun pembangunan berbeda, yang mencerminkan variasi dalam penerapan elemen desain pasif seperti orientasi massa, konfigurasi bukaan, ventilasi silang, serta penggunaan *shading devices* pada fasad. Variasi ini menimbulkan perbedaan dalam performa termal dan efisiensi energi antarbangunan, namun hingga kini belum ada kajian yang secara mendalam menilai efektivitas penerapan strategi tersebut di kawasan FST UIN Ar-Raniry.

Arsitektur tropis menuntut strategi perancangan yang bekerja sama dengan iklim, bukan melawannya. Passive design atau desain pasif merupakan metode pengendalian kenyamanan termal tanpa menggunakan energi listrik, yang berfokus pada kontrol radiasi matahari dan optimalisasi ventilasi alami. Bentuk bangunan sangat dipengaruhi oleh lingkungan dan budaya lokal, yang dalam konteks tropis berarti bentuk bangunan harus mampu "bernapas" dan menaungi [5].

Salah satu tantangan terbesar pada iklim tropis lembap bukan hanya menurunkan suhu udara, melainkan menurunkan tingkat kelembapan. Menurut [6] menekankan bahwa dalam iklim tropis lembap, pergerakan udara (air movement) jauh lebih krusial dibandingkan penurunan suhu semata,

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.363

karena aliran udara mempercepat proses evaporasi pada kulit manusia yang menciptakan sensasi dingin (cooling effect). Oleh karena itu, penerapan ventilasi silang (cross ventilation) harus dirancang dengan memperhatikan bukaan inlet dan outlet yang proporsiona [7,8].

Elemen kunci dalam strategi ini meliputi orientasi massa bangunan, rasio bukaan jendela (*Window-to-Wall Ratio*), serta penggunaan peneduh eksternal (*shading devices*) yang efektif [9]. Selain geometri, pemilihan material selubung bangunan juga memegang peranan penting. Konsep thermal time lag, di mana material dengan densitas tertentu dapat memperlambat perambatan panas matahari ke dalam ruang, sehingga puncak panas di dalam bangunan baru terjadi pada malam hari saat suhu luar sudah mendingin [10].

Untuk memahami arsitektur secara utuh, kerangka konseptual Relasi Fungsi-Bentuk-Makna (FBM) yang dikembangkan oleh [11] digunakan sebagai pisau analisis utama. Dalam kerangka ini, Fungsi dipahami sebagai aktivitas atau tujuan yang dijalankan oleh bangunan, Bentuk sebagai ekspresi fisik dan visual, serta Makna sebagai nilai kultural atau simbolik yang dilekatkan oleh pengguna [12]. Arsitektur dipahami sebagai sistem makna yang kompleks di mana bentuk fisik bangunan tidak bisa dilepaskan dari fungsi dan nilai-nilai yang dikandungnya. Konsep ini dengan prinsip bahwa bentuk fisik arsitektur bertindak sebagai "wadah" bagi "isi" (fungsi/aktivitas). Ketidakharmonisan antara wadah dan isi akan menciptakan ambiguitas makna dalam pembacaan arsitektur. Ketiga aspek ini (Fungsi, Bentuk, Makna) membentuk kesatuan sistemik yang saling memengaruhi dan dinamis. Relasi antara ketiga aspek tersebut semakin terlihat ketika bangunan dihadapkan pada kondisi nyata iklim tropis lembap. Dalam konteks ini, keputusan bentuk yang dipilih tidak hanya berpengaruh pada persepsi visual pengguna, tetapi juga berdampak langsung terhadap kemampuan bangunan dalam menjalankan fungsi kenyamanan termal. Kecenderungan untuk memprioritaskan ekspresi visual modern melalui penggunaan permukaan kaca yang luas, misalnya, memperlihatkan bagaimana Bentuk lebih diutamakan dibandingkan fungsi ventilasi dan pengendalian radiasi panas. Hal ini menunjukkan bahwa Makna yang ingin dicapai melalui ekspresi modernitas telah membatasi ruang fungsi dalam konteks bangunan tropis.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini difokuskan untuk menganalisis efektivitas penerapan elemen-elemen *passive design* orientasi bangunan, ventilasi alami, pencahayaan alami, dan perangkat peneduh pada bangunan FST UIN Ar-Raniry Banda Aceh dalam konteks iklim tropis lembap. Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi dan mengevaluasi sejauh mana strategi desain pasif diterapkan dan berperan dalam mendukung kenyamanan serta efisiensi energi. Hasil penelitian diharapkan menjadi dasar pengembangan desain bangunan pendidikan yang berkelanjutan di lingkungan kampus tropis lembap dan memberikan kontribusi bagi perencanaan arsitektur yang hemat energi di masa depan.

2. METODE PENELITIAN

Studi literatur digunakan sebagai acuan untuk menilai apakah elemen-elemen desain pasif pada bangunan telah memenuhi prinsip dasar arsitektur tropis atau justru bertentangan dengan kebutuhan iklim setempat. Analisis data dilakukan secara berlapis untuk memastikan temuan yang dihasilkan bersifat mendalam dan kontekstual. Pertama, setiap elemen desain pasif diidentifikasi dan dipetakan berdasarkan kondisi fisik bangunan. Kedua, performa elemen tersebut dievaluasi menggunakan teori dan standar yang relevan. Ketiga, hasil evaluasi difokuskan pada hubungan antara fungsi, bentuk, dan makna melalui kerangka FBM untuk melihat bagaimana keputusan desain tertentu memengaruhi efisiensi energi bangunan. Proses analisis ini memungkinkan pembacaan yang tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga konseptual, sehingga memberikan gambaran

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.363

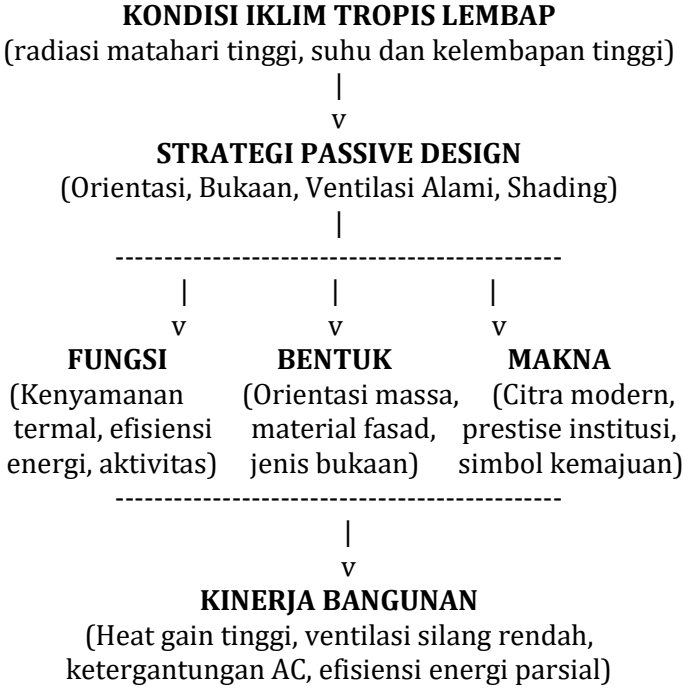
menyeluruh mengenai integrasi desain pasif pada Gedung FST.

Pengumpulan data lapangan melalui *walk-through audit* dan pengukuran parameter fisik bangunan dilakukan secara intensif selama dua minggu, yaitu pada tanggal 4 hingga 18 Mei 2026. Observasi dan pengukuran orientasi matahari, rasio bukaan jendela (*Window-to-Wall Ratio*/WWR), serta kedalaman perangkat peneduh (*shading depth*) dijadwalkan secara spesifik pada tiga waktu operasional utama gedung, yaitu sesi pagi (pukul 09.00–11.00 WIB), sesi siang (pukul 12.00–14.00 WIB), dan sesi sore (pukul 15.00–17.00 WIB). Penentuan durasi dua jam untuk setiap sesi pengamatan ini bertujuan untuk merekam dinamika pergerakan bayangan matahari (*solar tracking*) secara akurat, serta mengidentifikasi dampak akumulasi beban panas (*solar heat gain*) tertinggi pada ruang dalam saat aktivitas akademik di Gedung FST UIN Ar-Raniry sedang berlangsung aktif.

Evaluasi kenyamanan termal merujuk pada standar SNI 03-6572-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung, khususnya terkait suhu nyaman ruang dalam berkisar 24–27 °C dan kecepatan aliran udara yang mendukung evaporative cooling. Meskipun penelitian ini tidak menggunakan pengukuran instrumen termal secara langsung, parameter tersebut menilai kesesuaian desain eksisting terhadap prinsip arsitektur tropis.

Gambaran Umum Objek Studi

Gedung FST UIN Ar-Raniry terletak di kawasan Kopelma Darussalam, Banda Aceh, yang memiliki karakteristik iklim tropis lembap dengan intensitas matahari tinggi sepanjang tahun. Rasio bukaan terhadap dinding (WWR) pada fasad utama diperkirakan berada di atas 60%, nilai yang relatif tinggi untuk bangunan di iklim tropis lembap. WWR ideal untuk bangunan pendidikan tropis berkisar antara 30–50% untuk menyeimbangkan pencahayaan alami dan beban panas. Dengan dominasi kaca mati tanpa secondary skin, radiasi matahari yang masuk berpotensi meningkatkan beban panas ruang dalam hingga ±20–30%, sebagaimana ditunjukkan pada studi bangunan tropis sejenis.



Gambar 1. Diagram Kondisi Iklim.

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.363

Diagram di atas menunjukkan bahwa kondisi iklim tropis lembap menjadi faktor utama yang seharusnya mengarahkan penerapan strategi *passive design* pada Gedung FST UIN Ar-Raniry. Bentuk bangunan yang menekankan ekspresi modern melalui dominasi kaca dan bukaan non-operasional lebih kuat merepresentasikan makna simbolik institusi dibandingkan fungsi kenyamanan termal. Akibatnya, kinerja bangunan menunjukkan integrasi desain pasif yang parsial, ditandai dengan peningkatan heat gain dan rendahnya potensi ventilasi alami, sehingga efisiensi energi belum tercapai secara optimal.

Elemen pertama adalah Orientasi Massa, di mana bangunan memiliki sumbu panjang yang membentang arah Timur-Barat, sehingga fasad terluas menghadap Utara-Selatan. Elemen kedua adalah Pelingkup Tengah (Dinding dan Jendela), yang diidentifikasi menggunakan kombinasi dinding masif dan curtain wall (dinding kaca) pada area lobi serta jendela kaca mati (*fixed glass*) pada ruang kelas. Elemen ketiga adalah Peneduh (*Shading*), yang hadir dalam bentuk tritisan (*overhang*) beton yang juga berfungsi sebagai selasar sirkulasi luar. Tabel 1 berikut merangkum identifikasi elemen tersebut.

Tabel 1. Identifikasi Elemen Passive Design Gedung FST

Kategori	Bentuk (Form)	Fungsi (Function)
Orientasi	   Massa persegi panjang, fasad utama menghadap Utara-Selatan.	Meminimalkan luas permukaan yang terpapar radiasi matahari pagi dan sore (Timur-Barat).
Material Fasad	    Dominasi kaca dengan frame aluminium dan dinding beton.	Memasukkan cahaya alami (*Daylighting*) dan batas fisik ruang luar-dalam.
Bukaan Ventilasi	   	Mengandalkan pengondisian udara buatan (AC) untuk kenyamanan termal.

	  Jendela tipe *fixed* (mati) dominan, bukaan operasional terbatas.	
Perangkat Peneduh (Shading)	  Tritisan (overhang) beton yang juga berfungsi sebagai selasar sirkulasi	Melindungi area masuk dan jalur sirkulasi dari panas matahari dan hujan sehingga aktivitas pengguna tetap nyaman.

Interpretasi mendalam dilakukan untuk melihat keterkaitan antar elemen FBM, sebagaimana dijelaskan dalam tabel analisis berikut

Tabel 2. Interpretasi Relasi Fungsi-Bentuk-Makna

RELASI	INTERPRETASI
Fungsi - Bentuk	Secara *Bentuk*, orientasi massa bangunan telah mendukung *Fungsi* efisiensi energi dengan meminimalkan paparan panas pada sisi terluas. Namun, pemilihan bentuk jendela kaca mati (*fixed glass*) menghambat terjadinya ventilasi silang, sehingga memaksa fungsi pendinginan bergantung sepenuhnya pada energi mekanis.
Bentuk - Makna	Ekspresi *Bentuk* fasad yang transparan dan geometris mengandung *Makna* simbolis modernitas dan kemajuan teknologi sains. Namun, makna visual ini seringkali bertentangan dengan prinsip tropis yang membutuhkan naungan masif.
Makna - Fungsi	Keinginan untuk menampilkan *Makna* gedung yang prestisius dan modern berimplikasi pada *Fungsi* bangunan yang boros energi. Citra "modern" dimaknai sebagai ruang tertutup ber-AC, bukan ruang yang menyatu dengan alam.

Berdasarkan tabel di atas, mengalami ketegangan antara citra visual dan kinerja lingkungan. Penggunaan kaca yang dominan memang berhasil memasukkan cahaya alami secara efektif, namun tanpa adanya peneduh sekunder (*secondary skin*) yang memadai, hal ini justru meningkatkan beban panas (*heat gain*). Gadamer menyebutkan bahwa arsitektur dipahami sebagai ruang yang dihuni dan dialami secara langsung. Dalam kasus ini, pengalaman penghuni seringkali terganggu oleh panas radiasi yang menembus kaca, memaksa penggunaan tirai penutup yang justru menghilangkan manfaat pencahayaan alami.

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.363

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara geografis, kawasan ini memiliki karakteristik iklim tropis lembap dengan intensitas radiasi matahari yang tinggi sepanjang tahun, kelembapan tinggi, serta pergerakan udara yang dinamis. Secara arsitektural, gedung ini dirancang dengan massa memanjang (dominan poros Timur-Barat) dengan fasad yang didominasi material beton dan kaca (*curtain wall*). Sebagai fasilitas pendidikan, gedung ini menuntut kenyamanan termal standar SNI 03-6572-2001 (suhu nyaman ruang dalam berkisar 24–27 °C) agar aktivitas akademik berjalan optimal.

Identifikasi Elemen Arsitektural (Desain Pasif)

Melalui pendekatan *close reading* terhadap bangunan sebagai artefak fisik [13]. Elemen-elemen selubung bangunan diurai untuk melihat kontribusinya terhadap efisiensi energi.

Tabel 3. Identifikasi Elemen Passive Design Gedung FST

Elemen Arsitektural	Karakteristik Bentuk (Form)	Implikasi Fungsional (Function)
Orientasi Massa	Massa bangunan berbentuk persegi panjang dengan sumbu memanjang Barat-Timur. Fasad luas menghadap Utara-Selatan.	Positif: Berhasil meminimalkan luas permukaan dinding utama dari paparan langsung radiasi matahari terbit dan terbenam.
Material Fasad	Didominasi oleh dinding kaca transparan (*curtain wall*) dengan *frame* aluminium dikombinasikan dengan dinding beton masif.	Negatif: Rasio bukaan terhadap dinding (WWR) diperkirakan di atas 60%. Menurut Szokolay (2008), WWR ideal bangunan tropis adalah 30–50%. Tingginya angka WWR tanpa *secondary skin* memicu *heat gain* masuk ke ruang dalam hingga ±20–30%.
Bukaan & Ventilasi	Didominasi oleh jendela tipe kaca mati (*fixed glass*); proporsi bukaan operasional sangat terbatas.	Negatif: Menghambat terjadinya ventilasi silang (*cross ventilation*). Ruang dalam tidak memanfaatkan aliran udara alami untuk *evaporative cooling*, sehingga kenyamanan termal bergantung penuh pada AC mekanis.
Perangkat Peneduh (*Shading*)	Memanfaatkan tritisan (*overhang*) beton eksternal yang sekaligus berfungsi sebagai selasar sirkulasi luar.	Positif: Memberikan perlindungan fisik pada area transisi (selasar) dari radiasi langsung dan tampias hujan, menjaga kenyamanan sirkulasi horizontal pengguna.

Interpretasi Kedalaman Relasi Fungsi-Bentuk-Makna (FBM)

Pembacaan konseptual dilakukan untuk mengevaluasi bagaimana ketegangan ideologis antara estetika visual dan kinerja lingkungan terjadi pada Gedung FST UIN Ar-Raniry.

Tabel 4. Matriks Interpretasi Relasi FBM

Interaksi Relasi	Hasil Pembacaan Interpretatif (Teks Arsitektur)
Fungsi– Bentuk	Secara makro, bentuk orientasi massa sudah fungsional (mereduksi panas Barat-Timur). Namun secara mikro, bentuk bukaan jendela kaca mati (fixed glass) mematikan fungsi ventilasi alami. Hal ini menciptakan kontradiksi di mana arsitektur tropis yang seharusnya terbuka justru diwujudkan dalam bentuk yang kedap udara.
Bentuk-Makna	Komposisi fasad geometris yang transparan dan didominasi material kaca digunakan untuk memproduksi makna **modernitas, transparansi akademik, dan kemajuan teknologi sains**. Sayangnya, bahasa visual "global" ini mengabaikan kebutuhan lokal arsitektur tropis yang menuntut naungan masif.

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.363

Makna-Fungsi	Demi mengejar citra (image) institusi yang prestisius, fungsi efisiensi energi dikorbankan. Muncul pergeseran konseptual di mana ruang "modern" diinterpretasikan sebagai ruang tertutup, steril, dan ber-AC, bukan ruang yang adaptif dan menyatu dengan dinamika alam tropis.

Pembahasan: Dominasi Bentuk atas Fungsi dan Pengalaman Ruang

Penggunaan material kaca dengan WWR di atas 60% memang berhasil mengoptimalkan pencahayaan alami (*daylighting*) di siang hari. Namun, karena tidak dilengkapi dengan sistem peneduh sekunder (*secondary skin*) yang memadai, berkah cahaya tersebut datang bersamaan dengan beban panas radiasi (*solar heat gain*) yang tinggi. Filosuf Hans-Georg Gadamer menyatakan bahwa arsitektur semestinya dipahami sebagai ruang yang dihuni dan dialami secara langsung secara eksistensial, bukan sekadar gambar estetis yang ditonton dari luar. Pada realitas lapangan, Gedung FST justru sering kali terganggu akibat radiasi termal yang menembus dinding kaca. Pengguna ruang merespon ketidaknyamanan termal ini dengan cara:

1. Menutup jendela menggunakan tirai pekat interior secara permanen.
2. Tindakan ini secara ironis mematikan fungsi pencahayaan alami yang awalnya dikejar oleh material kaca tersebut.
3. Mengatur pendingin ruangan mekanis (AC) pada kapasitas maksimal, yang berujung pada pemborosan energi listrik.

Fenomena ini membuktikan adanya kecenderungan di mana Bentuk (*Form*) mendominasi Fungsi (*Function*). Keputusan arsitektural untuk menggunakan jendela non-operasional dan material kaca masif didorong oleh hasrat mentransmisikan Makna (*Meaning*) simbolik—yaitu wajah institusi pendidikan tinggi yang modern dan global. Ketika representasi visual lebih diprioritaskan daripada performa kenyamanan termal berbasis iklim lokal, bangunan gagal memenuhi standar kenyamanan fisik SNI 03-6572-2001. Realitas ini menunjukkan bahwa integrasi desain pasif pada Gedung FST UIN Ar-Raniry masih berjalan secara parsial; bangunan sukses sebagai simbol visual modernitas di kawasan Kopelma Darussalam, namun tidak optimal sebagai sebuah arsitektur hijau yang tanggap iklim tropis lembap.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa integrasi strategi desain pasif pada Gedung FST UIN Ar-Raniry Banda Aceh masih bersifat parsial dan belum bekerja secara sistemik akibat ketidakselarasan antara orientasi makro bangunan dan detail mikro selubungnya. Secara teoretis, kajian ini memperluas penerapan kerangka konseptual *Function–Form–Meaning* (FBM) dalam arsitektur tropis dengan menunjukkan adanya ketegangan ideologis yang akut, di mana pengejaran Bentuk (*Form*) untuk memproduksi Makna (*Meaning*) modernitas global telah mendominasi dan mengorbankan Fungsi (*Function*) kenyamanan termal dan efisiensi energi bangunan. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada pengungkapan paradoks ruang modern di iklim tropis lembap, di mana penggunaan kaca masif non-operasional alih-alih mengejar *daylighting*, justru memicu tindakan korektif pengguna (menutup tirai secara permanen dan memaksimalkan AC) yang mematikan fungsi pasif itu sendiri. Secara praktis, peningkatan performa lingkungan bangunan direkomendasikan secara taktis melalui strategi *retrofitting*, meliputi pengintegrasian perangkat peneduh sekunder (*secondary skin*) vertikal pada fasad yang terpapar radiasi serta penggantian

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.363

sebagian panel kaca mati dengan bukaan operasional guna mengaktifkan kembali potensi ventilasi silang (*cross ventilation*). Kajian ini menegaskan bahwa keberlanjutan energi pada bangunan pendidikan tropis hanya dapat dicapai ketika citra arsitektural selaras dengan respons fisik terhadap iklim lokal.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2020). *Laporan Kinerja Subsektor Konservasi Energi 2020*. Jakarta: Ditjen EBTKE.

[2]. Fatimah, A., Sepriana, R. A., & Agustiar, A. (2025). Analisis Tingkat Kepuasan Pengguna Rumah Susun Kota Banda Aceh Menggunakan Metode Customer Satisfaction Index. *AGREGAT*, *10*(2).

[3]. Hyde, R. (2008). *Climate responsive design: A study of buildings in moderate and hot humid climates*. Spon Press.

[4]. Prianto, E., & Depecker, P. (2003). Thermal performance and energy saving in tropical buildings: The role of orientation and cross-ventilation. *Building and Environment*, *38*(9-10), 1277-1283.

[5]. Rapoport, A. (1969). *House Form and Culture*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall

[6]. Mafra, R. (2026). Kenyamanan Termal Ruang Dalam Rumah Tradisional Ulu Komering Di Kabupaten Oku Timur, Sumatera Selatan Pada Iklim Tropis Lembab. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 1-9.

[7]. Wiranata, T. A., Jamaluddin, H., & Edar, A. N. (2025). Strategi Desain Arsitektur Tropis untuk Mengurangi Panas dalam Hunian: Suatu Tinjauan Literatur. *LOSARI: Jurnal Arsitektur Kota dan Pemukiman*, 140-145.

[8]. Salsabila, A. Y., & Zakariya, A. F. (2026). PENERAPAN PRINSIP BIOPHILIC DESIGN PADA FASILITAS KESEHATAN MENTAL DI IKLIM TROPIS, Studi Kasus: Compos Mentis Healthcare, India. *Arsitektur Universitas Pandanaran Jurnal*, *6*(1), 22-32.

[9]. Wesli, W., Mirsa, R., Sofyan, S., & Malasyi, S. (2026). Evaluasi Nilai Overall Thermal Transfer Value (OTTV) Pada Bangunan Gedung. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, *16*(1), 64-71.

[10]. Parapat, R. Y., Khodarrohmah, N., Della, S. A., & Fitri, S. N. (2026). Strategi Pengendalian Temperatur Dan Tekanan Untuk Meningkatkan Kinerja Proses Pirolisis. *Integrative Perspectives of Social and Science Journal*, *3*(02 Februari), 692-709.

[11]. Salura, P., & Fauzy, B. (2012). The Ever-rotating Aspects of Function-Form-Meaning in Architecture. *Journal of Saiedu*, *1*, 28-37.

[12]. Meutia, Z. D., & Araby, Z. (2020). Identifikasi struktur dan ornamen bangunan masjid tradisional Tuha Ulee Kareng Aceh sebagai kearifan lokal. *EMARA: Indonesian Journal of Architecture*, *6*(1), 33-41.

[13]. Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Sage publications

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.363

e - ISSN (Online): 2798-5601

Tameh: Journal of Civil Engineering
University of Muhammadiyah Aceh

Vol: 15 | No: 01 (2026): June

DESAIN KOLAM POLDER SEBAGAI INFRASTRUKTUR PENGENDALI BANJIR ROB PADA DESA PASIR KABUPATEN ACEH BARAT

Muhammad Qadri Aprianda[1], Yulia[2*], Effendi Nurzal[3], Ira Dama Yanti[4], Irda Yunita[5]

[1,2,3,4]Universitas Muhammadiyah Aceh
[5]Universitas Serambi Mekkah
**Corresponding author, e*mail address: yulia@unmuha.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:
Received 20 Juni 2026
Accepted 25 Juni 2026
Online 30 Juni 2026

Abstrak

Banjir rob merupakan salah satu permasalahan utama di wilayah pesisir Desa Pasir, Kabupaten Aceh Barat, yang dipengaruhi oleh pasang air laut, curah hujan tinggi, serta keterbatasan kapasitas sistem drainase. Kondisi tersebut menyebabkan genangan yang mengganggu aktivitas masyarakat, merusak infrastruktur, dan menurunkan kualitas lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan desain kolam polder sebagai infrastruktur pengendali banjir rob melalui analisis hidrologi dan evaluasi kapasitas tampungan. Data yang digunakan berupa data curah hujan harian maksimum tahunan selama 10 tahun (2016–2025) yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sumatera I Aceh. Analisis parameter statistik menghasilkan rerata curah hujan122,30 mm, standar deviasi 13,81 mm, koefisien variasi 0,1129, koefisien kemencengan −0,2978, dan koefisien kurtosis 2,8844. Analisis frekuensi dilakukan menggunakan Distribusi Gumbel dan Log-Pearson Type III, di mana uji *Smirnov-Kolmogorov* menunjukkan Distribusi Gumbel memenuhi syarat dengan selisih peluang maksimum $\Delta P_{\text{maks}} = 0{,}1049$ ($< \Delta P_{\text{kritis}} = 0{,}410$). Curah hujan rencana periode ulang 10 tahun sebesar 147,82 mm menghasilkan intensitas hujan Mononobe sebesar 24,62 mm/jam (dengan waktu konsentrasi 3,003 jam) dan debit puncak limpasan metode Rasional sebesar 47,87 m^3/detik pada area layanan 10 km^2 (dimana koefisien limpasan 0,70). Perencanaan kolam polder dilakukan berdasarkan volume total limpasan hidrograf sebesar 690.928 m^3. Kolam polder dirancang berdimensi panjang 400 m dan lebar 360 m dengan variasi kedalaman efektif 4,50 m (kapasitas 648.000 m^3, efektivitas 93,8%) hingga 6,25 m (kapasitas 900.000 m^3, efektivitas 130,3%). Sistem pemompaan dilengkapi dengan kapasitas total 10 m^3/ detik yang terdiri atas dua unit pompa operasional (2×5 m^3/s) dan satu unit pompa cadangan (1×5 m^3/s) untuk meningkatkan keandalan operasional. Evaluasi menunjukkan bahwa kapasitas tampungan kolam polder sangat efektif mengendalikan volume limpasan rencana sehingga dapat menghilangkan potensi genangan di kawasan penelitian. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi salah satu alternatif perencanaan infrastruktur pengendali banjir rob di kawasan pesisir dengan karakteristik hidrologi serupa.

Kata Kunci: Banjir Rob, Desa Pasir, Debit Limpasan, Kolam Polder, Pesisir

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.362

ABSTRACT
Tidal flooding (rob) is one of the main coastal issues in Pasir Village, West Aceh Regency, triggered by high tides, heavy rainfall, and limited drainage capacity. This condition causes inundations that disrupt community activities, damage infrastructure, and degrade environmental quality. This study aims to design a polder pond system as flood control infrastructure through hydrological analysis and storage capacity evaluation. Daily maximum rainfall data for 10 years (2016–2025) obtained from the Sumatera I River Basin Organization (BWS Sumatera I Aceh) were analyzed. Statistical parameter analysis yielded a mean rainfall $\bar{X} = 122.30$ mm, standard deviation $S = 13.81$ mm, coefficient of variation 0.1129, skewness coefficient -0.2978, and kurtosis coefficient 2.8844. Frequency analysis using the Gumbel and Log-Pearson Type III distributions was validated by the Smirnov-Kolmogorov test, showing that the Gumbel distribution met the criteria with a maximum probability difference $\Delta P_{\max} = 0.1049$ ($\Delta P_{\text{critical}} = 0.410$). The 10-year return period rainfall of 147.82 mm resulted in a Mononobe rainfall intensity of 24.62 mm/hr (Time Concentration 3.003 hrs) and a Rational peak runoff discharge of 47.87 m^3/s for a service area of 10 km^2 (with a runoff coefficient 0.70). The polder pond planning was conducted based on a total hydrograph runoff volume of 690,928 m^3. The planned polder pond measures 400 m in length and 360 m in width with effective depths ranging from 4.50 m (capacity of 648,000 m^3, efficiency of 93.8%) to 6.25 m (capacity of 900,000 m^3, efficiency of 130.3%). The pumping system is equipped with a total capacity of 10 m^3/s, consisting of two operational pumps (2×5 m^3/s) and one standby pump (1×5 m^3/s) to enhance operational reliability. The evaluation proves that the polder storage capacity effectively controls the design runoff volume, thereby eliminating potential flooding in the study area. The results of this study are expected to serve as an alternative planning approach for tidal flood control infrastructure in coastal regions with similar hydrological characteristics.
Keywords: *Coastal Area, Desa Pasir, Polder Pond, Runoff Discharge, Tidal Flood*

1. PENDAHULUAN

Banjir rob merupakan salah satu bencana hidrometeorologi yang semakin sering terjadi di kawasan pesisir Indonesia akibat kombinasi antara kenaikan muka air laut, perubahan iklim, penurunan muka tanah, serta tingginya curah hujan [Ananda et all, 2026]. Fenomena tersebut menyebabkan sistem drainase perkotaan tidak mampu mengalirkan limpasan secara optimal, terutama ketika kondisi pasang laut menghambat pembuangan air ke badan penerima [Rumaropen,et all ,2026]. Dampaknya tidak hanya berupa genangan yang mengganggu aktivitas masyarakat, tetapi juga menimbulkan kerusakan infrastruktur, penurunan kualitas lingkungan, serta kerugian ekonomi yang cukup besar.

Desa Pasir, Kabupaten Aceh Barat, merupakan salah satu wilayah pesisir yang mengalami permasalahan banjir rob secara berkala. Kondisi topografi yang relatif datar, kedekatan dengan garis pantai, serta kapasitas saluran drainase yang terbatas menyebabkan air hujan dan air pasang laut sering menimbulkan genangan dalam durasi yang cukup lama. Permasalahan tersebut menunjukkan bahwa sistem drainase konvensional belum mampu memberikan perlindungan yang memadai terhadap kejadian banjir rob, sehingga diperlukan infrastruktur pengendali yang mampu menampung sementara limpasan dan mengendalikan muka air secara efektif.

Salah satu alternatif pengendalian banjir rob yang banyak diterapkan di kawasan pesisir adalah

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.362

sistem kolam polder [Horison & Surya, 2025]. Kolam polder berfungsi sebagai tampungan sementara (*temporary storage*) yang menerima limpasan hujan ketika saluran drainase tidak dapat mengalirkannya ke badan air akibat kondisi pasang laut [Rahmawati et all 2017]. Air yang tertampung kemudian dipompa keluar menuju badan air penerima setelah kondisi pasang surut memungkinkan. Dengan konsep tersebut, sistem polder mampu mengurangi tinggi genangan, memperpendek durasi genangan, serta meningkatkan kinerja sistem drainase perkotaan [Aziz et all, 2025].

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa efektivitas sistem polder sangat dipengaruhi oleh ketepatan analisis hidrologi, kapasitas tampungan kolam, serta kapasitas sistem pemompaan [Arbanigrum, 2018]. Namun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada analisis debit banjir tanpa mengevaluasi keterkaitan antara kapasitas tampungan kolam, volume limpasan, dan kapasitas pompa secara terpadu. Selain itu, kajian mengenai perencanaan kolam polder pada kawasan pesisir Aceh Barat masih relatif terbatas sehingga diperlukan penelitian yang mempertimbangkan karakteristik hidrologi setempat.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan merencanakan desain kolam polder sebagai infrastruktur pengendali banjir rob di Desa Pasir, Kabupaten Aceh Barat. Analisis dilakukan menggunakan data curah hujan maksimum tahunan selama 10 tahun dengan Distribusi Gumbel untuk memperoleh curah hujan rencana [Lubis, 2016], kemudian dilanjutkan dengan perhitungan intensitas hujan dan debit puncak menggunakan Metode Rasional [Sakti et all, 2026]. Selanjutnya dilakukan evaluasi kapasitas tampungan kolam dan sistem pemompaan untuk menilai kemampuan desain dalam mengendalikan volume limpasan. Hasil penelitian diharapkan menjadi dasar teknis dalam perencanaan infrastruktur pengendalian banjir rob di wilayah pesisir serta dapat menjadi referensi bagi pengembangan sistem polder pada kawasan dengan karakteristik yang serupa.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Pasir, Kabupaten Aceh Barat, yang merupakan salah satu kawasan pesisir yang sering mengalami genangan akibat kombinasi curah hujan tinggi dan pasang air laut. Metode penelitian yang digunakan meliputi pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui survei lapangan untuk mengidentifikasi kondisi eksisting sistem drainase, karakteristik wilayah, dan lokasi yang berpotensi mengalami genangan. Sementara itu, data sekunder yang digunakan meliputi data curah hujan maksimum tahunan periode 2021–2025, peta topografi, peta tata guna lahan, serta data pasang surut air laut yang diperoleh dari instansi terkait.

Tahapan penelitian diawali dengan analisis hidrologi untuk menentukan curah hujan rencana menggunakan distribusi Gumbel. Curah hujan rencana yang diperoleh kemudian digunakan untuk menghitung intensitas hujan berdasarkan waktu konsentrasi daerah tangkapan. Selanjutnya, debit banjir rencana dihitung menggunakan Metode Rasional yang umum digunakan pada daerah tangkapan berukuran kecil hingga menengah. Pada halaman selanjutnya merupakan gambar titik lokasi penelitian dan Metode Rasional yang diberikan pada Persamaan 2.1.



https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.362

Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Persamaan Metode Rasional [Yusuf et all, 2021] yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Q = 0{,}278\, C\, \mathrm{I}\, A \quad (1)$$

Dimana:
Q = debit banjir rencana (m^3/det),
C = koefisien limpasan,
I = intensitas hujan (mm/jam),
A = luas daerah tangkapan (km^2).

Nilai debit banjir rencana yang diperoleh kemudian digunakan untuk menghitung volume limpasan yang harus ditampung oleh kolam polder. Perhitungan volume limpasan dilakukan sebagai dasar dalam menentukan kapasitas tampungan kolam polder yang direncanakan.

Selain analisis hidrologi, dilakukan pula analisis pasang surut air laut untuk menentukan muka air rob rencana. Analisis ini bertujuan memperoleh elevasi muka air laut maksimum yang berpotensi menyebabkan genangan pada kawasan penelitian. Hasil analisis muka air rob selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menentukan elevasi kolam polder, tanggul pengaman, dan kapasitas pompa yang diperlukan.

Tahapan penelitian secara umum meliputi [Parse, 2019]: (1) pengumpulan data primer dan sekunder, (2) analisis curah hujan rencana menggunakan distribusi Gumbel, (3) perhitungan intensitas hujan dan debit banjir rencana menggunakan Metode Rasional, (4) analisis pasang surut untuk menentukan muka air rob rencana, (5) perencanaan kapasitas tampungan kolam polder [Putriana et all, 2012], dan (6) penentuan kapasitas pompa serta evaluasi kinerja sistem polder sebagai upaya pengendalian banjir rob di Desa Pasir, Kabupaten Aceh Barat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil analisis hidrologi dan perencanaan kolam polder sebagai upaya pengendalian banjir rob di Desa Pasir, Kabupaten Aceh Barat. Hasil yang diperoleh meliputi analisis curah hujan maksimum tahunan, perhitungan curah hujan rencana menggunakan distribusi Gumbel, analisis intensitas hujan dan debit limpasan menggunakan Metode Rasional, serta perencanaan dimensi kolam polder dan kapasitas pompa.

3.1 Hasil Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

Data curah hujan maksimum tahunan yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sumatera I (BWSS I) untuk periode 2021–2025. Rekapitulasi data curah hujan maksimum tahunan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data curah hujan maksimum tahunan periode 2021–2025

Tahun	Curah hujan maksimum (mm)
2016	106
2017	117
2018	123
2019	129
2020	138
2021	100
2022	135

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.362

2023	110
2024	125
2025	140

Sumber: Balai Wilayah Sungai Sumatera – 1 (2026)

Berdasarkan Tabel 1, curah hujan maksimum tahunan berkisar antara 100 mm hingga 140 mm. Curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 2025 sebesar 140 mm, sedangkan curah hujan terendah terjadi pada tahun 2021 sebesar 100 mm. Data maksimum tahunan digunakan karena mampu merepresentasikan kejadian hujan ekstrem yang berpotensi menimbulkan banjir pada wilayah penelitian.

Penggunaan data selama **10 tahun** bertujuan meningkatkan representativitas analisis hidrologi dibandingkan penggunaan data dengan periode yang lebih pendek. Data tersebut merupakan data maksimum tahunan yang tersedia pada instansi pengelola sumber daya air dan digunakan sebagai dasar analisis hujan rencana.

3.2 Hasil Perhitungan Distribusi Curah Hujan Menggunakan Metode Gumbel

Parameter statistik menunjukkan karakteristik sebaran data hujan maksimum tahunan yang selanjutnya digunakan untuk menentukan hujan rencana menggunakan Distribusi Gumbel. Pemeriksaan ulang seluruh parameter statistik dilakukan untuk memastikan konsistensi hasil analisis, terutama nilai koefisien variasi (Cv),

Hasil analisis statistik data curah hujan maksimum tahunan menggunakan distribusi Gumbel ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter statistik distribusi Gumbel

Parameter	Nilai
Rata-rata curah hujan ($\bar{R}$)	122,3 mm
Standar deviasi (SR)	13,81
Koefisien variasi (Cv)	0,119
Koefisien kemencengan (Cs)	−0,2978
Koefisien kurtosis (Ck)	2,8844

Sumber: Hasil analisis (2026)

Berdasarkan Tabel 2, nilai koefisien kemencengan (Cs) bernilai negatif yang menunjukkan bahwa distribusi data cenderung miring ke kiri. Sementara itu, nilai kurtosis yang tinggi menunjukkan distribusi yang bersifat leptokurtik sehingga terdapat perbedaan yang cukup besar antara kejadian hujan normal dan hujan ekstrem. Hasil perhitungan curah hujan rencana menggunakan distribusi Gumbel untuk beberapa kala ulang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Curah hujan rencana hasil distribusi Gumbel

Kala ulang (tahun)	Curah hujan rencana (mm)
2	120,43
5	136,91
10	147,82

Tabel 3 menunjukkan bahwa curah hujan rencana meningkat seiring dengan bertambahnya kala ulang. Curah hujan rencana untuk kala ulang 10 tahun sebesar 147,82 mm dipilih sebagai dasar perencanaan karena dianggap mampu mewakili kondisi hujan ekstrem yang berpotensi

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.362

menimbulkan banjir pada wilayah studi. Untuk memastikan bahwa Distribusi Gumbel sesuai digunakan pada data penelitian, dilakukan uji Kolmogorov–Smirnov (K–S). Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai D maksimum hasil perhitungan dengan D kritis berdasarkan jumlah data dan tingkat kepercayaan 95%. Distribusi dinyatakan memenuhi apabila $D_{maks} < D_{kritis}$.

Tabel 4. Hasil Akhir Uji Kesesuaian Smirnov Kolmogorov

Jenis Distribusi	Selisih Maksimum $\Delta D_{\max}$	Nilai Kritis (ΔD_{kritis})	Syarat Uji ($\Delta D_{\max} < \Delta D_{\text{kritis}}$)
Normal	0,1049	0,410	0,1049<0,410
Gumbel	0,0939	0,410	0,0939<0,410

Baik **Distribusi Gumbel** ($\Delta P_{\max} = 0{,}1049$) maupun **Distribusi Normal** ($\Delta P_{\max} = 0{,}0939$) memiliki nilai selisih maksimum yang jauh lebih kecil daripada nilai batas kritis Kolmogorov-Smirnov ($\Delta P_{\text{kritis}} = 0{,}410$). Dengan demikian, kedua distribusi frekuensi tersebut secara statistik dinyatakan **diterima (layak)**

3.3 Hasil Perhitungan Debit Puncak Limpasan Menggunakan Metode Rasional

Perhitungan intensitas hujan dan debit puncak limpasan dilakukan menggunakan Metode Rasional. Rekapitulasi hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Debit Puncak Limpasan Berdasarkan Kala Ulang

S	Curah Hujan Max RT(mm)	Intensitas Hujan It (mm/jam)	Debit Limpasan Q (m^3/detik)
0,0002	120,43	20,06	39,00
0,0002	136,91	22,80	44,34
0,0002	147,82	24,62	47,87

Sumber: Hasil analisis (2026)

Berdasarkan Tabel 4, intensitas hujan meningkat seiring dengan bertambahnya kala ulang. Intensitas hujan tertinggi terjadi pada kala ulang 10 tahun sebesar 24,62 mm/jam dengan debit limpasan 47,87 m^3/detik. Nilai ini menunjukkan bahwa wilayah penelitian memiliki potensi limpasan yang cukup besar sehingga memerlukan sistem pengendalian banjir yang memadai.

Pemilihan kala ulang 10 tahun sebagai dasar perencanaan bertujuan untuk memberikan tingkat keamanan yang lebih tinggi terhadap risiko banjir. Dengan demikian, sistem polder yang direncanakan diharapkan mampu mengendalikan limpasan pada kondisi hujan ekstrem.

3.4 Perencanaan Kolam Polder

Berdasarkan hasil analisis hidrologi dan perhitungan volume limpasan, diperoleh dimensi kolam polder dan kapasitas pompa yang direncanakan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Dimensi kolam polder dan kapasitas pompa

Parameter	Nilai
Panjang kolam	400 m
Lebar kolam	360 m
Kedalaman efektif	6,25 m
Volume Tampungan	900.000 m^3

Sumber: Hasil analisis (2026)

Volume tampungan dihitung berdasarkan dimensi kolam sehingga diperoleh kapasitas sebesar 900.000 m^3. Kapasitas ini dirancang untuk menampung limpasan sebelum dipompa menuju badan

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.362

air penerima. Penentuan dimensi juga mempertimbangkan kondisi lahan yang tersedia sehingga desain yang dihasilkan dapat diterapkan secara teknis.

3.5 Perencanaan Sistem Pompa

Sistem pompa dirancang untuk mengeluarkan air dari kolam menuju badan air penerima ketika kondisi pasang laut telah memungkinkan.

Tabel 6. Kapasitas Pompa

Parameter	Nilai
Kapasitas total	10 m^3/detik
Pompa operasional	2 unit
Pompa cadangan	1 unit

Sumber: Hasil analisis (2026)

Berdasarkan Tabel 6, kolam polder direncanakan memiliki dimensi 400 m × 360 m × 4,50 m dengan dukungan tiga unit pompa operasional. Sistem ini dirancang dengan mempertimbangkan kondisi topografi yang relatif datar, curah hujan ekstrem, serta pengaruh pasang surut laut yang terjadi di wilayah pesisir. Konfigurasi dua pompa operasional dan satu pompa cadangan dipilih untuk meningkatkan keandalan sistem. Keberadaan pompa cadangan memungkinkan operasi tetap berjalan apabila salah satu pompa mengalami gangguan, sehingga risiko kegagalan sistem dapat diminimalkan.

Secara konseptual, kolam polder berfungsi sebagai tampungan sementara yang mampu mengurangi debit puncak limpasan sebelum air dipompa menuju badan air penerima. Dengan adanya tampungan dan sistem pompa tersebut, beban saluran drainase dapat dikurangi sehingga risiko genangan pada kawasan permukiman menjadi lebih kecil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem polder merupakan alternatif yang efektif untuk mengendalikan banjir rob di Desa Pasir Kabupaten Aceh Barat. Keberhasilan sistem ini tidak hanya ditentukan oleh kapasitas kolam dan pompa, tetapi juga oleh pengelolaan drainase dan pemeliharaan infrastruktur secara berkelanjutan.

3.6 Evaluasi Efektivitas Kolam Polder

Efektivitas kolam dievaluasi dengan membandingkan kapasitas tampungan terhadap volume limpasan hasil analisis hidrologi.

Tabel 7. Evaluasi Efektivitas Kolam

Parameter	Nilai
Volume Limpasan	690.928 m^3
Volume Tampungan	900.000 m^3
Persentase Tampungan	130,26%

Sumber: Hasil analisis (2026)

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kapasitas tampungan kolam dirancang untuk mengakomodasi volume limpasan rencana. Dengan dukungan sistem pompa berkapasitas 10 m^3/detik, kolam polder mampu mengurangi risiko genangan pada kawasan penelitian. Efektivitas ini menunjukkan bahwa kombinasi antara tampungan sementara dan sistem pemompaan merupakan pendekatan yang sesuai untuk pengendalian banjir rob di kawasan pesisir.

4. KESIMPULAN

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.362

Berdasarkan hasil analisis hidrologi dan perencanaan sistem polder di Desa Pasir, Kabupaten Aceh Barat, diperoleh curah hujan rencana periode ulang 10 tahun sebesar 147,82 mm dengan intensitas hujan sebesar 24,62 mm/jam. Hasil perhitungan menggunakan Metode Rasional menghasilkan debit puncak limpasan sebesar 47,87 m^3/detik, yang memerlukan sistem pengendalian banjir untuk menampung volume total limpasan sebesar 690.928 m^3 secara efektif.

Selain itu, melalui hasil perencanaan, kolam polder dirancang berdimensi panjang 400 m dan lebar 360 m. Dengan variasi kedalaman efektif 4,50 m (kapasitas tampungan 648.000 m^3, efektivitas 93,8%) hingga 6,25 m (kapasitas tampungan 900.000 m^3, efektivitas 130,3%). Untuk mendukung operasional sistem polder, disediakan stasiun pemompaan dengan kapasitas total 10 m^3/detik yang terdiri atas dua unit pompa operasional (2 × 5 m^3/detik) dan satu unit pompa cadangan (1 × 5 m^3/detik) untuk menjaga keandalan sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem polder sangat efektif menjadi alternatif pengendalian banjir rob di Desa Pasir, Kabupaten Aceh Barat, karena mampu menampung seluruh limpasan hujan dan mengendalikan genangan pada kawasan permukiman pesisir.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Ananda, N., Sari, I. O., Zahro, I. N. A., Perkasa, M. D. R., Permana, F. S. E., Hadianto, N. K., & Al Amin, M. N. F. (2026). Manajemen Bencana Banjir Rob dalam Meningkatkan Ketahanan Masyarakat di Kelurahan Simo Surabaya. *Jurnal Ilmu Administrasi Negara*, *23*(1), 46-62.

Arbaningrum, R. (2018). Pemodelan Pola Operasi Sistem Pompa Pada Desain Polder Guna Mitigasi Banjir Dan Rob Di Wilayah Semarang Timur. *Teknik*, *39*(2), 2018.

Aziz, H. A. A., Putri, L. A. A. E., Setiawan, W., Dewi, V. A. K., & Dewi, M. S. S. (2025). Perencanaan Seawall Modifikasi Polder Berbasis Self-Closing Flood Barrier Dan Smart Water Squares Pada Kawasan Pesisir. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 621-634.

Horison, M. K., & Surya, R. (2025). Penerapan Arsitektur Regeneratif Berbasis Sistem Polder Dan Material Biodegradable Di Kawasan Kumuh Pesisir Penjaringan, Jakarta Utara. *Jurnal Sains, Teknologi, Urban, Perancangan, Arsitektur (Stupa)*, *7*(2), 323-338.

Lubis, F. (2016). Analisa frekuensi curah hujan terhadap kemampuan drainase pemukiman di kecamatan kandis. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, *2*(1), 34-46.

Rahmawati, E., Rahmawati, A. W., Suripin, S., & Kurniani, D. (2017). Pengembangan Drainase Sistem Polder Sungai Sringin Kota Semarang. *Jurnal karya teknik sipil*, *6*(1), 281-290.

Rumaropen, O. O., Sitorus, Y. L., Labok, A. M., & Juliana, A. (2026). Studi Pengelolaan Drainase sebagai Upaya Mitigasi Bencana Banjir di Distrik Waisai Kabupaten Raja Ampat. *IPTEKIN Jurnal Kebijakan Pembangunan dan Inovasi*, *8*(2), 101-117.

Sakti, P. E., Basri, H., & Satriyo, P. (2026). Dampak Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Debit Puncak Das Tiro Berdasarkan Metode Rasional (The Impact of Land Cover Change on Peak Discharge in the Tiro Watershed Using the Rational Method). *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Journal of Watershed Management Research)*, *10*(1), 1-18.

Parse, F. A. (2018). Perencanaan saluran drainase dengan analisis debit banjir metode rasional (Studi kasus Desa Petapahan Kecamatan Gunung Toar). *Jurnal Perencanaan, Sains dan Teknologi (JUPERSATEK)*, *1*(2), 31-43.

Putriana, D. A., Ismail, L., Suripin, S., & Parmantoro, P. N. (2012). Perencanaan Sistem Polder Kota Lama Semarang. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, *1*(1), 1-10.

Yusuf, R. M., Rachmat, B., Barkah, M. N., & Arfiansyah, K. (2021). Analisis Debit Banjir Dengan Membandingkan Nilai Debit Banjir Metode Rasional Dan Kapasitas Debit Aliran Sungai Pada Sub-DAS Ciwaringin Kabupaten Majalengka Provinsi Jawa Barat. *Geoscience Journal*, *5*(4), 424-432.

https://doi.org/10.37598/tameh.v15i1.362