

ANALISIS SPASIAL KEBERADAAN REST AREA DI SEPANJANG JALAN TOL SUMATERA UTARA BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)

Maria Dwi Sianipar¹, M. Farouq Ghazali M²

¹Universitas Negeri Medan, Indonesia

²Universitas Negeri Medan, Indonesia

Corresponden E-mail: mariasianipar2022@gmail.com

ARTICLE INFO	Abstract
Diterima: 05 September 2025 Direvisi: 10 September 2025 Disetujui: 18 September 2025 Tersedia Daring: 30 Oktober 2025 Keywords : <i>Spatial Analysis, Rest Areas, Toll Roads, Geographic Information Systems (GIS)</i>	<i>This study aims to analyze the spatial existence of rest areas along the North Sumatra Toll Road based on Geographic Information Systems (GIS). The population in this study is all toll road sections in North Sumatra Province as part of the Trans-Sumatra Toll Road network. Based on the results of research on the spatial analysis of the existence of rest areas along the North Sumatra Toll Road based on Geographic Information Systems (GIS), the following conclusions were obtained: Based on the results of the location suitability analysis using the GIS-Weighted Overlay method, the level of land suitability for the construction of rest areas along the North Sumatra Toll Road is divided into four classes. The Less Suitable class is the most dominant class with an area of 262,746 km² (36.46%), followed by the Unsuitable class covering an area of 207,464 km² (28.79%), the Suitable class covering an area of 160,347 km² (22.25%), and the Very Suitable class covering an area of 90,157 km² (12.51%) of the total analysis area of 720,713 km². These results indicate that only some areas truly meet the physical and spatial requirements for rest area development, while most areas still have limitations in one or more analysis parameters. Based on weighting using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method, it was found that slope gradient is the most influential parameter in determining the location of rest areas with a weight of 59.7%, followed by land use at 19.3%, distance to the toll road at 10.5%, distance between rest areas at 6.5%, and flood hazard at 4.0%. Based on the results of spatial analysis and AHP weighting, locations included in the Very Suitable class are recommended as strategic locations for the construction of new rest areas along the North Sumatra Toll Road. The results of the study indicate that the integration of GIS and AHP methods is able to produce objective location recommendations by considering five main parameters, namely slope gradient, land use, distance to the toll road, distance between rest areas, and flood hazard.</i>
ABSTRAK	
Kata Kunci: <i>Analisis Spasial, Rest Area; Jalan Tol; Sistem Informasi Geografis (SIG)</i>	Penelitian ini bertujuan untuk Analisis Spasial Keberadaan Rest Area Di Sepanjang Jalan Tol Sumatera Utara Berbasis Sistem Informasi Geografis (Sig). Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh ruas jalan tol yang berada di Provinsi Sumatera Utara sebagai bagian dari jaringan Jalan Tol Trans-Sumatera .Berdasarkan hasil penelitian mengenai Analisis Spasial Keberadaan Rest Area di Sepanjang Jalan Tol Sumatera Utara Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG), maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:Berdasarkan hasil analisis kesesuaian lokasi menggunakan metode SIG-Weighted Overlay, tingkat kesesuaian lahan untuk pembangunan rest area di sepanjang Jalan Tol Sumatera Utara terbagi menjadi empat kelas. Kelas Kurang Sesuai merupakan kelas yang paling dominan dengan luas 262,746 km² (36,46%), diikuti kelas Tidak Sesuai seluas 207,464 km² (28,79%), kelas Sesuai seluas 160,347 km² (22,25%), dan kelas Sangat Sesuai seluas 90,157 km² (12,51%) dari total wilayah analisis sebesar 720,713 km². Hasil ini menunjukkan bahwa

hanya sebagian wilayah yang benar-benar memenuhi persyaratan fisik dan spasial untuk pembangunan rest area, sedangkan sebagian besar wilayah masih memiliki keterbatasan pada satu atau lebih parameter analisis. Berdasarkan pembobotan menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP), diperoleh bahwa kemiringan lereng merupakan parameter yang paling berpengaruh dalam penentuan lokasi rest area dengan bobot 59,7%, diikuti penggunaan lahan sebesar 19,3%, jarak terhadap jalan tol sebesar 10,5%, jarak antar rest area sebesar 6,5%, dan bahaya banjir sebesar 4,0%. Berdasarkan hasil analisis spasial dan pembobotan AHP, lokasi-lokasi yang termasuk dalam kelas Sangat Sesuai direkomendasikan sebagai lokasi strategis pembangunan rest area baru di sepanjang Jalan Tol Sumatera Utara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi metode SIG dan AHP mampu menghasilkan rekomendasi lokasi yang objektif dengan mempertimbangkan lima parameter utama, yaitu kemiringan lereng, penggunaan lahan, jarak terhadap jalan tol, jarak antar rest area, dan bahaya banjir.

© 2025
This Is An Open Access Article Under CC-BY License



1. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur transportasi merupakan bagian penting dalam mendorong pertumbuhan ekonomi, meningkatkan kemampuan bersaing daerah, serta menyeimbangkan pembangunan di berbagai wilayah (Alfiansyah et al., 2023). Dalam konteks pembangunan nasional, jalan raya memegang peranan strategis sebagai penghubung antar pusat kegiatan ekonomi, kawasan industri, permukiman, serta wilayah-wilayah yang memiliki potensi sumber daya alam dan pariwisata (Bappenas, 2020). Di antara berbagai jenis jalan raya, jalan tol memiliki karakter-istik sebagai jalan yang bebas hambatan dengan pelayanan lebih baik dibandingkan jalan utama umum. Jalan tol dibuat agar bisa mendukung laju kecepatan tinggi, membuat lalu lintas lebih lancar, dan menghemat waktu tempuh secara signifikan. Oleh karena itu, pembangunan jalan tol sering dijadikan sebagai indikator kemajuan infrastruktur suatu negara, khususnya di negara berkembang yang sedang mengalami pertumbuhan ekonomi dan peningkatan kebutuhan mobilitas masyarakat (Aprianto et al., 2021).

Indonesia sebagai negara kepulauan dengan wilayah yang luas menghadapi tantangan besar dalam membangun sistem transportasi darat yang terintegrasi. Tantangan tersebut berkaitan dengan upaya menghubungkan pusat-pusat pertumbuhan ekonomi antar daerah serta mengurangi ketimpangan pembangunan wilayah. Pemerintah Indonesia menganggap pembangunan jalan tol sebagai bagian dari strategi nasional untuk memperkuat konektivitas wilayah dan menurunkan disparitas antar daerah. Salah satu proyek pembangunan infrastruktur nasional yang penting adalah pembangunan Jalan Tol Trans-Sumatera. Pembangunan Jalan Tol Trans-Sumatera (JTTS) dirancang untuk memperkuat konektivitas antarwilayah di Pulau Sumatera dengan total

panjang jaringan tol yang direncanakan mencapai sekitar 2.812 km (Kumparan, 2025). Jalan tol ini direncanakan melintasi dari Provinsi Lampung hingga Aceh dan berfungsi sebagai tulang punggung transportasi darat di Pulau.

Salah satu daerah yang mengalami kemajuan pesat dalam pembangunan infrastruktur jalan tol trans sumatera yaitu Provinsi Sumatera Utara. Di wilayah ini, beberapa jalur jalan tol yang sudah beroperasi dapat dilihat berdasarkan tabel 1.

Tabel 1. Data Panjang Ruas Jalan Tol

No	Ruas Jalan Tol	Seksi	Panjang (KM)
1.	Tol Kuala Tanjung - Tebing Tinggi - Parapat ±68,4 km	1. Tebing Tinggi - Indrapura	±22,85
		2. Indrapura - Kuala Tanjung	±15,60
		3. Tebing Tinggi - Serblawan	±30
2.	Tol Indrapura - Kisaran ±47,6 km	1. LIMPULUH - Indrapura	±15
		2. Limapuluh - Kisaran	±32
3.	Tol Medan - Binjai - Pangkalan Brandan ±47,7 km	1. Medan Binjai	±17
		2. Binjai - Stabat	±11,80
		3. Stabat - Tanjung Pura	±18,40
4.	Tol Medan-Kualanamu-Tebing Tinggi ±61,8 km	1. Medan - Perbarakan	± 17,80
		2. Perbarakan-Bandar Khalipah	±7,90
		3. Bandar Khalipah - Bandara Internasional Kualanamu	±26
		4. Bandar Khalipah - Tebing Tinggi	±26
5.	Tol Medan - Belawan - Tanjung Morawa (Belmera) ±42,7 km	1. Tanjung Morawa - Medan	±15
		2. Medan - Belawan	±10
		3. Medan - Tanjung Muli	±17

Berdasarkan Tabel dapat diketahui bahwa jaringan jalan tol di Provinsi Sumatera Utara terdiri dari beberapa ruas yang saling terhubung dengan total panjang lebih dari ±270 km. Ruas-ruas tersebut meliputi Kuala Tanjung - Tebing Tinggi - Parapat, Indrapura - Kisaran, Medan - Binjai - Pangkalan Brandan, Belawan - Medan - Tanjung Morawa, Medan - Kualanamu -Tebing Tinggi, yang merupakan bagian dari jaringan Jalan Tol Trans Sumatera (BPJT, 2024). Pembangunan ruas-ruas tol tersebut bertujuan untuk meningkatkan konektivitas antarwilayah, mempercepat mobilitas masyarakat, serta mendukung distribusi barang dan jasa antar pusat kegiatan ekonomi di wilayah Sumatera Utara (PUPR, 2023). Dengan bertambahnya panjang jaringan jalan tol yang beroperasi, kapasitas infrastruktur transportasi di wilayah Sumatera Utara juga semakin meningkat. Kondisi ini memungkinkan terjadinya peningkatan mobilitas masyarakat dan aktivitas ekonomi antarwilayah (Arribe & Gulo, 2023). Peningkatan mobilitas tersebut

juga tercermin dari tingginya volume lalu lintas kendaraan yang melintas pada beberapa ruas jalan tol di wilayah ini (BPJT, 2022). Volume lalu lintas merupakan salah satu indikator penting dalam perencanaan fasilitas pendukung jalan tol, termasuk penyediaan rest area yang memadai bagi pengguna jalan (Arfiansyah et al., 2024).

Tabel 2. Data Volume Lalu Lintas

No	Ruas Jalan Tol	Seksi	Volume 2024 (Kend / Tahun)	Volume 2025 (Kend / Tahun)
1.	Tol Kuala Tanjung - Tebing Tinggi - Parapat ±68,4 km	Tebing Tinggi - Indrapura Indrapura - Kuala Tanjung Tebing Tinggi - Serblawan	5.183.000 4.124.500 3.832.500	5.511.500 4.380.000 4.088.000
2.	Tol Indrapura - Kisaran ±47,6 km	Limpuluh Indrapura Limapuluh - Kisaran	3.428.000 3.431.000	3.504.000 3.686.500
3.	Tol Medan - Binjai - Pangkalan Brandan ±47,7 km	Medan Binjai Binjai - Stabat Stabat - Tanjung Pura	12.702.000 7.884.000 7.008.000	13.213.000 8.395.000 7.482.500
4.	Tol Medan - Kualanamu - Tebing Tinggi ±61,8 km	Medan - Perbarakan Perbarakan-Bandar Khalipah Bandar Khalipah - Bandara Internasional Kualanamu Bandar Khalipah - Tebing Tinggi	15.330.000 14.417.500 13.505.000 10.220.000	16.169.500 15.038.000 14.162.000 10.950.000

Berdasarkan tabel 1.2 volume lalu lintas tahun 2024–2025, terlihat bahwa sebagian besar ruas jalan tol di Provinsi Sumatera Utara mengalami peningkatan jumlah kendaraan yang melintas (BPJT, 2024). Peningkatan panjang ruas Jalan Tol dan kenaikan volume lalu lintas kendaraan mendorong meningkatnya kebutuhan akan fasilitas pendukung jalan tol (Kementerian PUPR, 2023). Jalan tol tidak hanya memerlukan bangunan fisik seperti jalan dan persimpangan, tetapi juga membutuhkan fasilitas tambahan yang bertujuan untuk memastikan keselamatan, kenyamanan dan kualitas layanan bagi pengguna jalan. Salah satu fasilitas pendukung yang memiliki peran penting adalah area istirahat atau tempat beristirahat dan pelayanan (Cook & Pétursson, 2025).

Rest area adalah fasilitas yang disediakan di sepanjang jalan tol untuk memenuhi kebutuhan dasar pengguna jalan, seperti beristirahat, makan dan minum, beribadah,

mengisi bahan bakar, serta melakukan pengecekan kendaraan. Dalam sistem transportasi modern, area istirahat tidak hanya dilihat sebagai tempat singgah sementara, tetapi juga menjadi elemen penting dalam sistem keselamatan lalu lintas dan pelayanan publik (Desy Mei Dina & Amin, 2023). Tersedianya rest area yang cukup membantu mengurangi rasa lelah para pengemudi, meningkatkan perhatian mereka, dan mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan di jalan tol (Douhan et al., 2023). Kelelahan yang dialami pengemudi berkontribusi signifikan terhadap terjadinya kecelakaan lalu lintas, terutama pada perjalanan jarak jauh di jalan tol. Tingkat kelelahan yang tinggi dapat menyebabkan penurunan fokus berkendara, memperlambat respons pengemudi terhadap situasi lalu lintas, serta meningkatkan risiko terjadinya *microsleep* yang dapat berakibat fatal (Aprianto et al., 2021). Kemungkinan terjadinya kecelakaan meningkat secara nyata ketika pengemudi melakukan perjalanan jarak jauh tanpa disertai waktu istirahat yang memadai (Fitria & Mardiningsih, 2024).

Kehadiran *rest area* juga telah diakui secara internasional sebagai bagian penting dari sistem keselamatan jalan tol. Studi di berbagai negara menunjukkan bahwa fasilitas istirahat di sepanjang jalan tol berperan besar dalam menjaga keselamatan pengguna jalan serta meningkatkan kualitas pelayanan jaringan transportasi (Giofandi et al., 2023). *Rest area* juga memberi dampak sosial dan ekonomi karena menyediakan tempat bagi usaha kecil, menengah, dan mikro serta menciptakan pekerjaan di sekitar jalan tol (Harseno & Tampubolon, 2007).

Pengelolaan dan penyediaan *rest area* pada jalan tol di Indonesia diatur melalui ketentuan Standar Pelayanan Minimal (SPM) Jalan Tol yang dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Berdasarkan Peraturan Menteri PUPR Nomor 10 Tahun 2018, tempat istirahat dan pelayanan pada jalan tol diklasifikasikan menjadi beberapa tipe, yaitu Tipe A, Tipe B, dan Tipe C, yang dibedakan berdasarkan kelengkapan fasilitas dan skala pelayanannya (PUPR, 2018). Pada jaringan jalan tol di Provinsi Sumatera Utara, beberapa *rest area* telah dibangun untuk mendukung aktivitas pengguna jalan. *Rest area* yang telah dibangun dapat dilihat berdasarkan tabel 3.

Tabel 3. Data Tipe Rest Area

No	Ruas Jalan Tol	Lokasi Rest Area	Tipe Rest Area	Fasilitas
1.	Tol Medan - Kualanamu - Tebing Tinggi	KM 65 A	Tipe A	SPBU, Mushola, toilet, restoran, minimarket, area parkir (Lengkap)
		KM 65 B	Tipe A	SPBU, Mushola, toilet, restoran, minimarket, area parkir (Lengkap)
2.	Tol Tebing Tinggi - Indrapura - Parapat	KM 99 A	Tipe A	SPBU, Mushola, toilet, restoran, minimarket, area parkir (Lengkap)

		KM 99 B	Tipe A	SPBU, Mushola, toilet, restoran,minimarket,area parkir (Lengkap)
2.	Tol Binjai - Langsa	KM 41 A	Tipe A	SPBU modular, mushola, toilet, minimarket, area par-ker
		KM 41 B	Tipe A	SPBU modular, mushola, toilet, minimarket, area parkir
3.	Tol Indrapura - Kisaran	KM 118 A	Tipe B	Toilet,mushola, area parkir
		KM 119 B	Tipe B	Toilet,mushola, area parkir
		KM 145 A	Tipe A	SPBU, mushola, toilet, area parker
		KM 145 B	Tipe A	SPBU, mushola, toilet, area parkir

Berdasarkan tabel perbedaan tipe *rest area* menunjukkan adanya variasi tingkat pelayanan fasilitas yang tersedia bagi pengguna jalan tol di wilayah Sumatera Utara (PUPR,2018). Meskipun beberapa *rest area telah* tersedia, distribusi dan penempatannya belum memenuhi kebutuhan pengguna jalan secara optimal. Berdasarkan Tabel 2 dan Tabel 3 dapat diketahui bahwa tidak semua ruas jalan tol di Provinsi Sumatera Utara memiliki fasilitas *rest area*. Dari lima ruas jalan tol yang beroperasi, hanya empat ruas jalan tol yang telah memiliki *rest area*, yaitu ruas Tol Medan–Kualanamu–Tebing Tinggi, Tol Kuala Tanjung–Tebing Tinggi–Parapat, Tol Indrapura-Kisaran, dan Tol Binjai-Langsa. Sementara itu, masih terdapat beberapa ruas jalan tol yang belum memiliki fasilitas *rest area*, yaitu Tol Medan–Belawan–Tanjung Morawa (Belmera) (BPJT, 2023). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa Penyediaan fasilitas tempat istirahat di sepanjang jaringan jalan tol Sumatera Utara belum merata. Beberapa ruas jalan tol memiliki panjang lintasan yang cukup besar serta volume lalu lintas kendaraan yang tinggi, namun belum didukung oleh keberadaan *rest area* sebagai fasilitas pendukung perjalanan (Harudu et al., 2024).

Rest area merupakan fasilitas penting pada jalan tol yang berfungsi sebagai tempat bagi pengguna jalan untuk beristirahat serta memperoleh berbagai layanan dasar perjalanan guna meningkatkan kenyamanan dan keselamatan berkendara (PUPR, 2018). Sebagai contoh, ruas Tol Kuala Tanjung–Tebing Tinggi–Parapat memiliki panjang sekitar ±68,4 km yang menghubungkan kawasan industri Kuala Tanjung dengan wilayah tengah Sumatera Utara.

Dengan panjang ruas yang cukup signifikan tersebut, ketiadaan *rest area* berpotensi menyebabkan pengemudi melakukan perjalanan jarak relatif jauh tanpa fasilitas istirahat yang memadai. Padahal, keberadaan tempat istirahat pada jalan tol diperlukan untuk mengurangi kelelahan pengemudi yang dapat meningkatkan risiko kecelakaan lalu lintas (PUPR, 2014). Selain itu, pada ruas Tol Medan–Belawan–Tanjung Morawa (Belmera) yang merupakan salah satu jalur dengan aktivitas kendaraan cukup padat karena menghubungkan kawasan Pelabuhan Belawan dengan Kota Medan serta kawasan industri Tanjung Morawa, juga belum tersedia *rest area* resmi. Kondisi ini berpotensi menimbulkan keterbatasan fasilitas bagi pengguna jalan tol untuk

beristirahat, terutama bagi pengemudi kendaraan logistik dan perjalanan jarak menengah. Ketidakseimbangan distribusi rest area ini menunjukkan bahwa masih terdapat segmen ruas tol dengan jarak pelayanan rest area yang cukup panjang atau bahkan belum terlayani sama sekali. Oleh karena itu, diperlukan analisis spasial yang lebih mendalam untuk mengidentifikasi lokasi-lokasi yang paling sesuai dan strategis bagi pembangunan rest area baru agar penyediaan fasilitas tersebut dapat lebih merata dan memenuhi standar pelayanan jalan tol (BPJT, 2023).

Penentuan lokasi *rest area* juga perlu mempertimbangkan berbagai faktor spasial seperti kondisi topografi, penggunaan lahan, tingkat kerawanan bencana, serta aksesibilitas wilayah. Tanpa perencanaan yang matang, pembangunan *rest area* berpotensi menimbulkan permasalahan teknis maupun lingkungan seperti konflik penggunaan lahan, risiko banjir, maupun ketidaksesuaian lokasi terhadap kondisi geografis wilayah (Laskara, 2021).

Penggunaan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) menjadi sangat penting dalam membantu analisis spasial untuk menentukan lokasi fasilitas publik secara lebih objektif dan berbasis data. SIG memungkinkan integrasi berbagai data spasial seperti kemiringan lereng, penggunaan lahan, jarak terhadap jalan tol, jarak antar *rest area* *eksisting*, serta potensi kerawanan bencana dalam satu sistem analisis terpadu (Mahayani, 2024). Selain itu, proses pengambilan keputusan dalam penentuan lokasi yang melibatkan banyak kriteria dapat didukung dengan metode *Multi Criteria Decision Making* (MCDM). Salah satu metode yang banyak digunakan adalah *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang berfungsi untuk menentukan tingkat kepentingan relatif dari setiap kriteria melalui proses pembobotan berdasarkan penilaian para ahli (Makkulawu et al., 2023).

Sistem Informasi Geografis (SIG) digunakan untuk menganalisis spasial terkait keberadaan *rest area* yang dapat dilaksanakan dengan lebih mendalam dengan mempertimbangkan berbagai elemen fisik dan geografis dari area tersebut. Penelitian ini memungkinkan untuk meneliti pola distribusi *rest area* yang sudah ada di sepanjang jalur tol dan keterkaitannya dengan kondisi lingkungan di seki-tarnya. Parameter spasial seperti kemiringan, penggunaan lahan, jarak ke jalan tol, dan jarak antar *rest area* yang sudah ada dapat dianalisis untuk menilai tingkat kesesuaian lokasi dan aksesibilitas fasilitas *rest area* bagi pengguna jalan tol (Makmur, 2021).

Selain itu, analisis spasial juga dapat memberi gambaran mengenai keberadaan *rest area* yang sekarang telah tersebar dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan para pengguna jalan. Informasi ini penting untuk menilai kualitas layanan fasilitas *rest area* di sepanjang jaringan tol, khususnya sehubungan dengan aspek keamanan, kenyamanan, dan efisiensi perjalanan bagi para pengguna. Oleh karena itu, pendekatan yang berbasis SIG tidak hanya berfungsi untuk memetakan lokasi *rest area*, tetapi juga untuk mengkaji hubungan antara penyebaran fasilitas ini dengan karakteristik geografis dari wilayah yang dilalui (Malczewski, 2020).

Berdasarkan kondisi tersebut, maka penelitian dengan judul “Analisis Spasial Keberadaan Rest Area di Sepanjang Jalan Tol Sumatera Utara Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG)” menjadi penting untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk

menganalisis persebaran serta kesesuaian keberadaan *rest area* di sepanjang jaringan jalan tol di Provinsi Sumatera Utara melalui pendekatan analisis spasial berbasis SIG. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai distribusi *rest area* serta menjadi bahan pertimbangan dalam perencanaan pengembangan fasilitas pelayanan jalan tol yang lebih efektif dan sesuai dengan kondisi geografis wilayah.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan pada koridor Jalan Tol di sepanjang Provinsi Sumatera Utara yang mencakup ruas yaitu Tol Kuala Tanjung - Tebing Tinggi - Parapat, Tol Indrapura - Kisaran, Tol Medan - Binjai - Pangkalan Brandan, Tol Medan - Kualanamu - Tebing Tinggi, serta Tol Belawan - Medan - Tanjung Morawa, sebagaimana disajikan pada Tabel 3.1. Alasan peneliti memilih lokasi ini didasarkan pada belum meratanya ketersediaan *rest area* di sepanjang jalan tol Sumatera Utara serta belum optimalnya penentuan lokasi berbasis analisis spasial (Malingreau, 1977).

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh ruas jalan tol yang berada di Provinsi Sumatera Utara sebagai bagian dari jaringan Jalan Tol Trans-Sumatera. Unit analisis penelitian berupa grid raster atau satuan spasial wilayah hasil proses buffering sejauh ± 5 km dari as jalan tol. Setiap unit spasial dianalisis berdasarkan kriteria kesesuaian lokasi *rest area*.

Sampel dalam penelitian ini ditentukan menggunakan teknik total sampling, yaitu seluruh unit lahan di sepanjang koridor Jalan Tol Sumatera Utara. Seluruh data spasial yang relevan, seperti kemiringan lereng, penggunaan lahan, risiko banjir, jarak terhadap jalan tol, dan kawasan lindung, dianalisis secara menyeluruh tanpa melakukan pengambilan sebagian wilayah tertentu (Nugroho et al., 2021). Penggunaan total sampling dilakukan untuk memperoleh gambaran kesesuaian lahan yang komprehensif dan objektif pada seluruh jaringan Jalan Tol Sumatera Utara.

Untuk memperoleh data yang diperlukan dalam penentuan lokasi strategis *rest area* pada koridor jalan tol di maka dilakukan teknik pengumpulan data sebagai berikut:

Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan cara menghimpun data spasial dan non-spasial yang bersumber dari instansi resmi dan sumber terpercaya. Data sekunder yang digunakan meliputi peta jaringan jalan tol, peta administrasi wilayah, peta penggunaan lahan, peta kemiringan lereng (DEM), peta daerah rawan banjir, data lokasi *rest area* eksisting, serta citra satelit. Kuisisioner, proses tanya-jawab guna mendapatkan informasi mengenai penggunaan lahan secara berhadapan atau bertemu dengan informan ahli (*expert judgment*) yang berperan dalam penentuan bobot kriteria metode Analytical Hierarchy Process (AHP) serta validasi kebijakan dan kondisi spasial wilayah penelitian. Informan terdiri atas pemangku kepentingan terkait infrastruktur jalan tol, meliputi BAPPERIDA Provinsi Sumatera Utara, Pengelola Tol Provinsi Sumatera Utara (Jasamarga Tol), serta akademisi PWK Universitas Sumatera Utara (USU) dan Pengunjung Rest Area. 3. Studi literatur dan dokumentasi, proses pencarian informasi melalui data tertulis atau lainnya (sekunder) yang diperoleh dari berbagai sumber terkait (Paelinck & P., 2008).

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif kuantitatif. Peneliti memilih pendekatan ini karena penelitian ini berfokus pada proses pengamatan mendalam serta analisis data secara teliti dan sistematis. Proses analisis ini dilakukan melalui dua cara yaitu pemberian skor dan overlay. Pada Tahap Skoring, Penelitian ini menerapkan metode Analytical Hierar-chy Process (AHP) menggunakan perangkat lunak Expert Choice 11. Metode AHP digunakan untuk menentukan bobot masing-masing variabel dan sub-variabel berdasarkan tingkat kepentingannya dalam menilai kesesuaian antara kondisi eksisting dan rencana pemanfaatan ruang. Penentuan bobot dilakukan melalui penyusunan matriks perbandingan berpasangan (pairwise comparison) berdasarkan hasil kuis-kuis terstruktur kepada informan ahli, menggunakan skala perbandingan Saaty (1 – 9). Selanjutnya dilakukan perhitungan bobot prioritas dan uji konsistensi untuk memastikan nilai Consistency Ratio (CR) $\leq 0,1$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Peta Analisis Parameter

a. Kemiringan Lereng

Peta Kemiringan Lereng di Provinsi Sumatera Utara dapat dilihat pada Gambar yang memperlihatkan distribusi tingkat kecuraman lahan menjadi empat kelas, yaitu 0–8% (datar), 8–15% (landai), 15–25% (agak curam), dan >25% (curam). Secara umum, wilayah dengan kemiringan lereng 0–8% (datar) dan 8–15% (landai) tersebar pada bagian timur Provinsi Sumatera Utara yang merupakan koridor utama Jalan Tol Trans Sumatera. Sementara itu, wilayah dengan kemiringan lereng 15–25% (agak curam) dan >25% (curam) banyak dijumpai pada bagian tengah hingga barat provinsi yang didominasi kawasan Pegunungan Bukit Barisan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa wilayah timur Sumatera Utara memiliki topografi yang relatif datar hingga landai sehingga lebih sesuai untuk pembangunan infrastruktur, termasuk rest area.



Gambar 1. Peta Analisis Kemiringan Lereng Sumatera Utara

Berdasarkan hasil *overlay* antara titik *rest area* dengan peta kemiringan lereng, diperoleh bahwa 6 rest area (60%) berada pada kelas kemiringan lereng 0–8% yang termasuk kategori sangat sesuai, sedangkan 4 rest area (40%) berada pada kelas 8–15% yang termasuk kategori sesuai. Tidak terdapat rest area yang berada pada kelas kemiringan lereng 15–25% maupun >25%. Hal tersebut menunjukkan bahwa seluruh *rest area eksisting* yang telah dibangun pada wilayah dengan kondisi topografi yang mendukung keamanan, kemudahan pembangunan, dan kenyamanan pengguna jalan.

Penggunaan Lahan

Peta penggunaan lahan Provinsi Sumatera Utara menyajikan klasifikasi tutupan lahan yang terdiri atas badan air, hutan, sawah/vegetasi lahan basah, pertanian/perkebunan, area terbangun, tanah terbuka, dan semak belukar. Berdasarkan sebaran pada peta, kawasan hutan mendominasi sebagian besar wilayah Provinsi Sumatera Utara, terutama pada bagian barat, selatan, dan kawasan pegunungan



Gambar 2. Peta Analisis Penggunaan Lahan Sumatera Utara

Berdasarkan hasil *overlay* antara titik *rest area* dengan peta penggunaan lahan, diperoleh bahwa seluruh *rest area eksisting* (100%) berada pada kawasan area terbangun sehingga termasuk dalam kategori sesuai. Tidak terdapat *rest area* yang berada pada kawasan hutan, badan air, sawah/vegetasi lahan basah, maupun penggunaan lahan lainnya yang memiliki tingkat kesesuaian lebih rendah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pembangunan *rest area eksisting* di sepanjang Jalan Tol Sumatera Utara telah memanfaatkan kawasan yang telah berkembang sehingga lebih mendukung proses pembangunan, pengembangan fasilitas, serta operasional *rest area*. Selain memiliki aksesibilitas yang baik, kawasan terbangun juga telah didukung oleh infrastruktur dasar sehingga lebih efisien dibandingkan pembangunan pada kawasan lindung atau lahan produktif.

Jarak dari Jalan Tol

Peta Jarak dari jalan tol digunakan untuk mengetahui tingkat kedekatan lokasi *rest area* terhadap ruas Jalan Tol Sumatera Utara. Kedekatan lokasi *rest area* dengan jalan tol merupakan salah satu faktor penting karena berpengaruh terhadap kemudahan akses, efisiensi operasional, serta kenyamanan pengguna jalan tol. Analisis dilakukan menggunakan metode *buffer* pada Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan klasifikasi jarak yang terdiri atas 0–200 meter (Sangat Sesuai), 200–500 meter (Sesuai), 500–800 meter (Kurang Sesuai), dan >800 meter (Tidak Sesuai).

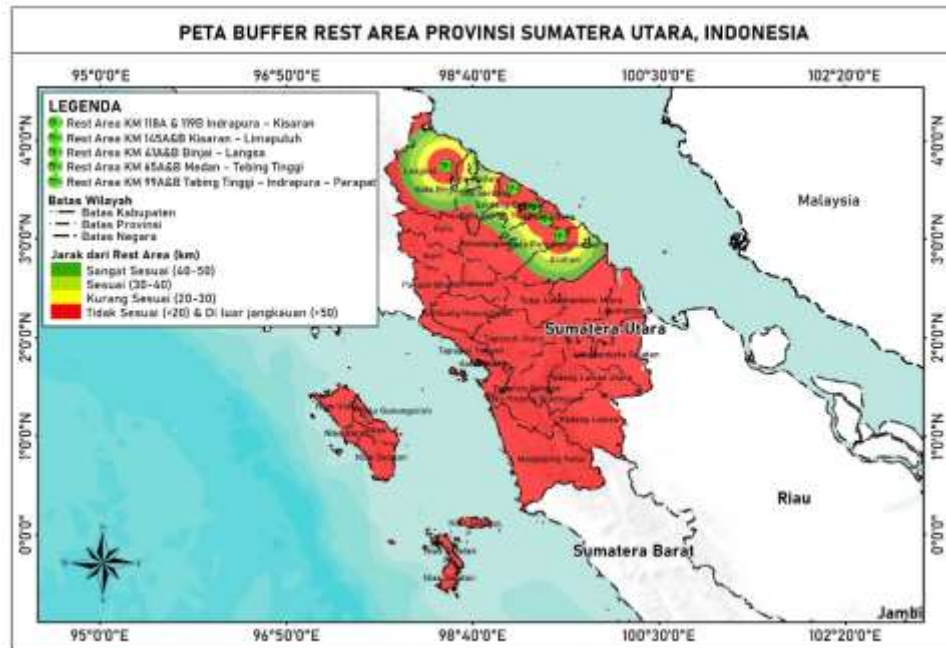


Gambar 3. Peta Buffer Jarak Dari Jalan Tol Sumatera Utara

Berdasarkan Gambar, zona *buffer* empat kategori tingkat kesesuaian berdasarkan jaraknya terhadap ruas Jalan Tol Sumatera Utara. Zona 0–200 meter merupakan kawasan yang memiliki tingkat kesesuaian paling tinggi karena berada sangat dekat dengan jalan tol sehingga memudahkan akses keluar masuk kendaraan menuju rest area. Zona 200–500 meter masih tergolong sesuai karena masih berada dalam jangkauan yang relatif dekat. Sementara itu, zona 500–800 meter termasuk kategori kurang sesuai karena memerlukan akses tambahan, sedangkan zona lebih dari 800 meter dikategorikan tidak sesuai karena lokasinya terlalu jauh dari jalan tol.

Jarak Antar Rest Area

Jarak *antar rest area eksisting* digunakan untuk mengetahui tingkat keterjangkauan pelayanan rest area di sepanjang Jalan Tol Sumatera Utara. Jarak antar *rest area* merupakan salah satu aspek penting dalam perencanaan karena berkaitan dengan distribusi pelayanan bagi pengguna jalan. Penempatan *rest area* dengan jarak yang sesuai bertujuan agar pengguna jalan dapat memperoleh fasilitas istirahat secara merata tanpa harus menempuh perjalanan yang terlalu dekat maupun terlalu jauh.



Gambar 4. Peta Buffer Rest Area Sumatera Utara

Bahaya banjir

Bahaya banjir digunakan untuk mengetahui tingkat kesesuaian lokasi rest area berdasarkan potensi bahaya banjir di Provinsi Sumatera Utara. Variabel ini penting karena lokasi *rest area* yang berada pada kawasan rawan banjir dapat mengganggu operasional, mengurangi kenyamanan pengguna jalan, serta meningkatkan risiko kerusakan infrastruktur. Oleh karena itu, pembangunan *rest area* sebaiknya berada pada kawasan dengan tingkat bahaya banjir yang rendah.

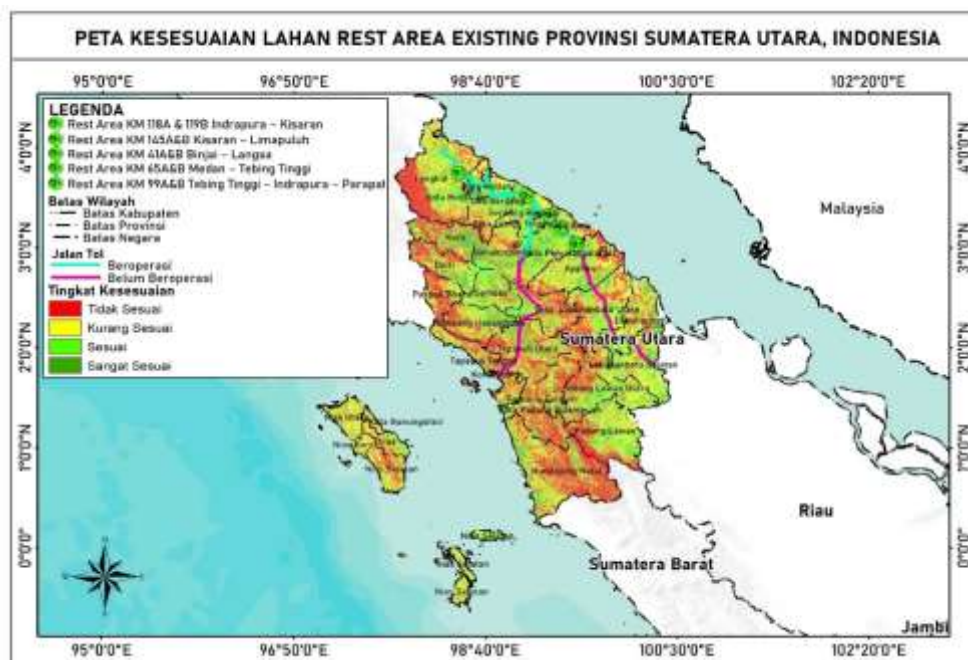


Gambar 5. Peta Analisis Bahaya Banjir Sumatera Utara

Berdasarkan Gambar dapat dilihat bahwa sebagian besar wilayah Provinsi Sumatera Utara berada ada kategori bahaya banjir rendah yang ditunjukkan dengan warna hijau. Sementara itu, wilayah dengan tingkat bahaya banjir sedang hingga sangat tinggi tersebar pada kawasan pesisir timur, beberapa daerah aliran sungai, serta sebagian wilayah pesisir barat.

Hasil Kesesuaian Lokasi *Rest Area* Berdasarkan Analisis SIG

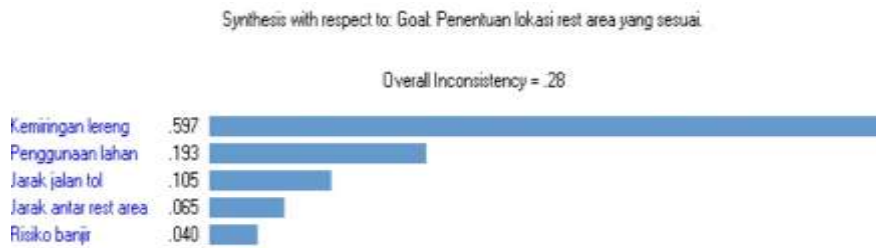
Gambar menunjukkan peta kesesuaian lokasi pembangunan *rest area* di sepanjang Jalan Tol Sumatera Utara yang diperoleh melalui proses overlay lima parameter, yaitu kemiringan lereng, penggunaan lahan, risiko banjir, *buffer* jalan tol, dan *buffer* jarak antar *rest area*. Proses *overlay* dilakukan dengan menggabungkan seluruh parameter spasial yang telah direklasifikasi berdasarkan tingkat kesesuaiannya sehingga menghasilkan empat kelas kesesuaian lahan, yaitu Sangat Sesuai (S1), Sesuai (S2), Kurang Sesuai (S3), dan Tidak Sesuai (N). Berdasarkan peta tersebut, terlihat bahwa persebaran kelas kesesuaian tidak merata di sepanjang Jalan Tol Sumatera Utara.



Gambar 6. Peta Kesesuaian Lokasi Rest Area

Hasil Pembobotan AHP

Pembobotan kriteria dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan bantuan perangkat lunak *Expert Choice 11*. Penilaian dilakukan oleh tiga orang ahli yang berasal dari instansi terkait, yaitu PT Jasamarga Kualanamu Tol sebagai pengelola jalan tol, Bapperida Provinsi Sumatera Utara, Dosen USU/ Akademisi. Tujuan pembobotan ini adalah untuk mengetahui tingkat prioritas masing-masing kriteria dalam menentukan lokasi *rest area* yang sesuai.



Gambar 7. Hasil Pembobotan dengan ketiga instansi

Berdasarkan gambar dapat dilihat bahwa Hasil pembobotan gabungan diperoleh dari agregasi penilaian ketiga responden ahli sehingga menghasilkan bobot prioritas yang mewakili keseluruhan pendapat ahli. Berdasarkan tabel 5.35 hasil pengolahan menggunakan *Expert Choice*, kemiringan lereng memperoleh bobot tertinggi sebesar 0,597 atau 59,7%, diikuti oleh penggunaan lahan sebesar 0,193 atau 19,3%, jarak jalan tol sebesar 0,105 atau 10,5%, jarak antar rest area sebesar 0,065 atau 6,5%, dan risiko banjir sebesar 0,040 atau 4,0%. Bobot tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam proses *Weighted Overlay* pada ArcGIS untuk menghasilkan peta kesesuaian lokasi rest area. Nilai *Overall Inconsistency* hasil gabungan adalah 0,28.

Hasil Kesesuaian Lokasi Rest Area Berdasarkan SIG –AHP

Berdasarkan gambar Peta Kesesuaian Lahan untuk Pembangunan *Rest Area* di Provinsi Sumatera Utara, terlihat bahwa tingkat kesesuaian lahan terbagi menjadi empat kelas, yaitu Tidak Sesuai (merah), Kurang Sesuai (kuning), Sesuai (hijau muda), dan Sangat Sesuai (hijau tua). Sebaran kelas Tidak Sesuai mendominasi wilayah bagian tengah hingga barat Provinsi Sumatera Utara yang umumnya merupakan kawasan dengan topografi berbukit dan bergunung. Sementara itu, kelas Sesuai dan Sangat Sesuai lebih banyak tersebar di wilayah timur, pesisir timur, serta beberapa bagian utara dan selatan provinsi yang memiliki kondisi lahan lebih mendukung untuk pembangunan *rest area*. Adapun kelas Kurang Sesuai tersebar secara terbatas sebagai zona transisi di antara kelas Tidak Sesuai dan Sesuai. Secara keseluruhan, peta menunjukkan bahwa peluang pengembangan rest area lebih potensial berada pada kawasan dataran rendah yang berada di sepanjang koridor Jalan Tol Trans Sumatera dibandingkan dengan wilayah pegunungan di bagian tengah provinsi.



Gambar 8. Peta Hasil Overlay AHP

Berdasarkan hasil analisis spasial menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan pembobotan *Analytical Hierarchy Process* (AHP), lokasi yang direkomendasikan untuk pembangunan rest area berada pada koridor Jalan Tol Trans Sumatera yang memiliki kelas Sangat Sesuai dan Sesuai. Wilayah yang menjadi prioritas meliputi Kabupaten Langkat, Deli Serdang, Serdang Bedagai, Batu Bara, Asahan, Labuhanbatu Utara, dan Labuhanbatu. Kawasan-kawasan tersebut dipilih karena memenuhi sebagian besar kriteria yang digunakan dalam penelitian, yaitu kemiringan lereng yang relatif landai, penggunaan lahan yang mendukung, kedekatan dengan jalan tol, jarak pelayanan antar rest area yang sesuai standar, serta tingkat kerawanan banjir yang rendah.

PEMBAHASAN

Analisis Kesesuaian Lokasi *Rest Area* Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG)

Analisis kesesuaian lokasi *rest area* menggunakan metode *Weighted Overlay* menunjukkan bahwa wilayah penelitian terbagi menjadi empat kelas kesesuaian, yaitu Tidak Sesuai, Kurang Sesuai, Sesuai, dan Sangat Sesuai. Perbedaan kelas tersebut menunjukkan bahwa kondisi lahan di sepanjang Jalan Tol Provinsi Sumatera Utara tidak memiliki karakteristik yang sama. Ada wilayah yang memenuhi sebagian besar kriteria sehingga termasuk ke dalam kelas Sangat Sesuai, tetapi ada juga wilayah yang masih memiliki beberapa faktor pembatas sehingga masuk ke dalam kelas Kurang Sesuai atau Tidak Sesuai. Menurut Malczewski (2006), metode *Weighted Overlay* digunakan untuk menggabungkan beberapa parameter yang telah diberi bobot sehingga menghasilkan tingkat kesesuaian suatu wilayah. Pendapat tersebut juga didukung oleh Paelinck (2008) yang menjelaskan bahwa metode ini banyak digunakan dalam analisis spasial karena mampu menggabungkan beberapa kriteria menjadi satu peta kesesuaian. Selain itu,

Weighted Overlay dapat membantu menghasilkan keputusan yang lebih objektif karena setiap parameter dinilai berdasarkan tingkat kepentingannya (Pérez et al., 2022).

Berdasarkan hasil penelitian, kelas Kurang Sesuai menjadi kelas yang paling luas dibandingkan kelas lainnya. Kondisi ini menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah penelitian masih memiliki keterbatasan untuk dijadikan lokasi pembangunan rest area. Keterbatasan tersebut bukan berarti wilayah tersebut tidak dapat dimanfaatkan, tetapi masih terdapat beberapa parameter yang belum memenuhi kriteria, seperti kondisi lereng, penggunaan lahan, atau tingkat kerawanan banjir. Suatu lahan dikatakan sesuai apabila karakteristik lahannya mampu memenuhi kebutuhan dari penggunaan yang direncanakan (FAO, 1976). Evaluasi kesesuaian lahan bertujuan untuk mengetahui potensi sekaligus kendala yang dimiliki suatu wilayah (Rossiter, 1996). Sejalan dengan itu, Malczewski (1999) menyatakan bahwa analisis kesesuaian lahan tidak hanya mencari lokasi terbaik, tetapi juga menunjukkan faktor-faktor yang menyebabkan suatu wilayah kurang sesuai yaitu kemiringan lereng yang relatif curam, penggunaan lahan yang kurang mendukung, jarak dari jalan tol terlalu jauh, jarak terhadap rest area eskisting belum optimal, dan bahaya banjir yang lebih tinggi.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa kelas Sangat Sesuai memiliki luas yang lebih kecil dibandingkan kelas lainnya. Hal tersebut merupakan kondisi yang wajar karena untuk masuk ke dalam kategori Sangat Sesuai, suatu lokasi harus memenuhi hampir seluruh parameter yang digunakan dalam analisis. Menurut FAO (1976), tingkat kesesuaian lahan ditentukan oleh tingkat kecocokan karakteristik lahan terhadap persyaratan penggunaan tertentu. Jika hanya satu parameter memiliki nilai rendah, maka nilai akhir lokasi tersebut juga akan berkurang. Kondisi ini menunjukkan bahwa setiap parameter saling memengaruhi dalam menentukan tingkat kesesuaian suatu wilayah.

Burrough dan McDonnell (2021) menjelaskan bahwa SIG mampu menggabungkan berbagai informasi spasial sehingga hubungan antarvariabel dapat dianalisis secara bersamaan. Pendapat tersebut diperkuat oleh Longley et al. (2015) yang menyatakan bahwa analisis spasial akan memberikan hasil yang lebih baik apabila seluruh variabel dianalisis secara terpadu. Penggunaan SIG dalam analisis kesesuaian lahan dapat memberikan hasil yang lebih objektif dibandingkan analisis secara manual (Quamar et al., 2023).

Hasil Pembobotan *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Pembobotan dilakukan dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk menentukan seberapa penting masing-masing parameter dalam menentukan lokasi *rest area* yang sesuai di sepanjang Jalan Tol Provinsi Sumatera Utara. Dalam penelitian ini, parameter yang digunakan meliputi kemiringan lereng, jenis penggunaan lahan, jarak dari jalan tol, jarak antar rest area, serta risiko banjir. Hasil penimbangan menunjukkan bahwa setiap parameter memiliki tingkat penting yang berbeda, sehingga memengaruhi hasil analisis kesesuaian lahan secara berbeda pula. Menurut Saaty (1980), metode AHP digunakan untuk menentukan prioritas dengan cara membandingkan setiap kriteria secara berpasangan, sehingga setiap kriteria mendapatkan bobot sesuai dengan tingkat

pentingnya. AHP dapat membantu mengambil keputusan yang melibatkan banyak kriteria secara lebih sistematis (Said et al., 2024). Triantaphyllou (2000) menyebutkan bahwa proses pembobotan merupakan bagian penting dalam analisis multikriteria karena mempengaruhi seberapa besar setiap parameter memengaruhi keputusan akhir.

Hasil pembobotan menunjukkan bahwa kemiringan lereng memiliki bobot paling dominan dibandingkan parameter lainnya. Dengan demikian, aspek topografi menjadi penentu utama dalam pemilihan lokasi pembangunan *rest area*. Topografi datar dipilih karena proses pembangunannya lebih mudah, biaya lebih rendah, dan tingkat keamanannya lebih tinggi. Berbeda dengan topografi curam yang konstruksinya lebih kompleks dan berisiko. Temuan ini sejalan dengan hasil wawancara PT Jasamarga Related Business yang menempatkan topografi sebagai pertimbangan utama. Selain itu, hal ini juga didukung literatur FAO (1976), Huan et al. (2022), dan Yaman et al. (2024) yang menyatakan bahwa karakteristik fisik lahan dan kemiringan lereng merupakan faktor penting dalam penentuan lokasi dan stabilitas infrastruktur.

Parameter penggunaan lahan memperoleh bobot tertinggi berikutnya setelah kemiringan lereng. Hasil ini menunjukkan bahwa kondisi penggunaan lahan juga menjadi aspek penting karena berkaitan dengan kemudahan pembangunan dan kesesuaian terhadap rencana tata ruang. Lahan yang masih berupa semak belukar atau lahan terbuka umumnya lebih mudah dikembangkan dibandingkan kawasan permukiman atau kawasan lindung yang memiliki fungsi tertentu. Hasil tersebut sesuai dengan hasil wawancara bersama Bapperida Provinsi Sumatera Utara, yang menyatakan bahwa pembangunan infrastruktur harus memperhatikan kesesuaian dengan rencana tata ruang agar tidak menimbulkan konflik pemanfaatan lahan. Penggunaan lahan merupakan salah satu komponen utama dalam evaluasi kesesuaian lahan (FAO, 1976). Nugroho et al. (2021) juga menyatakan bahwa penggunaan lahan memiliki pengaruh besar terhadap analisis kesesuaian karena berkaitan dengan potensi pengembangan suatu wilayah. Selain itu, Malczewski (2020) menjelaskan bahwa penggunaan lahan merupakan salah satu variabel penting dalam analisis multikriteria berbasis SIG.

Parameter pemanfaatan lahan memiliki nilai bobot terbesar setelah kemiringan lereng. Penelitian menunjukkan bahwa kondisi pemanfaatan lahan merupakan faktor signifikan karena berkaitan dengan kemudahan dalam pembangunan serta kesesuaian rencana tata ruang. Tanah yang berupa belukar atau area terbuka umumnya lebih mudah untuk dikembangkan dibandingkan dengan wilayah permukiman atau area lindung yang memiliki fungsi tertentu. Temuan ini sejalan dengan pernyataan yang diungkapkan dalam wawancara dengan Bapperida Provinsi Sumatera Utara, yang menegaskan bahwa pembangunan infrastruktur perlu mempertimbangkan kesesuaian dengan rencana tata ruang guna menghindari konflik pemanfaatan lahan. Pandangan ini juga dikuatkan oleh FAO (1976) yang mencatat bahwa pemanfaatan lahan adalah salah satu elemen utama dalam menilai kesesuaian lahan. Nugroho et al. (2021) menyatakan bahwa pemanfaatan lahan sangat berpengaruh terhadap analisis kesesuaian karena berhubungan dengan potensi pengembangan suatu daerah. Selain itu, Malczewski (1999) menjelaskan bahwa pemanfaatan lahan adalah salah satu variabel penting dalam analisis multikriteria yang berbasis SIG (Yaman, 2024).

Parameter jarak terhadap jalan tol dan jarak antar rest area memperoleh bobot yang berada pada kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa kedua parameter tersebut tetap memiliki peran penting dalam menentukan lokasi rest area, namun pengaruhnya tidak sebesar kondisi topografi maupun penggunaan lahan. Menurut peneliti, lokasi yang memiliki akses langsung ke jalan tol dan berada pada jarak pelayanan yang sesuai akan memberikan kemudahan bagi pengguna jalan sekaligus meningkatkan efektivitas pelayanan rest area. Hasil tersebut sesuai dengan hasil wawancara bersama pihak PT Jasamarga Related Business, yang menyampaikan bahwa aspek aksesibilitas dan jarak pelayanan menjadi salah satu dasar dalam penentuan lokasi pembangunan *rest area*. Aksesibilitas merupakan faktor penting dalam menentukan lokasi fasilitas pelayanan jalan (Yaman et al. (2024). Burrough dan McDonnell (1998) juga menyatakan bahwa analisis spasial memungkinkan hubungan antara aksesibilitas dan lokasi dianalisis secara lebih objektif. Faktor jaringan transportasi memiliki pengaruh besar terhadap keberhasilan suatu fasilitas pelayanan publik (Longley et al. 2020).

Parameter bahaya banjir memperoleh bobot paling rendah dibandingkan parameter lainnya. Wilayah yang memiliki tingkat kerawanan banjir tinggi tetap tidak direkomendasikan untuk pembangunan karena dapat mengganggu operasional serta membahayakan pengguna jalan. Hasil tersebut sesuai dengan hasil wawancara yang menyatakan bahwa aspek keselamatan tetap menjadi pertimbangan dalam pembangunan *rest area*. Pendapat tersebut sejalan dengan Murthy et al. (2023) yang menjelaskan bahwa setiap parameter dalam metode *Weighted Overlay* memiliki kontribusi sesuai bobotnya, namun seluruh parameter tetap diperhitungkan dalam hasil akhir. Malczewski (2020) juga menyatakan bahwa analisis multikriteria tidak menghilangkan pengaruh suatu variabel, tetapi hanya membedakan tingkat kepentingannya. Faktor pembatas tetap harus diperhatikan dalam evaluasi kesesuaian lahan meskipun bukan merupakan faktor yang paling dominan (FAO, 1976).

Secara keseluruhan, hasil pembobotan AHP menunjukkan bahwa parameter yang memiliki bobot lebih besar memberikan pengaruh yang lebih dominan terhadap hasil analisis kesesuaian lahan menggunakan metode *Weighted Overlay*. Dengan demikian, pembobotan AHP menjadi tahapan yang sangat penting karena menentukan kontribusi setiap parameter dalam menghasilkan kelas kesesuaian lahan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode AHP dan SIG saling melengkapi, di mana AHP digunakan untuk menentukan tingkat kepentingan setiap parameter, sedangkan SIG digunakan untuk mengolah dan memvisualisasikan hasil pembobotan tersebut ke dalam bentuk peta kesesuaian. Pendapat tersebut sesuai dengan Saaty (1980) yang menyatakan bahwa AHP merupakan metode yang efektif dalam pengambilan keputusan multikriteria. Hal ini juga didukung oleh Malczewski (2020) yang menjelaskan bahwa integrasi AHP dengan SIG mampu menghasilkan analisis spasial yang lebih objektif. Selain itu, Yaman et al. (2024) menunjukkan bahwa kombinasi kedua metode tersebut mampu meningkatkan akurasi dalam menentukan lokasi yang paling sesuai untuk pembangunan fasilitas transportasi.

Penentuan Lokasi Strategis Pembangunan Rest Area di Jalan Tol Provinsi Sumatera Utara

Lokasi yang dihasilkan dalam studi ini adalah kombinasi dari analisis spasial menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan pembobotan melalui metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Lokasi yang disarankan masuk dalam kategori Sangat Sesuai karena memperoleh nilai tertinggi dalam kesesuaian setelah berbagai parameter digabungkan dengan metode *Weighted Overlay*. Ini menunjukkan bahwa lokasi tersebut memiliki kondisi fisik dan spasial yang lebih unggul dibandingkan dengan daerah lain, sehingga dianggap lebih sesuai untuk pembangunan *rest area*. Malczewski (2020) mengemukakan bahwa metode *Weighted Overlay* digunakan untuk menyatukan berbagai parameter spasial menjadi satu nilai kesesuaian, sehingga dapat menunjang penentuan lokasi yang paling tepat. Pandangan ini juga diperkuat oleh (Paelinck, 2008) yang menjelaskan bahwa metode ini dapat memberikan prioritas kepada suatu daerah berdasarkan pentingnya masing-masing parameter. Penerapan *Weighted Overlay* dapat memberikan rekomendasi lokasi yang lebih objektif karena semua parameter dianalisis secara simultan (Yassar et al., 2020).

Berdasarkan temuan penelitian, lokasi yang disarankan tidak hanya dipengaruhi oleh satu faktor, tetapi merupakan hasil dari gabungan antara kemiringan lereng, penggunaan lahan, jaraknya dari jalan tol, jarak antar rest area, dan bahaya banjir. Pembangunan tempat istirahat memerlukan keseimbangan antara faktor teknis, keamanan, dan kemudahan akses agar dapat memberikan layanan yang maksimal bagi pengguna jalan tol. Oleh karena itu, suatu area dengan permukaan datar meskipun berada di zona rawan banjir atau memiliki akses yang kurang baik tetap akan mendapatkan nilai kesesuaian yang lebih rendah dibandingkan dengan area yang memenuhi sebagian besar kriteria. Hal ini selaras dengan pendapat (Yaman (2024) yang mengatakan bahwa pemilihan lokasi untuk fasilitas umum harus mempertimbangkan berbagai aspek secara menyeluruh dengan pendekatan *Multi Criteria Decision Making*. Pandangan ini didukung juga oleh (Jayadi dan Suprajitno (2025) yang menjelaskan bahwa metode AHP dapat menghasilkan prioritas untuk setiap kriteria sesuai dengan tingkat kepentingannya. Penggabungan AHP dengan SIG dapat meningkatkan kualitas pengambilan keputusan dalam pemilihan lokasi fasilitas (Prawira dan Amin, 2022).

Hasil wawancara dengan PT Jasamarga Related Business, Bapperida Provinsi Sumatera Utara, dan para akademisi menunjukkan bahwa pemilihan lokasi rest area tidak hanya melihat ketersediaan lahan, tetapi juga harus memperhatikan keselamatan konstruksi, kemudahan akses, potensi pengembangan wilayah, serta layanan bagi pengguna jalan. Temuan dari wawancara ini sejalan dengan analisis dari penelitian ini, di mana lokasi yang disarankan adalah area dengan tingkat kesesuaian yang tinggi berdasarkan semua parameter yang diterapkan. Analisis spasial yang efektif perlu didukung oleh data yang tepat dan pemahaman tentang kondisi di lapangan (Harudu et al. 2024). Kualitas data geospasial sangat berdampak pada hasil analisis dan rekomendasi yang diberikan (Laskara, 2021).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tujuan penelitian untuk menentukan lokasi strategis pembangunan *rest area* di sepanjang Jalan Tol Provinsi Sumatera Utara

telah tercapai. Rekomendasi lokasi yang dihasilkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi PT Jasamarga Related Business, pemerintah daerah, maupun instansi terkait dalam merencanakan pembangunan *rest area* baru ataupun mengevaluasi lokasi *rest area* yang telah ada. Dengan adanya rekomendasi tersebut, proses pengambilan keputusan dapat dilakukan secara lebih terarah karena didasarkan pada analisis spasial dan pembobotan yang sistematis (Makkulawu et al., 2023). Menurut (Cook dan Pétursson, 2025), perkembangan SIG telah meningkatkan kemampuan analisis spasial dalam mendukung perencanaan wilayah. SIG mampu mengintegrasikan berbagai sumber data sehingga menghasilkan informasi yang lebih akurat untuk pengambilan keputusan (Quamar et al. 2023). Selain itu, (Mahayani (2024) menyatakan bahwa SIG telah menjadi salah satu teknologi penting dalam perencanaan ruang dan pengembangan infrastruktur karena mampu memberikan informasi spasial yang mudah dipahami dan dapat dipertanggungjawabkan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Analisis Spasial Keberadaan Rest Area di Sepanjang Jalan Tol Sumatera Utara Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG), maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut: Berdasarkan hasil analisis kesesuaian lokasi menggunakan metode SIG-Weighted Overlay, tingkat kesesuaian lahan untuk pembangunan rest area di sepanjang Jalan Tol Sumatera Utara terbagi menjadi empat kelas. Kelas Kurang Sesuai merupakan kelas yang paling dominan dengan luas 262,746 km² (36,46%), diikuti kelas Tidak Sesuai seluas 207,464 km² (28,79%), kelas Sesuai seluas 160,347 km² (22,25%), dan kelas Sangat Sesuai seluas 90,157 km² (12,51%) dari total wilayah analisis sebesar 720,713 km². Hasil ini menunjukkan bahwa hanya sebagian wilayah yang benar-benar memenuhi persyaratan fisik dan spasial untuk pembangunan rest area, sedangkan sebagian besar wilayah masih memiliki keterbatasan pada satu atau lebih parameter analisis.

Berdasarkan pembobotan menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP), diperoleh bahwa kemiringan lereng merupakan parameter yang paling berpengaruh dalam penentuan lokasi rest area dengan bobot 59,7%, diikuti penggunaan lahan sebesar 19,3%, jarak terhadap jalan tol sebesar 10,5%, jarak antar rest area sebesar 6,5%, dan bahaya banjir sebesar 4,0%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kondisi topografi menjadi faktor utama dalam menentukan lokasi pembangunan rest area dibandingkan parameter lainnya.

Berdasarkan hasil analisis spasial dan pembobotan AHP, lokasi-lokasi yang termasuk dalam kelas Sangat Sesuai direkomendasikan sebagai lokasi strategis pembangunan rest area baru di sepanjang Jalan Tol Sumatera Utara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi metode SIG dan AHP mampu menghasilkan rekomendasi lokasi yang objektif dengan mempertimbangkan lima parameter utama, yaitu kemiringan lereng, penggunaan lahan, jarak terhadap jalan tol, jarak antar rest area, dan bahaya banjir. Rekomendasi tersebut diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintah dan pengelola jalan tol dalam meningkatkan pemerataan pelayanan, keselamatan, dan kenyamanan pengguna jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiansyah, A. D., Fatikasari, A. D., Wardhani, P. C., & Bowoputro, H. (2023). Evaluasi Kinerja Layanan Jalan Tol Surabaya-Gempol Berdasarkan Persepsi Pengguna. *Agregat*, 8(1), 1–7.
- Aprianto, R., Rokhim, A., & Basuki, A. (2021). *Pengaruh Karakteristik Pengemudi Dan Pemanfaatan Rest Area Terhadap Kelelahan Pengemudi Studi Kasus Ruas Jalan Tol Pejagan - Solo*. 8(1), 92–103. <https://doi.org/10.46447/Ktj.V8i1.310>
- Arfiansyah, D., Han, H., & Zlatanova, S. (2024). Land Suitability Analysis For Residential Development In An Ecologically Sensitive Area: A Case Study Of Nusantara, The New Indonesian Capital. *Sustainability*, 16(13). <https://doi.org/10.3390/Su16135767>
- Arribe, E., & Gulo, Y. (2023). Perancangan Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Wilayah Operasional Pt. Ivo Mas Tunggal Berbasis Web. *Action Research Literate*, 7(10), 37–46. <https://doi.org/10.46799/Arl.V7i10.170>
- Cook, D., & Pétursson, J. G. (2025). The Role Of Gis Mapping In Multi-Criteria Decision Analysis In Informing The Location And Design Of Renewable Energy Projects - A Systematic Review. *Energy Strategy Reviews*, 59. <https://doi.org/10.1016/J.Esr.2025.101765>
- Desy Mei Dina, D. M. D., & Amin, M. (2023). The Effect Of Toll Road Spm Service Substance On Toll Road User Satisfaction In The Jabodetabek Area. *Jurnal Infrastruktur*, 9(1), 7–14. <https://doi.org/10.35814/Infrastruktur.V9i1.4086>
- Douhan, R., Lozovoy, K., Kokhanenko, A., Deeb, H., Dirko, V., & Khomyakova, K. (2023). Recent Advances In Si-Compatible Nanostructured Photodetectors. *Technologies*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/Technologies11010017>
- Fitria, D., & Mardiningsih. (2024). Kajian Metode Analytical Hierarchy Process (Ahp) Dan Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution (Topsis) Serta Penerapannya. *Jurnal Pendidikan Berkarakter*, 2(1), 128–137.
- Giofandi, E., Munibah, K., Kraugusteeliana, K., Novalinda, A., & Sekarrini, C. (2023). The Comparison Of Vector And Raster Data For The Calculation Of Landscape Environment Using A Geographic Information System Approach. *It Journal Research And Development*, 7(2), 209–219. <https://doi.org/10.25299/Itjrd.2023.10878>
- Harseno, E., & Tampubolon, V. I. R. (2007). Aplikasi Sistem Informasi Geografis Dalam Pemetaan Batas Administrasi, Tanah, Geologi, Penggunaan Lahan, Lereng. *Majalah Ilmiah Ukrim*, 1, 63–80.
- Harudu, L., Irsan, L. M., Hasanah, N., & Musyawarah, R. (2024). Pelatihan Sistem Informasi Geografi Untuk Meningkatkan Kualifikasi Guru Geografi Di Sma/Ma Sekota Kendari. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara*, 5(3), 2952–2960.
- Laskara, G. W. (2021). Prinsip Perencanaan Dan Kriteria Pengendalian Pengembangan Fasilitas Rest-Area Pada Jalan Tol Di Indonesia. *Journal Of Regional And Rural Development Planning*, 5(2), 123–133. <https://doi.org/10.29244/Jp2wd.2021.5.2.123-133>
- Mahayani, N. M. H. (2024). Governance: Jurnal Ilmiah Kajian Politik Lokal Dan Pembangunan. *Governance: Jurnal Ilmiah Kajian Politik Lokal Dan Pembangunan*, 10(3), 67–68.

- Makkulawu, A. R., Soemarno, Santoso, I., & Mustaniroh, S. A. (2023). Exploring The Potential And Benefits Of Ahp And Gis Integration For Informed Decision-Making: A Literature Review. *Ingenierie Des Systemes D'information*, 28(6), 1701–1708. <https://doi.org/10.18280/isi.280629>
- Makmur, A. (2021). Evaluasi Pengguna Jalan Tol Di Indonesia Terhadap Layanan Yang Diterima (Evaluation Of Toll Road Users In Indonesia On The Services Received). *Jurnal Jalan-Jembatan*, 38(1), 48–59.
- Malczewski, J. (2020). Gis-Based Multicriteria Decision Analysis: A Survey Of The Literature. *International Journal Of Geographical Information Science*, 20(7), 703–726. <https://doi.org/10.1080/13658810600661508>
- Malingreau, J. P. (1977). A Proposed Land Cover/Land Use Classification And Its Use With Remote Sensing Data In Indonesia. *Indonesian Journal Of Geography*, 7(33), 5–27.
- Nugroho, A., Kusratmoko, E., & Indra, T. L. (2021). *Preferred Site Selection Using Gis And Ahp : Case Study In Bangka Island Npp Site*. 23(1), 51–60.
- Paelinck, D. A. G., & P., J. H. (2008). *Advances In Geographic Information Science Series Editors*. 38–59.
- Pérez, H., Ander, A., Martín, R., & Findley, D. J. (2022). Spatial Distribution And The Facility Evaluation Of The Service And Rest Areas In The Toll Motorway Network Of The European Union. *Applied Spatial Analysis And Policy*, 821–845. <https://doi.org/10.1007/S12061-021-09421-3>
- Quamar, M. M., Al-Ramadan, B., Khan, K., Shafiullah, M., & El Ferik, S. (2023). Advancements And Applications Of Drone-Integrated Geographic Information System Technology— A Review. *Remote Sensing*, 15(20), 1–35. <https://doi.org/10.3390/Rs15205039>
- Said, M., Awaliyah, A. N., Indriyanti, & Gaffar, F. (2024). Arus Jurnal Sains Dan Teknologi (Ajst). *Arus Jurnal Sains Dan Teknologi (Ajst)*, 2(2), 302–309.
- Yaman, A. (2024). A Gis - Based Multi- Criteria Decision- Making Approach(Gis- Mcdm) For Determination Of The Most Appropriate Site Selection Of Onshore Wind Farm In Adana , Turkey. *Clean Technologies And Environmental Policy*, 26(12), 4231–4254. <https://doi.org/10.1007/S10098-024-02866-3>
- Yassar, M. F., Nurul, M., Nadhifah, N., Sekarsari, N. F., Dewi, R., Buana, R., Fernandez, S. N., & Rahmadhita, K. A. (2020). Penerapan Weighted Overlay Pada Pemetaan Tingkat Probabilitas Zona Rawan Longsor Di Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.23960/Jgrs.2020.V1i1.13>