

Analisa Kerusakan Jalan Tol Akibat Beban Kendaraan : Jalan Tol Lebani Gresik

Analysis Of Highway Damage Due To Vehicle Load : Lebani Gresik Toll Road

Diah Nurul Hidayati¹, Kholidia Ayunaning²

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik – Indonesia

*Email: diahnurul.h259@gmail.com

Artikel histori:

Submitted 22 Nov 2025

Revised 30 Nov 2025

Accepted 22 Des 2025

Online 22 Des 2025

ABSTRAK: Jalan tol adalah infrastruktur transportasi yang memiliki signifikansi strategis ketika memfasilitasi mobilitas publik dan jalur logistik, terutama di kawasan dengan intensitas industri yang tinggi. Integritas struktur perkerasan jalan tol sangat bergantung pada dinamika volume lalu lintas serta besaran beban gandar kendaraan, dengan kendaraan berat sebagai faktor pengaruh utama. Beban kendaraan yang berulang serta praktik muatan berlebih (*overloading*) dapat mempercepat penurunan kondisi perkerasan dan menimbulkan berbagai jenis kerusakan. Tujuan pokok dari studi ini ialah menilai karakteristik volume lalu lintas dan menguantifikasi beban gandar kendaraan berat menggunakan parameter Equivalent Standard Axle Load (ESAL) dan truck factor. Selain itu, penelitian ini diarahkan untuk mengidentifikasi klasifikasi serta tingkat kerusakan perkerasan pada ruas Jalan Tol Lebani–Gresik sepanjang 7,8 km melalui pendekatan kuantitatif yang mengintegrasikan data primer serta sekunder. Perolehan data primer dijalankan lewat survei lapangan yang mencakup inventarisasi Volume Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) serta identifikasi visual kerusakan jalan. Sedangkan data sekunder meliputi informasi yang berkaitan dengan konfigurasi gandar dan besaran beban sumbu kendaraan. Data primer bersumber dari hasil inventarisasi LHR dan observasi kerusakan jalan di lapangan, sedangkan data sekunder meliputi informasi mengenai konfigurasi serta besaran beban gandar kendaraan. Temuan penelitian mengungkapkan akumulasi volume lalu lintas harian sebanyak 446 unit, dengan proporsi 260 unit kendaraan berat dan 186 unit kendaraan ringan. Analisis beban menunjukkan nilai total ESAL sebesar 1.427,103 per hari, di mana truk 3 sumbu dan 5 sumbu bermuatan menjadi kontributor utama. Dengan nilai truck factor mencapai 5,489, ruas Jalan Tol Lebani–Gresik teridentifikasi mengalami fenomena overload yang melampaui kapasitas desain awal. Kerusakan dominan seperti lubang, segregasi, alur (*rutting*), dan tambalan terkonsentrasi pada lajur dengan frekuensi kendaraan berat yang tinggi, sehingga membuktikan adanya pengaruh signifikan beban gandar terhadap degradasi perkerasan.

Kata kunci: Jalan tol, Kerusakan Perkerasan, Kendaraan Berat, ESAL, Truk Faktor

ABSTRACT: *Highways are a form of transportation infrastructure that plays a strategically significant role in facilitating public mobility and logistics routes, particularly in areas with high industrial activity. The structural integrity of highway pavements is highly dependent on traffic volume dynamics and vehicle axle loads, with heavy vehicles being the primary contributing factor. Repeated vehicle loads and overloading practices can accelerate pavement deterioration and cause various types of damage. The primary objective of this study is to evaluate traffic volume characteristics and quantify the axle load of heavy vehicles using the Equivalent Standard Axle Load (ESAL)*

and truck factor parameters. Additionally, this study aims to identify the classification and extent of pavement damage on the 7.8-kilometer section of the Lebani–Gresik Toll Road through a quantitative approach that integrates primary and secondary data. Primary data was collected through field surveys that included an inventory of Average Daily Traffic Volume (ADT) and visual identification of road damage. Meanwhile, secondary data includes information regarding axle configuration and axle load. Primary data is derived from the ADT inventory and field observations of road damage, while secondary data includes information regarding vehicle axle configuration and axle load. The study findings revealed a daily traffic volume of 446 vehicles, comprising 260 heavy vehicles and 186 light vehicles. Load analysis indicated a total ESAL value of 1,427.103 per day, with loaded 3-axle and 5-axle trucks being the primary contributors. With a truck factor of 5.489, the Lebani–Gresik Toll Road section was identified as experiencing overload beyond its initial design capacity. Dominant damage such as potholes, segregation, rutting, and patches is concentrated on lanes with high heavy vehicle traffic, thus proving the significant influence of axle load on pavement degradation.

Keywords: Toll road, pavement damage, heavy vehicles, ESAL, truck factor

1. PENDAHULUAN

Jalan tol merupakan jalur krusial bagi distribusi barang dan jasa di wilayah industri. Kinerjanya sangat bergantung pada kekuatan perkerasan dalam menahan beban lalu lintas harian. Beban ini dihitung melalui volume kendaraan serta konfigurasi dan berat gandar. Jika beban operasional melebihi kapasitas desain, akan terjadi penurunan kualitas jalan dalam bentuk berbagai kerusakan fisik.

Tingkat kerusakan jalan dipengaruhi oleh frekuensi beban sumbu kendaraan, di mana kendaraan berat memberikan dampak yang lebih destruktif daripada kendaraan ringan karena hubungan eksponensial beban terhadap perkerasan. Melalui pendekatan ESAL, terlihat bahwa akurasi proyeksi kerusakan jalan lebih dipengaruhi oleh perhitungan beban sumbu yang akurat daripada sekadar merujuk pada volume lalu lintas.

Ruas Tol Lebani–Gresik sepanjang 7,8 km yang merupakan bagian dari jaringan Krian–Legundi–Bunder–Manyar (KLBM), secara konsisten menerima beban lalu lintas tinggi dari sektor industri. Hal ini memicu timbulnya berbagai jenis kerusakan perkerasan, seperti lubang (*potholes*), alur (*rutting*), dan pelepasan butiran (*segregation*). Mengingat kondisi ini menunjukkan penurunan kualitas struktur jalan, analisis kuantitatif menjadi krusial untuk memetakan faktor-faktor yang berkontribusi terhadap kerusakan tersebut.

Pendekatan kuantitatif dalam riset ini mencakup penghitungan LHR, klasifikasi sumbu kendaraan, serta penentuan nilai ESAL dan *Truck Factor*. Nilai-nilai ini menjadi dasar dalam menilai beban perkerasan, sedangkan tingkat kerusakan jalan dihitung melalui kombinasi luas area dan bobot kerusakan untuk memastikan hasil penilaian tetap objektif dan presisi.

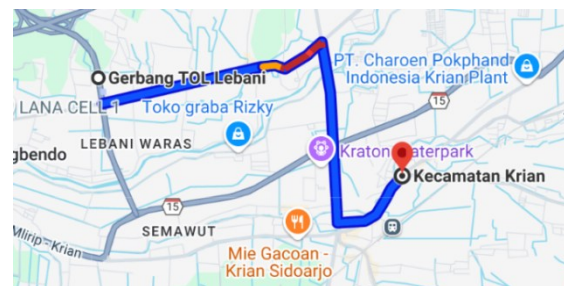
Studi ini diarahkan untuk mengidentifikasi hubungan antara beban kendaraan berat (ESAL dan

truck factor) dengan manifestasi kerusakan pada ruas Tol Lebani–Gresik. Melalui hasil analisis ini, diharapkan tercipta standar acuan baru dalam pengendalian beban operasional serta perencanaan perawatan jalan yang lebih efisien bagi pengelola jalan tol.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Sebagai infrastruktur penunjang mobilitas dan aktivitas ekonomi lokal yang strategis, ruas jalan ini dipilih menjadi fokus utama dalam observasi penelitian ini. Titik ini digunakan untuk observasi data primer LHR guna mendukung analisis kinerja jalan. Untuk gambaran lokasi penelitian yang lebih jelas, dapat merujuk pada Gambar berikut:



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian
Sumber : (Google Maps)

2.2. Pengumpulan Data

Riset ini memanfaatkan data primer yang diperoleh langsung lewat survei lapangan serta data sekunder yang berasal dari dokumen resmi instansi terkait. Data primer menyediakan informasi aktual dari objek riset, sementara data sekunder berfungsi sebagai data pendukung dari laporan atau publikasi terdahulu. Kedua jenis data ini disusun sedemikian rupa untuk menunjang seluruh rangkaian evaluasi dalam kajian ini.

2.3. Pengolahan Data

Data survei tersebut kemudian diolah secara sistematis untuk memperoleh nilai kapasitas jalan, volume kendaraan, estimasi beban sumbu, dan tingkat kerusakan permukaan jalan.

Beban Kendaraan

Beban kendaraan ialah bagian dari aspek utama yang mempengaruhi kinerja dan umur layan perkerasan jalan. Besarnya beban yang diterima oleh perkerasan tidak hanya ditentukan oleh berat total kendaraan, tetapi juga oleh konfigurasi gandar, jumlah roda, serta distribusi beban pada setiap sumbu kendaraan. Variasi konfigurasi tersebut menyebabkan perbedaan tingkat kerusakan yang ditimbulkan pada permukaan dan struktur perkerasan. Oleh karena itu, pemahaman mengenai karakteristik beban kendaraan sangat penting dalam analisis kerusakan jalan serta perencanaan dan evaluasi desain perkerasan jalan.

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBAN MUKAN MAKSIMUM (ton)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	UF 18 ESAL KOSONG	UF 18 ESAL MAKSIMUM	
1.1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	
1.2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	
1.2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1.2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1.22 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	
1.2+2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083	
1.2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	
1.2-2.2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,183	

Gambar 2. Distribusi Beban Sumbu dan Beban Kendaraan

Sumber : (Dirjen Bina Marga No.)1/MN/B<83 dan Permenhub No.14 tahun 2007)

Equivalent Single Axle Load (ESAL)

Equivalent Single Axle Load (ESAL) ialah indikator untuk menyetarakan beban kendaraan dengan beban gandar standar berdasarkan konfigurasi dan sebaran beban gandar. Perhitungan ESAL mengacu pada pedoman Departemen Pekerjaan Umum dan mempertimbangkan jenis sumbu kendaraan.

$$STRG = \left(\frac{P}{8} \times 8,16\right)^4 \dots\dots\dots (1)$$

$$SDRG = \left(\frac{P}{13} \times 13,76\right)^4 \dots\dots\dots (2)$$

$$STrRG = \left(\frac{P}{18} \times 18,46\right)^4 \dots\dots\dots (3)$$

$$STRT = \left(\frac{P}{5} \times 5,4\right)^4 \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

- P = Beban sumbu kendaraan
- STRG = Sumbu Tunggal Roda Ganda
- SDRG = Sumbu Ganda Roda Ganda
- STrRG = Sumbu Tripel Roda Ganda
- STRG = Satu Tunggal Roda Tunggal

Nilai Faktor Truk (Truck Factor)

Apabila nilai *Truck Factor* (TF) melampaui 1, maka beban kendaraan tersebut dianggap berkontribusi signifikan terhadap kerusakan jalan. Untuk memperoleh nilai total ESAL yang mencerminkan beban kendaraan, faktor truk ditetapkan berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$TF = \left[\frac{\text{total ESAL}}{N}\right]^4 \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

TF = *Truck Factor*.

Total ESAL = Banyaknya Repetisi beban dalam equivalent single axle load.

N = Banyaknya kendaraan berat.

Penilaian Kondisi Kerusakan Jalan

Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan merumuskan metode penilaian kondisi permukaan jalan berlandaskan atas tipe serta tingkatan kerusakan dan kenyamanan lalu lintas, dengan menilai perbandingan luas kerusakan terhadap total luas jalan.

a. Nilai Prosentase Kerusakan (Np)

Rumus yang dipakai guna menghitung nilai persentase kerusakan (Np) dirumuskan di bawah ini:

$$Np = \frac{\text{Nilai Jalan Rusak}}{\text{Luas Jalan Keseluruhan}} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

Tabel 1. Nilai Presentase Kerusakan

Prosentase	Kategori	Nilai
< 5%	Sedikit sekali	2
5% - 20%	Sedikit	3
20% - 40%	Sedang	5
>40%	Banyak	7

Sumber : Dinas Bina Marga

b. Nilai Bobot Kerusakan (Nj)

Adapun nilai bobot untuk tiap kategori kerusakan jalan yang dianalisis mengikuti ketentuan Dinas Bina Marga sebagai berikut:

Tabel 2. Nilai Bobot Kerusakan

Jenis Kerusakan	Nilai
Konstruksi beton tanpa kerusakan	2
Konstruksi penetrasi tanpa kerusakan	3
Tambalan	4
Retak	5
Lepas	5,5
Lubang	6
Alur	6
Gelombang	6,6
Ambblas	7
Belahan	7

Sumber : Dinas Bina Marga

c. Nilai Jumlah Kerusakan (Nq)

$$Nq = Np \times Nj \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :

N_p = Prosentase Kerusakan

N_j = Bobot Kerusakan

Nilai kerusakan total, yang merupakan hasil kali persentase kerusakan dengan bobotnya, dirangkum dalam tabel berikut:

Tabel 3. Tabel Jenis Kerusakan

No.	Jenis Kerusakan	Presentase Luar Arah Kerusakan			
		>5%	5% - 20%	20% - 40%	>40%
		Sedikit Sekali	Sedikit	Sedang	Banyak
1.	Aspal Beton	4			
2.	Penetrasi	6			
3.	Tambahan	8	12	20	28
4.	Retak	10	15	25	35
5.	Lepas	11	16,5	27,5	38,5
6.	Lubang	12	18	30	42
7.	Alur	12	18	30	42
8.	Gelombang	13	19,5	32,5	45,5
9.	Amblas	17	21	21	49
10.	Belahan	14	21	21	49

Sumber : Dinas Bina Marga

Uji T

Metode uji-t digunakan dalam penelitian ini untuk memvalidasi hipotesis melalui komparasi rata-rata dua sampel. Melalui pendekatan ini, dapat diketahui apakah ditemukan perbedaan signifikan dengan cara statistik yang membedakan satu kelompok populasi dari kelompok lainnya.

Rumus Variasi S^2 :

$$S^2 = \frac{\sum(x_1 - x_2)^2}{n-1} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

- X_1 = Nilai rerata kelompok sampel pertama
- X_2 = Nilai rerata kelompok sampel kedua
- N = Ukuran kelompok sampel

Rumus Uji-t :

$$t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

- X_1 = Nilai rerata kelompok sampel pertama
- X_2 = Nilai rerata kelompok sampel kedua
- n_1 = ukuran kelompok sampel pertama
- n_2 = ukuran kelompok sampel kedua
- S_1 = Simpangan baku kelompok sampel pertama
- S_2 = Simpangan baku kelompok sampel kedua

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengumpulan Data

Riset ini memakai data primer dan sekunder. Data primer diperoleh langsung melalui survei lapangan, sedangkan data sekunder bersumber dari dokumen atau laporan resmi instansi terkait yang mendukung kajian penelitian.

3.1.1. Data Primer

Adapun data primer yang bersumber atas hasil peninjauan langsung di lapangan terdiri atas:

- a. Survei Geometrik
Survei dilakukan untuk memperoleh data dimensi geometrik jalan melalui pengukuran langsung di lapangan menggunakan rol meter.
- b. Survei Volume Lalu Lintas
Survei ini menggunakan bantuan kamera untuk perhitungan volume kendaraan tiap jam dan mengidentifikasi jenisnya sebagai bahan evaluasi dalam analisis lanjutan.
- c. Survei Kerusakan Jalan
Survei ini bertujuan melakukan identifikasi dan mendokumentasikan jenis serta tingkat kerusakan permukaan jalan pada ruas Tol Lebani Gresik–Bunder sebagai dasar pemeliharaan dan perbaikan jalan.

3.1.2. Data Sekunder

Instrumen pendukung riset ini mencakup peta situasi, regulasi nasional, dan data kendaraan dari Dishub Gresik, di mana PKJI diimplementasikan sebagai pedoman baku untuk mengukur kinerja Jalan Tol Lebani–Gresik.

3.2. Hasil Perhitungan Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Diketahui bahwa durasi normal proyek Perhitungan LHR didasarkan pada survei lapangan selama 1–7 Juli 2025 dengan pengamatan pada tiga periode waktu, yakni pagi (06.00–08.00), siang (12.00–13.00), dan sore (16.00–17.00), guna merepresentasikan variasi volume lalu lintas harian. Komposisi kendaraan pada ruas Tol Lebani–Gresik didominasi oleh Golongan 1 dengan 234 unit, sementara kategori kendaraan lainnya (Golongan 2 hingga 5) masing-masing berjumlah 66, 102, 17, dan 27 unit.

Nilai ekuivalen beban sumbu di Tol Lebani–Gresik dihitung berdasarkan muatan untuk melihat pengaruh kendaraan terhadap kerusakan jalan. Hasilnya menunjukkan variasi beban pada berbagai tipe kendaraan, salah satunya kendaraan penumpang STRT yang mengusung beban 1 ton baik pada sumbu depan maupun belakang. Bus besar tipe STRG mencatat beban 5,94 ton pada roda belakang (sumbu tunggal–roda ganda). Truk 3 sumbu tipe SDRG memiliki beban 19,65 ton pada roda belakang (sumbu ganda–roda ganda), sedangkan truk 5 sumbu tipe STRRG mencapai 21,15 ton pada konfigurasi sumbu tripel–roda ganda.

3.3. Perhitungan Ekuivalen Standar Exle Load (ESAL)

Perhitungan ekuivalen beban standar sumbu dilakukan untuk menentukan pengaruh tiap jenis dan konfigurasi sumbu kendaraan terhadap perkerasan jalan, dengan metode perhitungan yang disesuaikan dengan tipe sumbunya.

Analisis beban lalu lintas di ruas Tol Lebani–Gresik menghasilkan nilai total 1.427,103 ESAL per hari. Nilai ini berfungsi sebagai tolok ukur besarnya beban kendaraan yang diterima oleh struktur jalan, sekaligus menggambarkan akumulasi beban harian yang harus ditopang oleh lapisan perkerasan.

3.4. Hasil Uji-t

Tabel 4. Nilai creative problem solving (CPS) dan direct instruction (DI)

No	Nilai CPS	Nilai DI
1	136	0.320
2	42	0.031
3	48	18.427
4	5	0.012
5	3	0.002
6	29	186.182
7	37	0.674
8	83	524.854
9	19	0.377
10	12	186.434
11	5	0.250
12	19	508.775
13	8	0.765

Sumber : Hasil Perhitungan

Dengan hipotesis :

H₀ (Hipotesis nol): Perbedaan jenis beban antara kendaraan berat dan ringan tidak berkorelasi signifikan dengan variasi tingkat kerusakan jalan.

H₁ (Hipotesis alternatif): Jenis beban kendaraan berat dan ringan merupakan faktor yang menyebabkan perbedaan signifikan pada tingkat kerusakan permukaan jalan.

Dari hasil perhitungan data menunjukkan bahwa variabel X₁ memiliki jumlah 446 dengan rata-rata 34,308, sedangkan X₂ berjumlah 1427,103 dengan rata-rata 109,777. Nilai penyebaran data X₂ jauh lebih besar dibandingkan X₁, yang terlihat dari total kuadrat selisih dan nilai variasinya. Hal ini menandakan bahwa data X₂ lebih bervariasi atau memiliki tingkat fluktuasi yang lebih tinggi dibandingkan X₁.

Uji-t:

$$t = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = \frac{34.308 - 109.777}{\sqrt{\frac{46162995.45^2}{13} + \frac{29195250546^2}{13}}} = 0.00159127$$

$$Df = n_1 + n_2 - 2 = 13 + 13 - 2 = 24$$

$$T_{tabel} = 2.0639$$

Perbandingan thitung dengan ttabel

Thitung < ttabel (alhasil menerima H₀ serta memberi penolakan terhadap H₁)

Mengingat nilai t hitung (0,0159127) tidak mencapai nilai t tabel (2,0639), maka hipotesis nol (H₀) gagal ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara variabel yang diuji pada tingkat kepercayaan yang ditetapkan

3.5. Faktor Truk / Truck Factor (TF)

Indikator *truck factor* digunakan untuk mengukur sejauh mana dampak muatan kendaraan berat dalam mempercepat laju kerusakan perkerasan jalan, di mana ruas jalan dinyatakan overload apabila nilai TF lebih dari 1, menandakan beban lalu lintas melebihi kapasitas rencana perkerasan. Berdasarkan evaluasi yang telah dilakukan terhadap data lalu lintas dan kerusakan di sepanjang 7,8 km ruas Tol Lebani–Gresik, dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

$$\text{Total nilai ESAL} = 1427,103$$

$$\text{Jumlah kendaraan berat (N)} = 260$$

$$TF = \frac{\text{Total ESAL}}{N} = \frac{1427,103}{260} = 5,489 > 1 \text{ (Overload)}$$

Nilai *truck factor* sebesar 5,489 (>1) memberi indikasi bahwasanya ruas jalan mengalami *overload* berat akibat beban kendaraan yang melampaui kapasitas rencana. Kegagalan fungsi perkerasan ini terlihat dari munculnya berbagai kerusakan permukaan, mulai dari lubang dan retakan hingga gelombang jalan.


3.5.1. Jenis Kerusakan Jalan

Kerusakan perkerasan di ruas Tol Lebani–Gresik yang didominasi oleh lubang, segregasi, *rutting*, dan *overlay* dipengaruhi oleh faktor-faktor yang berisiko mengganggu aspek fungsional jalan bagi para penggunanya.







Lubang (Potholes)

Persentase kerusakan lubang (potholes) yaitu cekungan perkerasan akibat air dan beban lalu lintas telah dihitung untuk ruas Tol Lebani–Gresik sepanjang 7,8 km.

Tabel 5. Jumlah kerusakan jalan lubang

No	Dokumentasi Kerusakan	Ruas Km	Volume		Luas (M ²)
			P (m)	L (m)	
Jalur A					
1		3	1.00	1.00	1.00

2		3	8.90	1.90	16.91
3		3	1.50	1.70	2.55
4		3	1.00	1.00	1.00
5		3	1.00	1.00	1.00
6		12	1.00	1.00	1.00
7		12	1.00	1.00	1.00
8		12	1.00	1.00	1.00
9		14	1.00	1.00	1.00
Jalur B					
10		3	1.00	1.00	1.00
11		3	6.90	3.47	23.94
12		3	1.70	1.80	3.06
13		3	1.00	1.00	1.00
14		3	1.00	1.00	1.00




15		12	3.30	1.60	5.28
16		12	2.00	1.80	3.60
17		12	3.30	1.60	5.28
18		12	2.00	1.80	3.60
19		14	2.80	1.20	3.36
20		14	1.50	1.50	2.25
Total luas kerusakan jalan					79.83






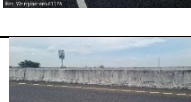




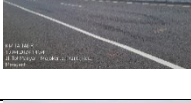

Sumber : Hasil Perhitungan

Pelepasan Butir (Segregasi)

Segregasi didefinisikan sebagai pemisahan antara agregat kasar dan halus dalam campuran aspal yang dapat mengurangi homogenitas struktur. Analisis persentase kerusakan akibat fenomena ini dilakukan dengan meninjau seluruh cakupan wilayah ruas Tol Lebani-Gresik sepanjang 7,8 km.

Tabel 6. Total kerusakan jalan segregasi

No	Dokumentasi Kerusakan	Ruas Km	Volume		Luas (M ²)
			P (m)	L (m)	
Jalur A					
1		3	3.50	1.80	6.3
2		3	8.60	1.20	10.32
3		10	5.00	1.30	6.5

4		10	4.00	1.60	6.4
5		14	16.20	4.20	68.04
Jalur B					
6		3	4.30	1.50	6.45
7		3	1.00	1.00	1.00
8		3	7.00	5.00	35.00
9		12	2.00	4.00	8.00
10		13	3.40	2.30	7.82
11		13	11.90	3.50	41.65
12		14	3.40	2.00	6.80
13		14	16.20	4.50	72.90
14		14	1.70	1.20	2.04
15		14	2.20	1.30	2.86
Total luas kerusakan jalan					281.08

Sumber : Hasil Perhitungan

Depresi Permukaan (Rutting)

Rutting didefinisikan sebagai terbentuknya alur permanen di permukaan perkerasan, di mana perhitungan persentasenya dilakukan pada sepanjang 7,8 km ruas Tol Lebani-Gresik.

Tabel 7. Total kerusakan jalan rutting


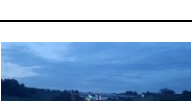
No	Dokumentasi Kerusakan	Ruas Km	Volume		Luas (M ²)
			P (m)	L (m)	
Jalur B					
1		5.00	12.30	1.60	19.68
2		13.00	7.20	2.50	18.00
3		14.00	4.60	2.60	11.96
Total luas kerusakan jalan					49.64



Sumber : Hasil Perhitungan

Overlay

Overlay merupakan metode pemeliharaan jalan melalui penambahan lapisan perkerasan baru guna meningkatkan kualitas struktural maupun fungsional jalan. Dalam penelitian ini, penghitungan persentasenya mencakup seluruh area sepanjang 7,8 km pada ruas Jalan Tol Lebani-Gresik.

Tabel 8. Total kerusakan jalan overlay

No	Dokumentasi Kerusakan	Ruas Km	Volume		Luas (M ²)
			P (m)	L (m)	
Jalur A					
1		8	120.00	4.00	480.00
2		8	110.00	4.00	440.00
Jalur B					

3		8	40.0 0	5.00	200.00
4		11	80.0 0	11.5 0	920.00
Total luas kerusakan jalan					2040.00

Sumber : Hasil Perhitungan

3.5.2. Penilaian Kondisi Kerusakan Jalan

Kerusakan jalan terjadi saat perkerasan tidak berfungsi sesuai rencana, ditandai oleh lubang, retak, atau deformasi, sehingga identifikasi penyebab kerusakan—baik pada slab, lapis pondasi, maupun tanah dasar—menjadi penting dalam pemeliharaan perkerasan beton.

Lubang (Potholes)

Tingkat kerusakan berupa lubang (potholes) ditentukan melalui analisis data pada tabel-tabel yang mengacu pada Bina Marga sebagai dasar penilaian tiap segmen ruas jalan.

Tabel 9. Nilai kerusakan jalan lubang

No.	Ruas Km	Np %	Np	Nj	Nq	Kategori
Jalur A						
1	3	0.004%	2	6	12	Sedikit Sekali
2	3	0.062%	2	6	12	Sedikit Sekali
3	3	0.009%	2	6	12	Sedikit Sekali
4	3	0.004%	2	6	12	Sedikit Sekali
5	3	0.004%	2	6	12	Sedikit Sekali
6	12	0.004%	2	6	12	Sedikit Sekali
7	12	0.004%	2	6	12	Sedikit Sekali
8	12	0.004%	2	6	12	Sedikit Sekali
9	14	0.004%	2	6	12	Sedikit Sekali
Jalur B						

10	3	0.004%	2	6	12	Sedikit Sekali
11	3	0.088%	2	6	12	Sedikit Sekali
12	3	0.011%	2	6	12	Sedikit Sekali
13	3	0.004%	2	6	12	Sedikit Sekali
14	3	0.004%	2	6	12	Sedikit Sekali
15	12	0.019%	2	6	12	Sedikit Sekali
16	12	0.013%	2	6	12	Sedikit Sekali
17	12	0.019%	2	6	12	Sedikit Sekali
18	12	0.013%	2	6	12	Sedikit Sekali
19	14	0.012%	2	6	12	Sedikit Sekali
20	14	0.008%	2	6	12	Sedikit Sekali

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk jenis lubang (*potholes*), besaran nilai kerusakan terkonsentrasi pada kategori 'sedikit sekali' dengan nilai sebesar 12.

Pelepasan Butir (Segredasi)

Tingkat kerusakan berupa segregasi dianalisis berdasarkan data pada tabel-tabel yang mengacu pada Bina Marga sebagai dasar penilaian tiap segmen ruas jalan.

Tabel 10. Nilai kerusakan jalan segredasi

No.	Ruas Km	Np %	Np	Nj	Nq	Kategori
Jalur A						
1	3	0.023%	2	5.5	11	Sedikit Sekali
2	3	0.038%	2	5.5	11	Sedikit Sekali
3	10	0.024%	2	5.5	11	Sedikit Sekali
4	10	0.023%	2	5.5	11	Sedikit Sekali

5	14	0.249%	2	5.5	11	Sedikit Sekali
Jalur B						
6	3	0.024%	2	5.5	11	Sedikit Sekali
7	3	0.004%	2	5.5	11	Sedikit Sekali
8	3	0.128%	2	5.5	11	Sedikit Sekali
9	12	0.029%	2	5.5	11	Sedikit Sekali
10	13	0.029%	2	5.5	11	Sedikit Sekali
11	13	0.153%	2	5.5	11	Sedikit Sekali
12	14	0.025%	2	5.5	11	Sedikit Sekali
13	14	0.267%	2	5.5	11	Sedikit Sekali
14	14	0.007%	2	5.5	11	Sedikit Sekali
15	14	0.010%	2	5.5	11	Sedikit Sekali

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk jenis segregasi, besaran nilai kerusakan terkonsentrasi pada kategori “sedikit sekali” dengan skor penilaian 11.

Depresi Permukaan (Rutting)

Tingkat kerusakan berupa alur roda (*rutting*) dianalisis dengan merujuk pada kriteria penilaian Bina Marga guna mengevaluasi kondisi setiap segmen ruas jalan. Data tersebut disusun secara sistematis dalam tabel-tabel analisis untuk mempermudah kategorisasi tingkat kerusakan.

Tabel 11. Nilai kerusakan jalan rutting

No.	Ruas Km	Np %	Np	Nj	Nq	Kategori
Jalur B						
1	5	0.072%	2	6.6	13.2	Sedikit Sekali
2	13	0.066%	2	6.6	13.2	Sedikit Sekali
3	14	0.044%	2	6.6	13.2	Sedikit Sekali

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk jenis depresi permukaan (*rutting*), besaran nilai kerusakan terkonsentrasi pada kategori 'sedikit sekali' dengan nilai penilaian 13,2.

Overlay

Tingkat kerusakan berupa overlay dianalisis berdasarkan data pada tabel-tabel yang mengacu pada Bina Marga sebagai dasar penilaian tiap segmen ruas jalan.

Tabel 12. Nilai kerusakan jalan overlay

No.	Ruas Km	Np %	Np	Nj	Nq	Kategori
Jalur A						
1	8	1.758%	2	4	8	Sedikit Sekali
2	8	1.758%	2	4	8	Sedikit Sekali
Jalur B						
3	8	0.733%	2	4	8	Sedikit Sekali
4	11	0.733%	2	4	8	Sedikit Sekali

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk jenis *overlay*, nilai kerusakan sebesar 8 pada kategori “sedikit” menjadi nilai yang paling sering muncul dalam hasil penilaian.

4. KESIMPULAN

Merujuk terhadap hasil analisis data serta pembahasan yang sudah dijabarkan dalam bab sebelumnya mengenai dampak beban kendaraan terhadap kerusakan ruas Jalan Tol Lebani–Gresik, kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Kondisi perkerasan Jalan Tol Lebani–Gresik saat ini terancam karena beban lalu lintas yang melampaui rencana awal. Data menunjukkan bahwa mayoritas pengguna jalan (58%) adalah kendaraan berat, terutama truk 3 dan 5 sumbu, yang memberikan beban kumulatif sebesar 1427,103 ESAL/hari. Dengan *truck factor* di angka 5,489, ruas jalan ini secara teknis dikategorikan mengalami kelebihan beban (*overload*).
2. Tingkat kerusakan di Tol Lebani–Gresik berada pada taraf sedang hingga tinggi akibat dominasi kerusakan fisik seperti lubang dan alur. Kondisi ini disebabkan oleh intensitas kendaraan berat dengan nilai TF > 1 dan ESAL tinggi yang melampaui daya dukung desain perkerasan, sehingga mempercepat proses kerusakan jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa Furqan, S. A. P. & H. (2024). *Analisa Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Perkerasan Lentur Jalan Soekarno Hatta Dumai*.
- Arillah Safitri, D. N. P. (2021). *Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Jalan Lintas Plampang-Labangka*.
- Budiharjo, A., Haryoko, D. W., & Jepriadi, K. (2021). Analisis Tingkat Kerusakan Jalan Tol. *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, 11(1), 157. <https://doi.org/10.29103/tj.v11i1.417>
- Cahya Finnahar, P., Adi Saputro, Y., Hidayati, N., & Kunci, K. (2025). Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Perkerasan Lentur (Aspal) Pada Ruas Jalan Raya Demak Jepara Km 37-Km 39. *Jurnal Civil Engineering Study*, 5(1). <https://doi.org/10.34001/jces>
- Departemen Pekerjaan Umum. (2005). *pedoman-perencanaan-tebal-lapis-tambah-perkerasan-lentur-dengan-metoda-lendutan (3)*.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, S., Direktur di Direktorat Jenderal Bina Marga, P., Kepala Balai Besar, P., Pelaksanaan Jalan Nasional di Direktorat Jenderal Bina Marga, B., & Kepala Satuan Kerja di Direktorat Jenderal Bina Marga, P. (2023). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Direktorat Jenderal Bina Marga (Issue 021)*.
- Iskandar Octovian. (2023). *Pengaruh Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Perkerasan Lentur (Aspal)*.
- Ladja, G. M. E. L., Ketut M. Kurwara, & Paul G. Tamelan. (2022). Analisis Kerusakan Jalan Pada Jalan Desa Peibenga-Wolola Kecamatan Lepembusu Kelisoke Kabupaten Ende. In *Jurnal Batakarang* (Vol. 3, Issue 1).
- Tjahjani, I., Wiedjayantoro, B., Jagakarsa, T., & Selatan, J. (2021). Pengaruh Beban Lalu Lintas Terhadap Kerusakan Lentur Di Jalan Tol Berdasarkan Metode Pavement Condition Index (Studi Kasus Ruas Lingkaran Luar Jakarta (JORR) W2 Utara Jalur A dan B). In *Jurnal Teknik Sipil-Arsitektur* (Vol. 20, Issue 2).
- Valens Cristover Pascoal Da Cunha, F. (2022). *CRANE : Civil Engineering Research Journal Pengaruh Volume Kendaraan Terhadap Tingkat Kerusakan Jalan Pada Perkerasan Lentur*. <https://ojs.unikom.ac.id/index.php/crane>