



DOI: <https://doi.org/10.38035/jgit.v4i2.634>
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Analisis Volume Lalu Lintas dan Kinerja Jalan Sebagai Indikator Risiko Kegagalan Perkerasan Berbasis Pendekatan DEFMEFA

Adinda Juwita Nasution^{1,2}, Elsa Eka Putri³, M. Ridwan Anas⁴, Masrilayanti⁵

¹Universitas Al Azhar, Medan, Indonesia, desemberbintang22@gmail.com

²Universitas Andalas, Padang, Indonesia, desemberbintang22@gmail.com

³Universitas Andalas, Padang, Indonesia, elsaeka@eng.unand.ac.id

⁴Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia, ridwan.anas@usu.ac.id

⁵Universitas Andalas, Padang, Indonesia, masrilayanti@eng.unand.ac.id

Corresponding Author: elsaeka@eng.unand.ac.id³

Abstract: This study is entitled “Analysis of Traffic Volume and Road Performance as Indicators of Pavement Failure Risk Based on the DEFMEFA Approach”, which aims to analyze traffic parameters as traffic loading proxies in identifying pavement failure risks using the Dynamic Engineering Failure Mode and Effect Analysis approach. The research was conducted on the Karya Wisata Road section in Medan City. The analyzed parameters include traffic volume, road capacity, volume-to-capacity ratio, level of service, and side friction. The analysis results indicate a traffic volume of 1,278 passenger car units per hour (pcu/hour) with a road capacity of 1,518 pcu/hour, resulting in a volume-to-capacity ratio of 0.84 and a level of service categorized as D (approaching saturation). The assessment results show that the highest failure risks are permanent deformation (rutting) and fatigue cracking due to the high intensity of traffic loading. This study demonstrates that traffic parameters can be used as an initial approach in pavement failure risk analysis without requiring direct structural data. Therefore, the integration of traffic analysis and the Dynamic Engineering Failure Mode and Effect Analysis approach can support more proactive, targeted, and risk-based decision-making in road preservation.

Keywords: Traffic, Pavement Failure, Dynamic Engineering Failure Mode and Effect Analysis Approach (DEFMEFA), Traffic Volume.

Abstrak: Penelitian ini berjudul “Analisis volume lalu lintas dan kinerja jalan sebagai indikator risiko kegagalan perkerasan berbasis pendekatan DEFMEFA” yang bertujuan untuk menganalisis parameter lalu lintas sebagai indikator pembebanan (*traffic loading proxy*) dalam mengidentifikasi risiko kegagalan perkerasan menggunakan pendekatan *dynamic engineering failure mode and effect analysis*. Lokasi penelitian berada pada ruas Jalan Karya Wisata, Kota Medan. Parameter yang dianalisis meliputi volume lalu lintas, kapasitas jalan, rasio volume terhadap kapasitas, tingkat pelayanan jalan, dan hambatan samping. Hasil analisis menunjukkan volume lalu lintas sebesar 1278 smp/jam dengan kapasitas 1518 smp/jam, menghasilkan nilai rasio volume terhadap kapasitas sebesar 0,84 dan tingkat

pelayanan pada kategori D (mendekati jenuh). Hasil penilaian menunjukkan bahwa risiko kegagalan tertinggi adalah deformasi permanen (*rutting*) dan retak lelah (*fatigue cracking*) akibat tingginya intensitas pembebanan. Penelitian ini membuktikan bahwa parameter lalu lintas dapat digunakan sebagai pendekatan awal dalam analisis risiko kegagalan perkerasan tanpa memerlukan data struktural secara langsung. Dengan demikian, integrasi analisis lalu lintas dan pendekatan *dynamic engineering failure mode and effect analysis* dapat mendukung pengambilan keputusan dalam preservasi jalan secara lebih proaktif, terarah, dan berbasis risiko.

Kata Kunci: Lalu Lintas, Kegagalan Perkerasan, DEFMEFA, Volume Lalu Lintas.

PENDAHULUAN

Perkembangan aktivitas perkotaan yang pesat mendorong peningkatan penggunaan lahan dan mobilitas masyarakat, yang secara langsung berdampak pada meningkatnya volume lalu lintas pada jaringan jalan. Kondisi ini tidak hanya menimbulkan permasalahan operasional seperti kemacetan dan penurunan tingkat pelayanan jalan, tetapi juga berimplikasi terhadap kinerja struktural perkerasan jalan akibat meningkatnya frekuensi pembebanan kendaraan (Adzani, 2026; Amrulloh et al., 2025). Volume lalu lintas yang tinggi merepresentasikan beban berulang (*repetitive loading*) yang merupakan salah satu faktor utama dalam proses degradasi perkerasan, seperti terjadinya deformasi permanen (*rutting*) dan retak kelelahan (*fatigue cracking*). Selama ini, sebagian besar studi lalu lintas masih berfokus pada evaluasi kinerja operasional jalan, seperti analisis volume, kapasitas, dan tingkat pelayanan (*level of service*), tanpa mengaitkannya secara langsung dengan mekanisme kegagalan struktur perkerasan. Padahal, parameter lalu lintas tersebut memiliki peran penting sebagai indikator tingkat pembebanan yang dapat digunakan untuk memahami potensi kegagalan perkerasan. Keterbatasan integrasi antara analisis lalu lintas dan analisis kegagalan perkerasan menyebabkan pengambilan keputusan dalam preservasi jalan cenderung bersifat reaktif dan belum berbasis risiko. Namun demikian, penerapan pendekatan ini seringkali terkendala oleh keterbatasan data struktural perkerasan, sehingga diperlukan pendekatan alternatif dengan memanfaatkan data yang tersedia, seperti parameter lalu lintas, sebagai indikator representatif tingkat pembebanan.

Adapun yang menjadi tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengevaluasi volume lalu lintas dan kinerja ruas jalan sebagai indikator pembebanan (*traffic loading proxy*) yang dikaitkan dengan potensi risiko kegagalan perkerasan dalam kerangka DEFMEFA. Parameter seperti volume lalu lintas, rasio volume terhadap kapasitas (V/C), tingkat pelayanan jalan, serta hambatan samping diinterpretasikan sebagai faktor yang mempengaruhi kemungkinan terjadinya kegagalan (*occurrence*), tingkat dampak kegagalan (*severity*), serta identifikasi lokasi kritis (*detection*) (Muzaki et al., 2026; Nasuha et al., 2022; Zubet et al., 2024). Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan gambaran kondisi operasional lalu lintas, tetapi juga berkontribusi dalam pengembangan pendekatan analisis kegagalan berbasis risiko untuk mendukung strategi preservasi jalan yang lebih efektif dan berbasis data.

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya, yang diperuntukkan bagi lalu lintas. Jalan dapat berada di permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah, maupun di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api dan jalan kabel (Undang-Undang No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan). Berdasarkan fungsinya, jalan dibedakan menjadi jalan umum, yang digunakan untuk lalu lintas umum, dan jalan khusus, yang dibangun oleh instansi, badan usaha, perseorangan, atau kelompok masyarakat untuk kepentingan tertentu. Bagian-bagian jalan terdiri atas ruang manfaat jalan, ruang milik jalan, dan ruang pengawasan jalan (Anam

& Chumaida, 2023; Wirfa & Akbar, 2024). Ruang manfaat jalan meliputi badan jalan, saluran tepi jalan, serta ambang pengaman. Ruang milik jalan mencakup ruang manfaat jalan dan jalur tanah tertentu di luar ruang manfaat jalan. Sementara itu, ruang pengawasan jalan merupakan area di luar ruang milik jalan yang berada di bawah pengawasan penyelenggara jalan.

Kinerja ruas jalan dapat dievaluasi melalui beberapa parameter utama, antara lain volume lalu lintas, kapasitas jalan, kecepatan perjalanan, dan tingkat pelayanan jalan (*Level of Service*). Nilai rasio volume terhadap kapasitas (V/C) digunakan untuk menggambarkan tingkat kejenuhan suatu ruas jalan, yang diperoleh dari hasil survei volume lalu lintas dan data geometrik jalan (Dakhi et al., 2026; Farhatun & Hariani, 2024). Parameter ini menjadi dasar dalam menentukan kondisi operasional jalan serta rekomendasi penanganan yang diperlukan. Kecepatan perjalanan rata-rata merupakan indikator penting dalam menggambarkan waktu tempuh dari titik asal ke tujuan, yang berperan dalam pemilihan rute perjalanan. Selain itu, tingkat pelayanan jalan memberikan gambaran menyeluruh mengenai kualitas kinerja jalan, yang ditentukan oleh parameter kuantitatif seperti kecepatan dan volume, serta parameter kualitatif seperti kenyamanan dan kebebasan pengemudi dalam berkendara. Kecepatan didefinisikan sebagai laju perjalanan yang umumnya dinyatakan dalam km/jam. Kecepatan dan waktu tempuh merupakan parameter fundamental dalam analisis kinerja lalu lintas, baik untuk evaluasi sistem jalan eksisting maupun untuk perencanaan dan pengendalian sistem transportasi (Agung et al., 2026).

Dalam praktiknya, kecepatan dan waktu tempuh dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kondisi arus lalu lintas, karakteristik kendaraan, perilaku pengemudi, kondisi geometrik jalan, serta faktor lingkungan seperti cuaca dan penerangan. Variasi kecepatan dapat terjadi terhadap waktu, ruang, dan jenis kendaraan. Variasi terhadap waktu disebabkan oleh fluktuasi arus lalu lintas dan kondisi operasional harian. Variasi terhadap ruang dipengaruhi oleh perbedaan kondisi geometrik dan pengaturan lalu lintas, sedangkan variasi antar moda dipengaruhi oleh karakteristik kendaraan dan perilaku pengemudi (Apriliansi et al., 2023; Sudibyo, 2023). Oleh karena itu, dalam analisis lalu lintas umumnya digunakan kecepatan rata-rata untuk merepresentasikan kondisi arus lalu lintas secara keseluruhan. Kecepatan rata-rata yang dihitung berdasarkan waktu tempuh dikenal sebagai kecepatan rata-rata ruang (*space mean speed*), yang mempertimbangkan waktu perjalanan kendaraan dalam suatu segmen jalan. Parameter ini lebih representatif dalam menggambarkan kondisi aktual arus lalu lintas dibandingkan dengan kecepatan sesaat.

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997), kinerja ruas jalan dapat dianalisis melalui parameter derajat kejenuhan (DS), yaitu perbandingan antara arus lalu lintas (smp/jam) dengan kapasitas jalan (smp/jam). Selain itu, kecepatan tempuh rata-rata juga digunakan sebagai indikator utama, yang dihitung berdasarkan panjang segmen jalan dibagi dengan waktu tempuh kendaraan (Suseno & Mar'i, 2024; Talahatu et al., 2025; Wardana et al., 2025). Parameter-parameter ini menjadi dasar dalam mengevaluasi kondisi operasional jalan serta dalam mendukung perencanaan dan pengelolaan sistem transportasi. Dalam konteks yang lebih luas, parameter lalu lintas seperti volume, kecepatan, dan kapasitas tidak hanya mencerminkan kinerja operasional jalan, tetapi juga dapat digunakan sebagai indikator tingkat pembebanan terhadap struktur perkerasan. Tingginya volume lalu lintas menunjukkan peningkatan frekuensi beban berulang yang berpotensi mempercepat degradasi perkerasan. Oleh karena itu, analisis parameter lalu lintas dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai pendekatan awal dalam mengidentifikasi potensi risiko kegagalan perkerasan jalan.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada ruas Jalan Karya Wisata, Kota Medan. Pemilihan lokasi didasarkan pada tingkat aktivitas lalu lintas yang tinggi serta adanya indikasi

permasalahan kinerja jalan, sehingga dianggap representatif untuk menganalisis hubungan antara kondisi lalu lintas dan potensi risiko kegagalan perkerasan.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Suatu arus lalu lintas dikatakan lancar apabila kendaraan dapat melewati suatu ruas jalan atau simpang tanpa mengalami hambatan yang signifikan, baik dalam bentuk tundaan, penurunan kecepatan, maupun gangguan interaksi antar kendaraan. Kondisi ini umumnya ditandai dengan pergerakan kendaraan yang stabil, kecepatan yang relatif konstan, serta tingkat kenyamanan dan keselamatan yang tinggi bagi pengguna jalan. Namun, dalam kondisi nyata, khususnya di kawasan perkotaan yang mengalami pertumbuhan aktivitas yang pesat, kondisi ideal tersebut semakin sulit untuk dipertahankan. Peningkatan aktivitas perkotaan, seperti pertumbuhan jumlah penduduk, perkembangan kawasan komersial, serta intensifikasi penggunaan lahan, secara langsung mendorong peningkatan mobilitas masyarakat. Hal ini berimplikasi pada meningkatnya volume lalu lintas yang melampaui kapasitas pelayanan jalan, sehingga memicu terjadinya gangguan lalu lintas. Gangguan tersebut tidak hanya berupa kemacetan, tetapi juga mencakup fluktuasi kecepatan, peningkatan frekuensi berhenti (*stop-and-go traffic*), serta interaksi kendaraan yang semakin kompleks. Permasalahan lalu lintas tersebut tidak hanya berdampak pada aspek operasional, seperti menurunnya efisiensi perjalanan dan meningkatnya waktu tempuh, tetapi juga memiliki implikasi teknis yang signifikan terhadap struktur perkerasan jalan. Peningkatan volume dan ketidakstabilan arus lalu lintas menyebabkan meningkatnya frekuensi pembebanan berulang (*repetitive loading*), yang merupakan faktor utama dalam proses degradasi perkerasan. Selain itu, kondisi lalu lintas yang tidak stabil juga memicu pembebanan yang tidak merata, baik secara longitudinal maupun lateral, sehingga mempercepat terjadinya kerusakan seperti deformasi permanen (*rutting*) dan retak kelelahan (*fatigue cracking*). Secara umum, faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja lalu lintas dan berpotensi memicu permasalahan pada ruas jalan meliputi: faktor fisik jalan (kondisi geometrik dan kapasitas), faktor lalu lintas (volume dan komposisi kendaraan), faktor manusia (perilaku pengemudi), faktor lingkungan dan fasilitas jalan.

Dalam penelitian ini, analisis tidak hanya difokuskan pada evaluasi operasional lalu lintas, tetapi juga dikembangkan untuk mengidentifikasi potensi risiko kegagalan perkerasan

dengan pendekatan *Dynamic Engineering Failure Mode and Effect Analysis* (DEFMEFA). Parameter lalu lintas digunakan sebagai indikator pembebanan (*traffic loading proxy*) yang merepresentasikan tingkat kemungkinan terjadinya kegagalan (*occurrence*), tingkat dampak kegagalan (*severity*), serta indikasi lokasi kritis (*detection*). Adapun aspek yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi:

- a) **Kapasitas jalan**, untuk menentukan kemampuan ruas jalan dalam menampung arus lalu lintas.
- b) **Volume lalu lintas**, sebagai indikator intensitas pembebanan terhadap perkerasan.
- c) **Rasio volume terhadap kapasitas (V/C)**, sebagai indikator tingkat kejenuhan dan tekanan sistem.
- d) **Hambatan sampling**, sebagai faktor yang berpotensi menyebabkan pembebanan tidak merata dan kerusakan lokal. **Kondisi operasional lalu lintas (Level of Service)**, sebagai representasi kinerja jalan secara keseluruhan.

Pendekatan DEFMEFA memungkinkan analisis risiko kegagalan dilakukan meskipun tanpa data struktural perkerasan secara langsung, dengan memanfaatkan parameter lalu lintas sebagai pendekatan representatif, dengan parameter-parameter yang diinterpretasikan sebagai berikut:

- a) **Volume lalu lintas** → indikator *occurrence* (frekuensi pembebanan),
- b) **V/C ratio dan tingkat pelayanan** → indikator *severity* (tingkat dampak terhadap kinerja),
- c) **Hambatan sampling** → indikator *detection* (identifikasi lokasi berisiko tinggi).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Lalu Lintas

Berdasarkan hasil survei lapangan pada ruas Jalan Karya Wisata Medan, diperoleh volume lalu lintas pada jam puncak sebesar **1278 smp/jam**. Nilai kapasitas jalan yang dihitung berdasarkan metode MKJI (1997) adalah sebesar **1518 smp/jam**, sehingga diperoleh rasio volume terhadap kapasitas (V/C) sebesar **0,84**. Berdasarkan nilai tersebut, tingkat pelayanan jalan berada pada kategori **Level of Service (LOS) D**, yang menunjukkan kondisi arus lalu lintas mendekati tidak stabil. Selain itu, hasil analisis hambatan sampling menunjukkan nilai frekuensi sebesar **115,9 kejadian/200 m/jam**, yang mencerminkan adanya aktivitas signifikan di sepanjang ruas jalan, seperti kendaraan berhenti, aktivitas pejalan kaki, serta kendaraan keluar-masuk dari kawasan sekitar.

Pembahasan Dalam Perspektif DEFMEFA

1. Volume Lalu Lintas Sebagai Indikator Occurrence

Volume lalu lintas sebesar 1278 smp/jam menunjukkan intensitas pembebanan yang tinggi pada struktur perkerasan. Dalam konteks DEFMEFA, kondisi ini merepresentasikan nilai *occurrence* yang tinggi, yaitu meningkatnya kemungkinan terjadinya kegagalan akibat beban berulang (*repetitive loading*). Frekuensi pembebanan yang tinggi berpotensi mempercepat terjadinya kerusakan seperti *fatigue cracking* dan *rutting*, terutama pada ruas jalan dengan aktivitas lalu lintas padat. Fenomena ini menyebabkan distribusi beban kendaraan tidak lagi homogen, melainkan bersifat fluktuatif dan terkonsentrasi pada titik-titik tertentu. Secara mekanistik, kondisi tersebut mempercepat akumulasi kerusakan struktural akibat peningkatan tegangan dan regangan berulang pada lapisan perkerasan.

2. V/C Ratio Dan LOS Sebagai Indikator Severity

Nilai V/C sebesar 0,84 yang berada pada LOS D menunjukkan bahwa ruas jalan beroperasi dalam kondisi mendekati jenuh. Kondisi ini mengindikasikan tingginya tekanan sistem lalu lintas yang tidak hanya berdampak pada penurunan kinerja operasional, tetapi juga

meningkatkan tingkat keparahan (*severity*) terhadap struktur perkerasan. Dalam kondisi ini, distribusi beban kendaraan menjadi lebih intens dan kurang merata, sehingga memperbesar potensi terjadinya deformasi permanen dan kerusakan struktural. Dalam kerangka DEFMEFA, tingginya nilai V/C dan kondisi LOS D secara tegas mengindikasikan bahwa tingkat *severity* berada pada kategori tinggi hingga sangat tinggi. Hal ini diperkuat oleh keterkaitan langsung antara tekanan lalu lintas dan potensi kegagalan struktural yang berdampak luas, tidak hanya pada infrastruktur tetapi juga pada aspek ekonomi (biaya pemeliharaan) dan sosial (keselamatan pengguna jalan). Dengan demikian, parameter V/C dan LOS tidak hanya berfungsi sebagai indikator kinerja operasional, tetapi juga sebagai alat diagnostik yang krusial dalam mengidentifikasi tingkat keparahan risiko kegagalan perkerasan. Mengabaikan indikator ini dalam perencanaan dan pengelolaan jalan akan berpotensi menyebabkan keterlambatan penanganan, yang pada akhirnya memperbesar skala kerusakan dan biaya yang harus ditanggung.

3. Hambatan Samping Sebagai Indikator *Detection*

Hambatan samping sebesar 115,9 kejadian/200 m/jam menunjukkan adanya aktivitas signifikan yang menyebabkan gangguan aliran lalu lintas. Aktivitas seperti kendaraan berhenti di tepi jalan, pejalan kaki, serta kendaraan keluar-masuk kawasan menyebabkan pembebanan tidak merata dan beban statis yang berulang pada titik-titik tertentu. Dalam kerangka DEFMEFA, kondisi ini dapat diinterpretasikan sebagai indikator *detection*, yaitu kemampuan untuk mengidentifikasi lokasi-lokasi kritis yang memiliki risiko kegagalan lebih tinggi. Titik dengan hambatan samping tinggi berpotensi menjadi lokasi awal terjadinya kerusakan lokal, seperti deformasi plastis atau penurunan permukaan jalan, serta retak awal yang berkembang menjadi kerusakan struktural jika tidak ditangani.

4. Integrasi Parameter Lalu Lintas Dalam Analisis Risiko Kegagalan

Meskipun penelitian ini tidak menggunakan data struktural perkerasan secara langsung, parameter lalu lintas yang diperoleh dapat digunakan sebagai indikator representatif dalam analisis risiko kegagalan. Volume lalu lintas, V/C ratio, dan hambatan samping secara kolektif memberikan gambaran mengenai tingkat frekuensi pembebanan (*occurrence*), tingkat dampak terhadap kinerja (*severity*), serta lokasi potensial kegagalan (*detection*). Dengan demikian, data lalu lintas tidak hanya berfungsi sebagai indikator kinerja operasional, tetapi juga dapat dikembangkan sebagai dasar dalam pendekatan analisis kegagalan berbasis risiko.

Tabel 1. DEFMEFA Awal untuk Ruas Jalan Karya Wisata Medan

No	<i>Failure Mode Potensial</i>	Efek Kegagalan	Penyebab Potensial	Indikator Data Pendukung	S	O	D	RPN	Prioritas
1	<i>Rutting / deformasi permanen</i>	Penurunan kenyamanan, genangan, penurunan kualitas pelayanan jalan	Volume lalu lintas tinggi dan beban berulang	Volume 1278 smp/jam, V/C = 0,84, LOS D	8	8	6	384	Sangat tinggi
2	<i>Fatigue cracking / retak lelah</i>	Retak struktural, penurunan umur layan perkerasan	<i>Repetitive loading</i> akibat arus lalu lintas padat	Volume tinggi pada jam puncak, LOS D	8	7	6	336	Sangat tinggi
3	Deformasi lokal pada tepi/jalur tertentu	Ketidakrataan lokal, gangguan stabilitas kendaraan	Kendaraan berhenti, keluar-masuk kawasan, hambatan	Hambatan samping 115,9 kejadian/200 m/jam	7	8	5	280	Tinggi

samping									
4	Penurunan fungsional jalan	Kecepatan turun, tundaan meningkat, kenyamanan menurun	Kapasitas mendekati jenuh	Kapasitas 1518 smp/jam, V/C = 0,84	7	8	4	224	Tinggi
5	Kerusakan dini pada titik konflik	Kerusakan lebih cepat pada lokasi tertentu	Aktivitas lalu lintas tidak stabil dan pembebanan tidak merata	LOS D dan hambatan samping tinggi	7	7	5	245	Tinggi

Sumber: data riset

Keterangan:

Skala Penilaian (1–10)

Dalam DEFMEFA, digunakan skala penilaian 1–10 untuk mengukur tingkat risiko kegagalan perkerasan berdasarkan tiga parameter utama, yaitu **severity (S)**, **occurrence (O)**, dan **detection (D)**.

Berdasarkan data volume lalu lintas, kapasitas jalan, tingkat pelayanan, dan hambatan samping, dilakukan penyusunan tabel DEFMEFA awal untuk mengidentifikasi risiko kegagalan perkerasan pada ruas Jalan Karya Wisata Medan. Pendekatan ini menjadi krusial mengingat penelitian tidak menggunakan data struktural perkerasan secara langsung, sehingga parameter lalu lintas dimanfaatkan sebagai indikator proksi (*traffic loading proxy*) untuk merepresentasikan tiga dimensi utama dalam DEFMEFA, yaitu *occurrence* (kemungkinan terjadinya kegagalan), *severity* (tingkat keparahan dampak), dan *detection* (kemampuan mengidentifikasi lokasi rawan). Dalam kerangka ini, volume lalu lintas yang tinggi mencerminkan intensitas pembebanan berulang (*repetitive loading*) yang secara kumulatif meningkatkan probabilitas terjadinya kegagalan (*occurrence*). Rasio V/C dan tingkat pelayanan jalan (LOS) yang berada pada kondisi mendekati jenuh menggambarkan tingginya tekanan sistem (*system stress*), yang berimplikasi langsung pada peningkatan *severity*, karena distribusi beban menjadi tidak merata, fluktuatif, dan cenderung terkonsentrasi pada titik-titik tertentu. Sementara itu, hambatan samping berfungsi sebagai indikator spasial yang memungkinkan identifikasi lokasi-lokasi kritis (*detection*), terutama pada segmen dengan aktivitas tinggi yang memicu pembebanan statis berulang dan konsentrasi tegangan lokal.

Hasil penilaian DEFMEFA menunjukkan bahwa mode kegagalan dengan nilai risiko tertinggi adalah rutting (deformasi permanen), diikuti oleh fatigue cracking (retak lelah). Kedua jenis kerusakan ini memiliki keterkaitan erat dengan tingginya volume lalu lintas serta kondisi operasional jalan yang mendekati jenuh. Secara mekanistik, rutting terjadi akibat akumulasi deformasi plastis pada lapisan perkerasan, yang diperparah oleh beban statis dan lambat pada kondisi lalu lintas padat (*stop-and-go traffic*). Di sisi lain, fatigue cracking berkembang akibat akumulasi regangan tarik berulang pada lapisan bawah perkerasan yang melampaui batas ketahanan material. Temuan ini menegaskan bahwa tanpa intervensi yang tepat, kondisi lalu lintas yang padat dan tidak stabil akan mempercepat proses degradasi perkerasan secara signifikan, bahkan sebelum umur rencana tercapai (*premature failure*). Tingginya nilai risiko pada kedua mode kegagalan tersebut menunjukkan bahwa risiko yang dihadapi bukan lagi bersifat laten atau jangka panjang, melainkan telah berada pada tingkat operasional yang membutuhkan penanganan prioritas segera.

Implikasi praktis dari temuan ini sangat nyata dalam konteks manajemen jalan. Pertama, diperlukan pergeseran paradigma dari pemeliharaan reaktif menuju pemeliharaan berbasis risiko (*risk-based maintenance*), di mana intervensi dilakukan sebelum kerusakan berkembang menjadi kondisi berat. Kedua, strategi penanganan perlu difokuskan pada titik-titik kritis yang teridentifikasi melalui indikator hambatan samping, sehingga sumber daya dapat dialokasikan secara lebih efisien dan tepat sasaran. Ketiga, pengelolaan lalu lintas menjadi bagian integral dari preservasi perkerasan, misalnya melalui pengendalian parkir di badan jalan, penataan akses keluar-masuk kawasan, serta rekayasa arus untuk mengurangi

beban terkonsentrasi. Selain itu, hasil ini juga memiliki implikasi ekonomi dan keselamatan. Kegagalan dalam mengantisipasi kerusakan dini akan meningkatkan biaya rehabilitasi secara signifikan dibandingkan dengan biaya pemeliharaan preventif. Di sisi lain, kondisi perkerasan yang mengalami deformasi dan retak akan menurunkan kenyamanan berkendara serta meningkatkan risiko kecelakaan, terutama pada kondisi lalu lintas padat dengan kecepatan yang tidak stabil.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, ruas Jalan Karya Wisata Medan memiliki volume lalu lintas sebesar 1278 smp/jam dengan kapasitas 1518 smp/jam, sehingga menghasilkan rasio V/C sebesar 0,84 yang menunjukkan bahwa arus lalu lintas berada pada kondisi mendekati jenuh (*near saturated condition*) dan cenderung tidak stabil, di mana interaksi antar kendaraan meningkat dan ruang gerak menjadi terbatas. Dalam perspektif DEFMEFA, kondisi tersebut memiliki implikasi langsung terhadap peningkatan risiko kegagalan perkerasan. Tingginya volume lalu lintas merepresentasikan frekuensi pembebanan berulang (*repetitive loading*) yang tinggi (*occurrence*), yang secara kumulatif mempercepat proses kelelahan material perkerasan. Sementara itu, nilai V/C dan tingkat pelayanan jalan mencerminkan tingkat keparahan (*severity*), karena pada kondisi mendekati jenuh, distribusi beban kendaraan menjadi tidak merata, lebih dinamis, dan cenderung terkonsentrasi pada titik-titik tertentu. Di sisi lain, hambatan samping yang signifikan menunjukkan adanya lokasi-lokasi kritis (*detection*), khususnya pada area dengan aktivitas tinggi yang memicu pembebanan statis berulang dan konsentrasi tegangan lokal. Hasil analisis ini menegaskan bahwa parameter lalu lintas tidak hanya relevan dalam menilai kinerja operasional jalan, tetapi juga memiliki keterkaitan erat dengan mekanisme kegagalan struktural perkerasan.

Melalui integrasi parameter lalu lintas ke dalam analisis kegagalan, penelitian ini menawarkan alternatif solusi yang praktis dan implementatif, terutama pada kondisi di mana data struktural tidak tersedia secara lengkap. Pendekatan ini juga membuka peluang untuk pengembangan model yang lebih adaptif, yang mampu mengakomodasi kondisi nyata di lapangan, termasuk variabilitas lalu lintas, karakteristik lingkungan, dan keterbatasan sumber daya. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi pada aspek analisis, tetapi juga pada aspek strategis dalam pengelolaan infrastruktur jalan. Integrasi antara analisis lalu lintas dan analisis kegagalan perkerasan menjadi langkah penting dalam mewujudkan sistem preservasi jalan yang lebih proaktif, terarah, berbasis data, dan berkelanjutan. Jika pendekatan ini diimplementasikan secara konsisten, maka potensi terjadinya kerusakan dini dapat diminimalkan, efisiensi anggaran pemeliharaan dapat ditingkatkan, serta tingkat keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan dapat lebih terjamin.

REFERENSI

- Adzani, M. A. (2026). *Dampak Ketidakseimbangan Antara Volume Kendaraan dan Kapasitas Jalan terhadap Kemacetan Jakarta*. 4(1), 28–37. <https://isora.tpublising.org/index.php/isora/article/view/122/93>
- Agung, M., Putra, T., Pujiono, T., & Rajela, A. (2026). *Analisa Kinerja Jalan Lebak Murni Kecamatan Sako Kota Palembang*. 5(1), 105–114. <https://doi.org/10.37676/mude.v5i1.9523>
- Amrulloh, I. F., Salim, A., & Nasrullah. (2025). *Implikasi Perkembangan Guna Lahan Terhadap Kerusakan Jalan Soekarno-Hatta Di Kelurahan Bontang*. 7(2), 213–223. <https://doi.org/10.35965/ursj.v7i2.6045>
- Anam, M. R., & Chumaida, Z. V. (2023). *Tanggung Jawab Penyelenggara Jalan Umum Terhadap Kecelakaan Lalu Lintas Akibat Ketidaklaikan Jalan*. 8, 218–235. <https://doi.org/10.21067/jph.v8i2.9746>

- Apriliani, M., Evelyn, M., & Cornelis, R. (2023). *Analisis Parkir Dan Kinerja Ruas Jalan Pasar Ruteng Akibat Parkir Pinggir Jalan (On Street Parking)*. 24–26. <https://doi.org/10.62603/konteks.v2i6.284>
- Dakhi, W., Nasution, R., & Lubis, Y. P. (2026). *Evaluasi Penyebab Kerusakan Jalan Balai Desa Marindal II*. 5(1), 1445–1452. <https://doi.org/10.31004/riggs.v5i1.6416>
- Farhatun, D., & Hariani, M. L. H. (2024). *Journal Of Research And Inovation In Civil Engineering As Applied Science (RIGID) Evaluasi Kinerja Lalu Lintas Di Ruas Jalan Jendral Ahmad Yani Depan Gateway Cicadas Kota Bandung*. 3(1), 10–21. <https://doi.org/10.58466/rigid.v3i1.1445>
- Muzaki, A. I. F., Saepudin, U., & Yanti Defiana. (2026). *Analisis rasio volume kendaraan terhadap kapasitas ruas jalan majalaya-rancaekek kabupaten bandung*. <https://doi.org/10.25157/jiteks.v3i1.5508>
- Nasuha, A., Saepudin, U., & Defiana, Y. (2022). *Analisis Rasio Volume Kendaraan Terhadap Kapasitas Ruas Jalan Tanjungsari-Jatinangor Kabupaten Sumedang*. 1, 87–98. <https://doi.org/10.25157/jiteks.v3i1.5507>
- Sudibyo, T. (2023). *Pengaruh Pembatasan Jenis Kendaraan Terhadap Kinerja Ruas Jalan*. 08(03), 177–182. <https://doi.org/10.29244/jsil.8.3.177-182>
- Suseno, D. P., & Mar'i, A. A. (2024). *Perbandingan Analisis Kinerja Jalan Dengan Metode Mkji 1997 Dan PKJI 2023 (Studi Kasus : Depan Pasar Babadan, Ungaran Barat, Kabupaten Semarang)*. 106–110. <https://journal.itny.ac.id/index.php/CEEDRIMS/article/view/4970>
- Talahatu, J. E. T., Purwanto, H., & Roberth, H. H. (2025). *Analisa Pengaruh Volume Kendaraan Terhadap Kapasitas Ruas Jalan*. 2(6), 983–988. <https://ejournal.amirulbangunbangsapublishing.com/index.php/jpnmb/index>
- Wardana, I. K., Maskur, A., & Hartati, G. (2025). *Analisis kapasitas dan tingkat pelayanan ruas jalan cikijing menggunakan metode manual kapasitas jalan (MKJI)1997*. 82–90. <https://doi.org/10.25157/medialilmiahtekniksipil.v2i1.3568>
- Wirfa, I., & AKbar, I. (2024). *Pelaksanaan Ruang Manfaat Jalan Penyediaan Jalur Sepeda Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2022 Di Kota Pekanbaru Ilham*. 3(4), 1238–1268. <https://jom.uin-suska.ac.id/index.php/jurnalfsh/article/view/3588%0A>
- Zubet, M. A., Fistar, W., & Aktorina, W. (2024). *Analisa Lalu Lintas terhadap Kapasitas Jalan Brigjend Sudiarto Kota Semarang*. 19(1), 51–59. <https://doi.org/10.26623/teknika.v19i1.8554>