

Pengaruh Beban Berlebih (*Overload*) terhadap Pengurangan Umur Rencana
Perkerasan Jalan pada Ruas Jalan Simpang Teritep-Muntok

Aldi Saputra, Amiwarti, Syahril Alzahri

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Informatika Universitas PGRI Palembang

ARTICLE INFO

Kata Kunci:

LHR, VDF, ESAL.

*Correspondence email:

aldisaputra140103@gmail.com,
amiwartiishak@gmail.com,
syahrilalzahri7@gmail.com

Submitted: 17 Juli 2026

Revised: 20 Agustus 2026

Accepted: 11 Agustus 2026

Published: 14 Agustus 2026

ABSTRAK

Infrastruktur jalan memiliki peran penting dalam mendukung mobilitas masyarakat dan kegiatan ekonomi. Ruas Jalan Simpang Teritep–Muntok merupakan jalur strategis di Kabupaten Bangka Barat yang banyak dilalui kendaraan berat, sehingga berpotensi mengalami percepatan kerusakan akibat beban berlebih (*overload*). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh beban berlebih terhadap pengurangan umur rencana perkerasan jalan pada ruas tersebut. Metode yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan perhitungan Manual Desain Perkerasan (MDP) 2024 melalui data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR), *Vehicle Damage Factor* (VDF), *Equivalent Single Axle Load* (ESAL), dan *Cumulative ESAL* (CESA). LHR adalah volume lalu lintas rata-rata yang melewati suatu titik atau penampang jalan tertentu dalam satu hari (24 jam). VDF adalah angka koefisien yang menunjukkan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban poros kendaraan tunggal/beberapa terhadap struktur perkerasan jalan, relatif terhadap beban gandar standar. ESAL adalah satuan unit yang digunakan untuk mengonversi berbagai macam jenis beban gandar kendaraan yang berbeda-beda. Data primer diperoleh melalui survei lapangan, sedangkan data sekunder berasal dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Bangka Barat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kendaraan dengan muatan berlebih memberikan kontribusi kenaikan nilai VDF secara signifikan, sehingga meningkatkan nilai ESAL kumulatif dan mempercepat kerusakan struktural perkerasan. Kondisi ini menyebabkan umur rencana jalan berkurang dari masa layan seharusnya. Kesimpulannya, beban berlebih berpengaruh langsung terhadap penurunan umur perkerasan, sehingga diperlukan pengawasan muatan kendaraan serta perencanaan pemeliharaan jalan yang lebih optimal.

ABSTRACT

Keywords:

LHR, VDF, ESAL.

Road infrastructure plays a vital role in supporting public mobility and economic activities. The Simpang Teritep–Muntok road section is a strategic route in West Bangka Regency that is heavily traversed by heavy vehicles, making it prone to accelerated damage due to overloading. This study aims to analyze the effect of overloading on the reduction of the pavement design life on that specific road section. The method used is a quantitative approach with calculations based on the 2024 Pavement Design Manual (Manual Desain Perkerasan/MDP 2024) utilizing Average Daily Traffic (ADT/LHR), Vehicle Damage Factor (VDF), Equivalent Single Axle Load (ESAL), and Cumulative ESAL (CESA) data. ADT is the average traffic volume passing through a specific point or cross-section of a road within a single day (24 hours). VDF is a coefficient that indicates the level of damage caused by a single or multiple axle load passes to the pavement structure, relative to the standard axle load. ESAL is a unit used to convert various types of different vehicle axle loads. Primary data were obtained through field surveys, while secondary data were sourced from the Public Works Department of Bina Marga, West Bangka. The results indicate that overloaded vehicles contribute to a significant increase in the VDF value, thereby increasing the cumulative ESAL value and accelerating structural pavement damage. This condition causes the road design life to decrease from its intended service life. In conclusion, overloading has a direct impact on the reduction of pavement life, highlighting the need for vehicle load monitoring and more optimal road maintenance planning.

PENDAHULUAN

Infrastruktur jalan merupakan salah satu elemen penting dalam menunjang pertumbuhan ekonomi dan mobilitas masyarakat. Jalan yang andal dan layak fungsi akan memperlancar arus transportasi barang dan jasa, khususnya di daerah yang memiliki potensi sumber daya alam dan aktivitas industri (Lyrra & Kurniati, 2025). Perkembangan pesat dan pertumbuhan masyarakat di Indonesia memicu peningkatan jumlah kendaraan di jalan raya. Jalan raya, sebagai

prasarana transportasi yang esensial, memiliki peran strategis dalam aspek ekonomi, sosial, dan budaya. Oleh karena itu, pembangunan infrastruktur jalan raya menjadi prioritas, tercermin dalam alokasi anggaran nasional untuk konstruksi baru dan pemeliharaan jalan (Anggiyansyah et al, 2024). Salah satu ruas jalan strategis di Kabupaten Bangka Barat, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, adalah ruas Simpang Teritep – Muntok.

Ruas jalan ini menghubungkan Kecamatan Simpang Teritep dengan Kota Muntok, yang merupakan ibu kota Kabupaten Bangka Barat sekaligus salah satu pelabuhan utama di Pulau Bangka. Aktivitas pengangkutan hasil tambang, perkebunan, dan logistik antar wilayah membuat jalan ini banyak dilalui kendaraan berat, terutama truk angkutan barang. Namun dalam praktiknya, banyak kendaraan yang mengangkut muatan melebihi kapasitas yang diizinkan (*overload*), sehingga memberikan beban berlebih pada perkerasan jalan.

Kondisi ini menjadi tantangan tersendiri karena beban berlebih dari kendaraan *overload* dapat mempercepat kerusakan struktural pada perkerasan jalan. Umur rencana jalan yang seharusnya mampu bertahan dalam jangka waktu tertentu menjadi lebih singkat akibat tekanan yang melebihi kapasitas desain. Dampaknya tidak hanya berupa peningkatan biaya perawatan dan rehabilitasi jalan, tetapi juga mengganggu kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan.

Permasalahan *overload* ini kerap terjadi di banyak ruas jalan di Bangka Belitung, termasuk di ruas Simpang Teritep – Muntok. Oleh karena itu, diperlukan analisis teknis yang mendalam untuk mengetahui sejauh mana pengaruh *overload* terhadap umur rencana perkerasan jalan. Dengan melakukan evaluasi terhadap beban kendaraan yang melintas dan dampaknya terhadap struktur jalan, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengambilan kebijakan pengendalian lalu lintas kendaraan berat serta dalam perencanaan perawatan jalan yang lebih efektif dan berkelanjutan. Permasalahan *overload* dan dampaknya terhadap kerusakan jalan telah banyak dikaji pada berbagai ruas jalan strategis, seperti pada ruas Jalan Yogya–Magelang (Atmanegara, 2017), ruas Jalan Yogyakarta–Prambanan (Beti et al, 2022), ruas Jalan Kol. Yos Sudarso (Daeli, 2024), ruas Jalan Manado–Bitung (Safitra et al, 2019), ruas Jalan Manado–Tomohon (Sumartha et al, 2023), Jalan Tol JORR E Jakarta (Pardede et al, 2024), serta Kota Palangka Raya (Robby, 2021). Studi-studi tersebut secara konsisten menunjukkan bahwa beban kendaraan yang melebihi kapasitas desain berkontribusi terhadap percepatan kerusakan struktural perkerasan jalan.

METODE

Gambaran Umum

Penelitian ini menggunakan metodologi kuantitatif dengan metode perhitungan MDP 2024. Penelitian kuantitatif adalah tentang hubungan sebab-akibat, hubungan variabel, hipotesis dan pertanyaan yang lebih spesifik, serta menggunakan pengukuran, observasi dan pengujian sebuah teori (Syahroni, 2022). Metode Manual Desain Perkerasan (MDP) 2024 adalah panduan yang digunakan untuk merencanakan desain struktur perkerasan jalan lentur di Indonesia. MDP 2024 menggantikan edisi sebelumnya dan mencakup berbagai aspek perencanaan (Nadi, 2025). Perhitungan tebal perkerasan dalam penelitian ini juga merujuk pada prinsip-prinsip elemen perencanaan perkerasan jalan (Mukrim, 2025) serta kaidah rekayasa perkerasan jalan yang mencakup prinsip, praktik, dan inovasi terkini (Nawir & Mansur, 2025). Sebagai pembanding metode, beberapa penelitian terdahulu telah menggunakan Metode AASHTO 1993 dan Metode Bina Marga 2017 dalam perencanaan tebal perkerasan lentur (Krisdiyanto et al, 2022), termasuk penerapan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 pada proyek jalan baru (Bamher, 2020) dan perencanaan tebal perkerasan lentur beserta rencana anggaran biaya (Prasetyo et al, 2020).

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Ruas Jalan Simpang Teritep-Muntok Pangkal Pinang-Muntok, Belo Laut, Kec. Muntok, Kabupaten Bangka Barat, Kepulauan Bangka Belitung 33351.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini diawali dengan tahap studi literatur, yaitu mengkaji berbagai referensi dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan pengaruh beban berlebih (*overload*) terhadap umur rencana perkerasan jalan. Setelah studi literatur selesai, penelitian dilanjutkan dengan tahap pengumpulan data, yang terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui survei lapangan secara langsung, meliputi data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR), data geometrik jalan, serta dokumentasi gambar kondisi eksisting perkerasan jalan. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Bangka Barat, mencakup data LHR tahun 2025 dan data tebal perkerasan jalan eksisting.

Setelah seluruh data terkumpul, tahap selanjutnya adalah pengolahan data, yang meliputi perhitungan nilai LHR, Vehicle Damage Factor (VDF), Equivalent Single Axle Load (ESAL), tingkat *overload* kendaraan, serta kondisi kerusakan retak kulit buaya pada ruas jalan yang diteliti. Data hasil pengolahan tersebut kemudian digunakan dalam tahap analisa umur rencana perkerasan jalan dengan menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan (MDP) 2024. Selanjutnya, dilakukan analisa dan evaluasi terhadap pengaruh beban berlebih (*overload*) terhadap pengurangan umur

rencana perkerasan jalan pada ruas Jalan Simpang Teritep–Muntok. Berdasarkan hasil analisa dan evaluasi tersebut, penelitian ini diakhiri dengan penarikan kesimpulan serta penyusunan saran yang relevan, sebagai tahap akhir dari keseluruhan rangkaian penelitian.

HASIL

Data Lalu lintas Harian Rata-rata

Data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) merupakan dasar penting dalam analisis kondisi dan kinerja suatu ruas jalan. Untuk keperluan penelitian ini, data LHR diperoleh melalui survei lapangan yang dilakukan secara langsung pada ruas Jalan Simpang Teritep–Muntok dari bulan Januari – Oktober tahun 2025. Data tersebut mencakup berbagai jenis kendaraan yang melintas setiap harinya, sehingga dapat memberikan gambaran nyata mengenai intensitas dan karakteristik arus lalu lintas pada lokasi penelitian. Rincian lengkap hasil survei LHR tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data LHR Jalan Simpang Teritep–Muntok Tahun 2025

Jenis Kendaraan	Jenis Kendaraan	LHR Hasil Survey (kendaraan/hari)
Sepeda kumbang, Sepeda Motor, Roda 3	1	50886
Sedan, Jeep, Station wagon	2	5357
Oplet, Pick-up Oplet, Mini Bus, Combi	3	3934
Pick-Up, Mikro truk, Mobil Hantaran	4	5790
Bus Kecil	5a	2612
Bus Besar	5b	1295
Truck Ringan 2 Sumbu	6a	3922
Truck Sedang 2 Sumbu	6b	6935
Truck 3 Sumbu	7a	1879
Truck Gandengan	7b	693
Truck Semi Trailer	7c	90
Kendaraan Tidak Bermotor	8	445

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Bangka Barat Tahun 2025

Berdasarkan data LHR yang telah diperoleh, diperlukan penyesuaian untuk memproyeksikan peningkatan jumlah kendaraan pada periode selanjutnya. Dengan asumsi pertumbuhan lalu lintas sebesar 5% per tahun, dilakukan perhitungan tambahan terhadap setiap jenis kendaraan guna menggambarkan kondisi yang lebih aktual. Hasil proyeksi peningkatan tersebut disajikan pada Tabel 4.2 sebagai dasar pertimbangan dalam analisis beban lalu lintas dan perencanaan kebutuhan infrastruktur jalan.

1. LHR hasil survey 5%

LHR : Jumlah Kendaraan x 5%

: $50886 \times 5\%$

: 2544,3

Maka, LHR sepeda kumbang dengan pertambahan 5%

LHR 5% : Jumlah Kendaraan + LHR

: $50886 + 2544,3$

: 53430,3

2. LHR hasil survey 5%

LHR : Jumlah Kendaraan x 5%

: $5357 \times 5\%$

: 267,85

Maka, LHR Sedan, Jeep dengan pertambahan 5%

LHR 5% : Jumlah Kendaraan + LHR

: $5357 + 267,85$

: 5624,85

Maka dengan perhitungan yang sama akan didapatkan hasil LHR hasil survey dengan pertambahan 5% kendaraan/hari yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data kendaraan dengan pertambahan lalu lintas kendaraan 5 %.

Jenis Kendaraan	Jenis Kendaraan	LHR Hasil Survey 5% (kendaraan/hari)
Sepeda kumbang, Sepeda Motor, Roda 3	1	53430,3
Sedan, Jeep, Station wagon	2	5624,85
Oplet, Pick-up Oplet, Mini Bus, Combi	3	4130,7
Pick-Up, Mikro truk, Mobil Hantaran	4	6079,5
Bus Kecil	5a	2742,6
Bus Besar	5b	1359,75
Truck Ringan 2 Sumbu	6a	4118,1
Truck Sedang 2 Sumbu	6b	7281,75
Truck 3 Sumbu	7a	1972,95
Truck Gandengan	7b	727,65
Truck Semi Trailer	7c	94,5
Kendaraan Tidak Bermotor	8	467,25

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Bangka Barat Tahun 2025

Untuk melengkapi analisis perkembangan volume lalu lintas, dilakukan proyeksi pertambahan jumlah kendaraan berdasarkan asumsi peningkatan rata-rata sebesar 10% dari data LHR hasil survei. Data lengkap hasil perhitungan pertambahan 10% tersebut ditampilkan pada Tabel 3.

1. LHR hasil survey 10%

$$LHR : \text{Jumlah Kendaraan} \times 10\%$$

$$: 50886 \times 10\%$$

$$: 5088,6$$

Maka, LHR sepeda kumbang dengan pertambahan 10%

$$LHR\ 10\% : \text{Jumlah Kendaraan} + LHR$$

$$: 50886 + 5088,6$$

$$: 53430,3$$

2. LHR hasil survey 10%

$$LHR : \text{Jumlah Kendaraan} \times 10\%$$

$$: 5357 \times 10\%$$

$$: 535,7$$

Maka, LHR Sedan, Jeep dengan pertambahan 10%

$$LHR\ 10\% : \text{Jumlah Kendaraan} + LHR$$

$$: 5357 + 535,7$$

$$: 5892,7$$

Maka dengan perhitungan yang sama akan didapatkan hasil LHR hasil survey dengan pertambahan 10% kendaraan/hari yang dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 3. Data kendaraan dengan pertambahan lalu lintas kendaraan 10%.

Jenis Kendaraan	Jenis Kendaraan	LHR Hasil Survey 10% (kendaraan/hari)
Sepeda kumbang, Sepeda Motor, Roda 3	1	55974,6
Sedan, Jeep, Station wagon	2	5892,7
Oplet, Pick-up Oplet, Mini Bus, Combi	3	4327,4
Pick-Up, Mikro truk, Mobil Hantaran	4	6369
Bus Kecil	5a	2873,2
Bus Besar	5b	1424,5
Truck Ringan 2 Sumbu	6a	4314,2
Truck Sedang 2 Sumbu	6b	7628,5
Truck 3 Sumbu	7a	2066,9
Truck Gandengan	7b	762,3
Truck Semi Trailer	7c	99
Kendaraan Tidak Bermotor	8	489,5

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Bangka Barat Tahun 2025

Pada tabel 3 menunjukkan perhitungan pertambahan sebesar 15% dari jumlah kendaraan yang tercatat pada survei sebelumnya, sebagai dasar analisis perencanaan dan evaluasi kondisi lalu lintas pada ruas jalan terkait.

1. LHR hasil survey 15%

LHR : Jumlah Kendaraan x 15%

: 50886 x 15%

: 7632,9

Maka, LHR sepeda kumbang dengan penambahan 15%

LHR 10% : Jumlah Kendaraan + LHR

: 50886 + 7632,9

: 58518,9

2. LHR hasil survey 15%

LHR : Jumlah Kendaraan x 15%

: 5357 x 15%

: 803,55

Maka, LHR Sedan, Jeep dengan penambahan 15%

LHR 10% : Jumlah Kendaraan + LHR

: 5357 + 803,55

: 6160,55

Maka dengan perhitungan yang sama akan didapatkan hasil LHR hasil survey dengan penambahan 10% kendaraan/hari yang dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Data kendaraan dengan penambahan lalu lintas kendaraan 15%.

Jenis Kendaraan	Jenis Kendaraan	LHR Hasil Survey 15% (kendaraan/hari)
Sepeda kumbang, Sepeda Motor, Roda 3	1	58518,9
Sedan, Jeep, Station wagon	2	6160,55
Oplet, Pick-up Oplet, Mini Bus, Combi	3	4524,1
Pick-Up, Mikro truk, Mobil Hantaran	4	6658,5
Bus Kecil	5a	3003,8
Bus Besar	5b	1489,25
Truck Ringan 2 Sumbu	6a	4510,3
Truck Sedang 2 Sumbu	6b	7975,25
Truck 3 Sumbu	7a	2160,85
Truck Gandengan	7b	796,95
Truck Semi Trailer	7c	103,5
Kendaraan Tidak Bermotor	8	511,75

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Bangka Barat Tahun 2025

Konfigurasi Beban Sumbu Kendaraan

Untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai distribusi beban dan konfigurasi beban sumbu kendaraan yang diizinkan untuk berbagai jenis kendaraan yang melintas. Penyajian data konfigurasi Sumbu LHR (Lintas Harian Rata-rata), termasuk informasi mengenai berat total kendaraan serta distribusi berat pada masing-masing sumbu. Data ini sangat penting dalam analisis *Vehicle Damage Factor* (VDF) dan perencanaan infrastruktur jalan yang berkelanjutan. Hasil konfigurasi sumbu LHR dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Konfigurasi Sumbu LHR

Jenis Kendaraan	Tipe Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	Berat Total (Ton)	Berat Sumbu 1	Berat Sumbu 2	Berat Sumbu 3	Berat Sumbu 4	Berat Sumbu 5	Berat Sumbu 6
Sedan, Jeep	2	1.1	2	3	6				
Kendaraan Umum, Oplet	3	1.1	2	1	1				
Pick Up	4	1.2	6	3	3				
Bus Kecil	5a	1.2	6	3	3				
Bus Besar	5b	1.2	9	6	6				
Truck Ringan 2 Sumbu	6a	1.2	12	6	6				
Truck Sedang 2 Sumbu	6b	1.2	16	6	10				
Truck Berat 3 Sumbu	7a	1.22	24	6	6	9			
Truck Semi Trailer	7c	1.2-22	34	6	10	9	9		
Truck Gandengan (Trailer)	7b	1.22-222	54	6	9	9	10	10	10

Sumber: Ditjen Bina Marga No. 01/ MN/ BM/ 1983 dan Permenhub No. 14 Tahun 2021

Vehicle Damage Factor (VDF)

Setelah memahami konfigurasi sumbu dan berat kendaraan, penting untuk mengetahui dampak kerusakan yang ditimbulkan oleh masing-masing jenis kendaraan terhadap infrastruktur jalan. Tabel 6 menyajikan informasi mengenai Vehicle Damage Factor (VDF), yang merupakan indikator perbandingan antara daya rusak yang disebabkan oleh muatan kendaraan terhadap jalan. Data ini memberikan gambaran kuantitatif mengenai kontribusi masing-masing jenis kendaraan terhadap kerusakan jalan, yang sangat berguna dalam perencanaan pemeliharaan dan peningkatan jalan. Hasil *Vehicle Damage Factor (VDF)* yang dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Vehicle Damage Factor (VDF)

Jenis Kendaraan	Tipe Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	Berat Total (Ton)	Sumbu Ganda	Sumbu Ganda Tandem	Sumbu Ganda Triple	VDF
Sedan, Jeep	2	1.1	2	0,000254779			0,000254779
Kendaraan Umum, Oplet	3	1.1	2	0,000254779			0,000254779
Pick Up	4	1.2	6	0,011094532			0,011094532
Bus Kecil	5a	1.2	6	0,011094532			0,011094532
Bus Besar	5b	1.2	9	0,056166069			0,056166069
Truck Ringan 2 Sumbu	6a	1.2	12	0,177512513			0,177512513
Truck Sedang 2 Sumbu	6b	1.2	16	0,561027202			0,561027202
Truck Berat 3 Sumbu	7a	1.22	24	3,360868823	2,654004079		6,014872902
Truck Semi	7c	1.2-22	34	10,68986664	10,68986664		21,37973328
Truck Gandengan (Trailer)	7b	1.22-222	54	86,13539199	68,01922173	107,2700121	261,4246258

Sumber: Ditjen Bina Marga No. 01/ MN/ BM/ 1983 dan Permenhub No. 14 Tahun 2021

Equivalent Single Axle Load (ESAL)

Equivalent Single Axle Load (ESAL) adalah perencanaan dan analisis perkerasan jalan untuk menyederhanakan dampak lalu lintas. ESAL mengukur total kerusakan pada jalan yang disebabkan oleh berbagai jenis kendaraan dengan mengubahnya menjadi jumlah beban gandar tunggal standar yang setara. Untuk memahami lebih lanjut mengenai nilai *traffic design* pada lajur lalu lintas, khususnya yang berkaitan dengan *Equivalent Single Axle Load (ESAL)* selama umur rencana, data yang relevan dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8 Kedua tabel ini menyajikan informasi rinci mengenai kontribusi berbagai jenis kendaraan terhadap ESAL, yang merupakan parameter penting dalam perencanaan dan desain perkerasan jalan yang optimal. Gambar 1 menunjukkan kerusakan jalan akibat yang ada pada jalan Jalan Simpang Teritep–Muntok



Gambar 1. Kerusakan Jalan
Sumber: Dokumentasi Lapangan

1. W18 Harian Sedan Jeep

$$\begin{aligned} W18 \text{ Harian} &: LHR \times DD \times DL \times E \\ &: 50886 \times 0,5 \times 1,0 \times 0,000254779 \\ &: 6,482342097 \end{aligned}$$

2. W18 Tahunan Sedan Jeep

$$\begin{aligned} W18 \text{ Harian} &: W18 \text{ Harian} \times 365 \\ &: 56,482342097 \times 365 \\ &: 2366,054865 \end{aligned}$$

3. W10 Tahun Sedan Jeep

$$\begin{aligned} W10 \text{ Tahun} &: W18 \text{ Tahunan} \times 10 \\ &: 2366,054865 \times 10 \\ &: 23660,54865 \end{aligned}$$

Maka dengan perhitungan yang sama untuk mendapatkan nilai w18 harian, w18 tahunan dan w 0 Tahun dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Nilai Equivalent Single Axle Load (ESAL) selama umur rencana

Jenis Kendaraan	Tipe Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	LHR (Kend/hr)	DD	DL	E	w18 Harian	1 Tahun	w18 Tahunan	W 10 Tahun
Sedan, Jeep	2	1.1	50886	0.5	1.0	0,784313725	19,95529411	365	7283682,348	72836823,48
Kendaraan Umum, Oplet	3	1.1	50886	0.5	1.0	0,784313725	19,95529411	365	7283682,348	72836823,48
Pick Up	4	1.2	3934	0.5	1.0	0,020637119	21,82294444	365	7965,374722	79653,74722
Bus Kecil	5a	1.2	5790	0.5	1.0	0,020637119	32,11867014	365	11723,3146	117233,146
Bus Besar	5b	1.2	2612	0.5	1.0	0,056166069	73,35288611	365	26773,80343	267738,0343
Truck Ringan 2 Sumbu	6a	1.2	1295	0.5	1.0	0,177512513	114,9393522	365	41952,86354	419528,6354
Truck Sedang 2 Sumbu	6b	1.2	3922	0.5	1.0	0,561027202	1100,174343	365	401563,6352	4015636,352
Truck Berat 3 Sumbu	7a	1.22	6935	0.5	1.0	6,014872902	20856,57179	365	7612648,703	76126487,03
Truck Semi Trailer	7c	1.2-22	1879	0.5	1.0	21,37973238	20086,25942	365	7331484,687	73314846,87
Truck Gandengan (Trailer)	7b	1.22-222	693	0.5	1.0	175,2953738	90583,63284	365	33063025,99	330630259,9

Tabel 8. Nilai Equivalent Single Axle Load (ESAL) selama umur rencana dari tahun 2025 sampai dengan 2034.

Jenis Kendaraan	ESAL 2025	ESAL 2026	ESAL 2027	ESAL 2028	ESAL 2029	ESAL 2030	ESAL 2031	ESAL 2032	ESAL 2033	ESAL 2034
Sedan, Jeep	2366,054865	4732,109731	7098,164596	9464,219462	11830,27433	14196,32919	16562,38406	18928,43892	21294,49379	23660,54865
Kendaraan Umum, Oplet	249,0853263	498,1706526	747,2559789	996,3413052	1245,426631	1494,511958	1743,597284	1992,68261	2241,767937	2490,853263
Pick Up	7965,374722	15930,74944	23896,12417	31861,49889	39826,87361	47792,24833	55757,62305	63722,99778	71688,3725	79653,74722
Bus Kecil	11723,3146	23446,6292	35169,9438	46893,2584	58616,57301	70339,88761	82063,20221	93786,51681	105509,8314	117233,146
Bus Besar	26773,80343	53547,60686	80321,41029	107095,2137	133869,0172	160642,8206	187416,624	214190,4275	240964,2309	267738,0343
Truck Ringan 2 Sumbu	41952,86354	83905,72708	125858,5906	167811,4542	209764,3177	251717,1812	293670,0448	335622,9083	377575,7719	419528,6354
Truck Sedang 2 Sumbu	401563,6352	803127,2705	1204690,906	1606254,541	2007818,176	2409381,811	2810945,447	3212509,082	3614072,717	4015636,352
Truck Berat 3 Sumbu	7612648,703	15225297,41	22837946,11	30450594,81	38063243,51	45675892,22	53288540,92	60901189,62	68513838,32	76126487,03
Truck Semi Trailer	7331484,687	14662969,37	21994454,06	29325938,75	36657423,44	43988908,12	51320392,81	58651877,5	65983362,18	73314846,87
Truck Gandengan (Trailer)	33063025,99	66126051,97	99189077,96	132252103,9	165315129,9	198378155,9	231441181,9	264504207,9	297567233,9	330630259,9
Jumlah	48499753,51	96999507,02	145499260,5	193999014	242498767,5	290998521	339498274,6	387998028,1	436497781,6	484997535,1

ESAL dengan Pertumbuhan Lalu lintas 5 %

Dalam mempertimbangkan pertumbuhan lalu lintas di masa depan, penting untuk menyesuaikan perhitungan Equivalent Single Axle Load (ESAL). Tabel 4.9 dan Tabel 4.10 menyajikan proyeksi ESAL dengan memperhitungkan pertumbuhan lalu lintas sebesar 5%. Kedua tabel ini memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai beban kumulatif yang akan diterima oleh perkerasan jalan selama masa layanannya, sehingga memungkinkan perencanaan yang lebih tepat dan efisien.

Tabel 9. Nilai Equivalent Single Axle Load (ESAL) selama umur rencana 5%

Jenis Kendaraan	Tipe Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	LHR (Kend/hr)	DD	DL	E	w18 Harian	1 Tahun	w18 Tahunan	W 10 Tahun
Sedan, Jeep	2	1.1	53430,3	0,5	1	0,0004511	6,8064592	365	2484,357609	24843,57609
Kendaraan Umum, Oplet	3	1.1	5624,85	0,5	1	0,0004511	0,7165468	365	261,5395926	2615,395926
Pick Up	4	1.2	4130,7	0,5	1	0,1411932	22,914092	365	8363,643458	83636,43458
Bus Kecil	5a	1.2	6079,5	0,5	1	0,1411932	33,724604	365	12309,48033	123094,8033
Bus Besar	5b	1.2	2742,6	0,5	1	0,3105799	77,02053	365	28112,4936	281124,936
Truck Ringan 2 Sumbu	6a	1.2	1359,75	0,5	1	0,5846209	120,68632	365	44050,50672	440505,0672
Truck Sedang 2 Sumbu	6b	1.2	4118,1	0,5	1	2,5477925	1155,1831	365	421641,817	4216418,17
Truck Berat 3 Sumbu	7a	1.22	7281,75	0,5	1	2,3285452	21899,4	365	7993281,138	79932811,38
Truck Semi Trailer	7c	1.2-22	1972,95	0,5	1	4,5840272	21090,572	365	7698058,921	76980589,21
Truck Gandengan (Trailer)	7b	1.22-222	727,65	0,5	1	12,011329	95112,814	365	34716177,29	347161772,9
Total									50924741,18	509247411,8

Tabel 10. Nilai Equivalent Single Axle Load (ESAL) selama umur rencana 5% dari tahun 2025 sampai dengan 2034.

Jenis Kendaraan	ESAL 2025	ESAL 2026	ESAL 2027	ESAL 2028	ESAL 2029	ESAL 2030	ESAL 2031	ESAL 2032	ESAL 2033	ESAL 2034
Sedan, Jeep	2484,357609	4968,715217	7453,072826	9937,430435	12421,78804	14906,14565	17390,50326	19874,86087	22359,21848	24843,57609
Kendaraan Umum, Oplet	261,5395926	523,0791852	784,6187778	1046,15837	1307,697963	1569,237556	1830,777148	2092,316741	2353,856334	2615,395926
Pick Up	8363,643458	16727,28692	25090,93037	33454,57383	41818,21729	50181,86075	58545,50421	66909,14767	75272,79112	83636,43458
Bus Kecil	12309,48033	24618,96066	36928,44099	49237,92132	61547,40166	73856,88199	86166,36232	98475,84265	110785,323	123094,8033
Bus Besar	28112,4936	56224,98721	84337,48081	112449,9744	140562,468	168674,9616	196787,4552	224899,9488	253012,4424	281124,936
Truck Ringan 2 Sumbu	44050,50672	88101,01344	132151,5202	176202,0269	220252,5336	264303,0403	308353,547	352404,0537	396454,5605	440505,0672
Truck Sedang 2 Sumbu	421641,817	843283,634	1264925,451	1686567,268	2108209,085	2529850,902	2951492,719	3373134,536	3794776,353	4216418,17
Truck Berat 3 Sumbu	7993281,138	15986562,28	23979843,41	31973124,55	39966405,69	47959686,83	55952967,96	63946249,1	71939530,24	79932811,38
Truck Semi Trailer	7698058,921	15396117,84	23094176,76	30792235,69	38490294,61	46188353,53	53886412,46	61584471,37	69282530,29	76980589,21
Truck Gandengan (Trailer)	34716177,29	69432354,57	104148531,9	138864709,1	173580886,4	208297063,7	243013241	277729418,3	312445595,6	347161772,9
Jumlah	50924741,18	101849482,4	152774223,5	203698964,7	254623705,9	305548447,1	356473188,3	407397929,5	458322670,6	509247411,8

ESAL dengan Pertumbuhan Lalu lintas 10 %

Tabel 11 dan Tabel 12 menyajikan hasil perhitungan ESAL dengan memperhitungkan pertumbuhan lalu lintas sebesar 10%. Kedua tabel ini memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai beban kumulatif yang akan diterima oleh perkerasan jalan selama masa layanannya, sehingga memungkinkan perencanaan yang lebih tepat dan efisien.

Tabel 11. Nilai Equivalent Single Axle Load (ESAL) selama umur rencana 10%

Jenis Kendaraan	Tipe Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	LHR (Kend/hr)	DD	DL	E	w18 Harian	1 Tahun	w18 Tahunan	W 10 Tahun
Sedan, Jeep	2	1.1	55974,6	0,5	1	0,000451	7,130576	365	2602,660352	26026,60352
Kendaraan Umum, Oplet	3	1.1	5892,7	0,5	1	0,000451	0,750668	365	273,9938589	2739,938589
Pick Up	4	1.2	4327,4	0,5	1	0,141193	24,00524	365	8761,912194	87619,12194
Bus Kecil	5a	1.2	6369	0,5	1	0,141193	35,33054	365	12895,64606	128956,4606
Bus Besar	5b	1.2	2873,2	0,5	1	0,31058	80,68817	365	29451,18377	294511,8377
Truck Ringan 2 Sumbu	6a	1.2	1424,5	0,5	1	0,584621	126,4333	365	46148,1499	461481,499
Truck Sedang 2 Sumbu	6b	1.2	4314,2	0,5	1	2,547793	1210,192	365	441719,9988	4417199,988
Truck Berat 3 Sumbu	7a	1.22	7628,5	0,5	1	2,328545	22942,23	365	8373913,573	83739135,73
Truck Semi Trailer	7c	1.2-22	2066,9	0,5	1	4,584027	22094,89	365	8064633,156	80646331,56
Truck Gandengan (Trailer)	7b	1.22-222	762,3	0,5	1	12,01133	99642	365	36369328,59	363693285,9
Total									53349728,86	533497288,6

Tabel 12. Nilai *Equivalent Single Axle Load (ESAL)* selama umur rencana 10% dari tahun 2025 sampai dengan 2034.

Jenis Kendaraan	ESAL 2025	ESAL 2026	ESAL 2027	ESAL 2028	ESAL 2029	ESAL 2030	ESAL 2031	ESAL 2032	ESAL 2033	ESAL 2034
Sedan, Jeep	2602,660352	5205,320704	7807,981056	10410,64141	13013,30176	15615,96211	18218,62246	20821,28282	23423,94317	26026,60352
Kendaraan Umum, Oplet	273,9938589	547,9877179	821,9815768	1095,975436	1369,969295	1643,963154	1917,957012	2191,950871	2465,94473	2739,938589
Pick Up	8761,912194	17523,82439	26285,73658	35047,64878	43809,56097	52571,47317	61333,38536	70095,29755	78857,20975	87619,12194
Bus Kecil	12895,64606	25791,29212	38686,93818	51582,58424	64478,23031	77373,87637	90269,52243	103165,1685	116060,8146	128956,4606
Bus Besar	29451,18377	58902,36755	88353,55132	117804,7351	147255,9189	176707,1026	206158,2864	235609,4702	265060,654	294511,8377
Truck Ringan 2 Sumbu	46148,1499	92296,29979	138444,4497	184592,5996	230740,7495	276888,8994	323037,0493	369185,1992	415333,3491	461481,499
Truck Sedang 2 Sumbu	441719,9988	883439,9975	1325159,996	1766879,995	2208599,994	2650319,993	3092039,991	3533759,99	3975479,989	4417199,988
Truck Berat 3 Sumbu	8373913,573	16747827,15	25121740,72	33495654,29	41869567,86	50243481,44	58617395,01	66991308,58	75365222,15	83739135,73
Truck Semi Trailer	8064633,156	16129266,31	24193899,47	32258532,62	40323165,78	48387798,93	56452432,09	64517065,25	72581698,4	80646331,56
Truck Gandengan (Trailer)	36369328,59	72738657,17	109107985,8	145477314,3	181846642,9	218215971,5	254585300,1	290954628,7	327323957,3	363693285,9
Jumlah	53349728,86	106999457,7	160049186,6	213398915,4	266748644,3	320098373,2	373448102	426797830,9	480147559,7	533497288,6

ESAL dengan Pertumbuhan Lalu lintas 15%

Tabel 13 dan Tabel 14 menyajikan hasil perhitungan ESAL dengan memperhitungkan pertumbuhan lalu lintas sebesar 15%. Gambar 2 adalah kondisi jalan akibat beban kendaraan.



Gambar 2. Beban Kendaraan
(Sumber: Dokumentasi Lapangan)

Tabel 13. Nilai *Equivalent Single Axle Load (ESAL)* selama umur rencana 15%

Jenis Kendaraan	Tipe Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	LHR (Kend/hr)	DD	DL	E	w18 Harian	1 Tahun	w18 Tahunan	w10 Tahun
Sedan, Jeep	2	1.1	58518,9	0,5	1	0,0004511	7,4546934	365	2720,963095	27209,63095
Kendaraan Umum, Oplet	3	1.1	6160,55	0,5	1	0,0004511	0,7847894	365	286,4481252	2864,481252
Pick Up	4	1.2	4524,1	0,5	1	0,1411932	25,096386	365	9160,18093	91601,8093
Bus Kecil	5a	1.2	6658,5	0,5	1	0,1411932	36,936471	365	13481,81179	134818,1179
Bus Besar	5b	1.2	3003,8	0,5	1	0,3105799	84,355819	365	30789,87395	307898,7395
Truck Ringan 2 Sumbu	6a	1.2	1489,25	0,5	1	0,5846209	132,18026	365	48245,79307	482457,9307
Truck Sedang 2 Sumbu	6b	1.2	4510,3	0,5	1	2,5477925	1265,2005	365	461798,1805	4617981,805
Truck Berat 3 Sumbu	7a	1.22	7975,25	0,5	1	2,3285452	23985,058	365	8754546,008	87545460,08
Truck Semi Trailer	7c	1.2–22	2160,85	0,5	1	4,5840272	23099,198	365	8431207,39	84312073,9
Truck Gandengan (Trailer)	7b	1.22–222	796,95	0,5	1	12,011329	104171,18	365	38022479,88	380224798,8
Total									9.435.785,75	94.357.857,52

Tabel 14. Nilai *Equivalent Single Axle Load (ESAL)* selama umur rencana 15% dari tahun 2025 sampai dengan 2034.

Jenis Kendaraan	ESAL 2025	ESAL 2026	ESAL 2027	ESAL 2028	ESAL 2029	ESAL 2030	ESAL 2031	ESAL 2032	ESAL 2033	ESAL 2034
Sedan, Jeep	2720,963	5441,92619	8162,889286	10883,85238	13604,81548	16325,77857	19046,74167	21767,70476	24488,66786	27209,63095
Kendaraan Umum, Oplet	286,4481	572,8962505	859,3443757	1145,792501	1432,240626	1718,688751	2005,136877	2291,585002	2578,033127	2864,481252
Pick Up	9160,181	18320,36186	27480,54279	36640,72372	45800,90465	54961,08558	64121,26651	73281,44744	82441,62837	91601,8093
Bus Kecil	13481,81	26963,62358	40445,43537	53927,24717	67409,05896	80890,87075	94372,68254	107854,4943	121336,3061	134818,1179
Bus Besar	30789,87	61579,74789	92369,62184	123159,4958	153949,3697	184739,2437	215529,1176	246318,9916	277108,8655	307898,7395
Truck Ringan 2 Sumbu	48245,79	96491,58614	144737,3792	192983,1723	241228,9654	289474,7584	337720,5515	385966,3446	434212,1377	482457,9307
Truck Sedang 2 Sumbu	461798,2	923596,3611	1385394,542	1847192,722	2308990,903	2770789,083	3232587,264	3694385,444	4156183,625	4617981,805
Truck Berat 3 Sumbu	8754546	17509092,02	26263638,02	35018184,03	43772730,04	52527276,05	61281822,06	70036368,06	78790914,07	87545460,08
Truck Semi Trailer	8431207	16862414,78	25293622,17	33724829,56	42156036,95	50587244,34	59018451,73	67449659,12	75880866,51	84312073,9
Truck Gandengan (Trailer)	38022480	76044959,77	114067439,7	152089919,5	190112399,4	228134879,3	266157359,2	304179839,1	342202319	380224798,8
Jumlah	55774717	111549433,1	167324149,6	223098866,1	278873582,7	334648299,2	390423015,7	446197732,3	501972448,8	557747165,3

Kumulatif Esal dan Umur Perkerasan

Nilai kumulatif ESAL terhadap selisih umur perkerasan tanpa adanya pertambahan lalu lintas kendaraan dapat dilihat pada Tabel 15 ini memberikan visualisasi yang jelas mengenai bagaimana akumulasi beban lalu lintas memengaruhi umur perkerasan jalan, tanpa adanya faktor pertumbuhan lalu lintas tambahan.

Tabel 15. Nilai kumulatif ESAL terhadap selisih umur perkerasan tanpa adanya pertambahan lalu lintas kendaraan.

Tahun	Kumulatif Esal Perencanaan	Kumulatif Esal Hasil Simulasi Penambahan beban 0%	% Umur Perkerasan Rencana	% Umur Perkerasan Penambahan Beban 0%	% Selisih Umur Perkerasan
2025	48499753,51	48499753,51	90.0	90.0	0.0
2026	96999507,02	96999507,02	80.0	80.0	0.0
2027	145499260,5	145499260,5	70.0	70.0	0.0
2028	193999014	193999014	60.0	60.0	0.0
2029	242498767,5	242498767,5	50.0	50.0	0.0
2030	290998521	290998521	40.0	40.0	0.0
2031	339498274,6	339498274,6	30.0	30.0	0.0
2032	387998028,1	387998028,1	20.0	20.0	0.0
2033	436497781,6	436497781,6	10.0	10.0	0.0
2034	484997535,1	484997535,1	0.0	0.0	0.0

Kumulatif ESAL dan Umur Perkerasan dengan Pertambahan Lalu Lintas 5%

Nilai kumulatif ESAL terhadap selisih umur perkerasan dengan adanya pertambahan lalu lintas 5% dapat dilihat pada Tabel 16. Data ini memberikan insight tentang dampak pertumbuhan lalu lintas moderat terhadap penurunan umur perkerasan.

1. Kumulatif ESAL Hasil Simulasi Penambahan Beban 5%

$$\begin{aligned}
 \text{ESAL 5\%} &: \text{Kumulatif ESAL} + (\text{Kumulatif ESAL} \times 5\%) \\
 &: 50924741,18 + (50924741,18 \times 0,05) \\
 &: 53470978,24
 \end{aligned}$$

Maka dengan perhitungan yang sama untuk mendapatkan nilai w18 harian, w18 tahunan dan w 0 Tahun dapat dilihat pada tabel 16.

Tabel 16. Nilai kumulatif ESAL terhadap selisih umur perkerasan dengan adanya pertambahan lalu lintas 5%.

Tahun	Kumulatif Esal Perencanaan	Kumulatif Esal Hasil Simulasi Penambahan beban 5%	% Umur Perkerasan Rencana	% Umur Perkerasan Penambahan Beban 5%	% Selisih Umur Perkerasan
2025	50924741,18	53470978,24	90.0	89.5	0.5
2026	101849482,4	106941956,5	80.0	79.0	1.0
2027	152774223,5	160412934,7	70.0	68.5	1.5
2028	203698964,7	213883912,9	60.0	58.0	2.0
2029	254623705,9	267354891,2	50.0	47.5	2.5
2030	305548447,1	320825869,5	40.0	37.0	3.0
2031	356473188,3	374296847,7	30.0	26.5	3.5
2032	407397929,5	427767826	20.0	16.0	4.0
2033	458322670,6	481238804,1	10.0	5.5	4.5
2034	509247411,8	534709782,4	0.0	-5.0	5.0

Kumulatif ESAL dan Umur Perkerasan dengan Pertambahan Lalu lintas 10 %

Nilai kumulatif ESAL terhadap selisih umur perkerasan dengan pertambahan lalu lintas 10% dapat dilihat pada Tabel 17. Informasi ini memberikan gambaran tentang bagaimana pertumbuhan lalu lintas yang lebih signifikan memengaruhi umur perkerasan jalan

Tabel 17. Nilai kumulatif ESAL terhadap selisih umur perkerasan dengan adanya pertambahan lalu lintas 10%.

Tahun	Kumulatif Perencanaan	Esal	Kumulatif Esal Hasil Simulasi Penambahan beban 10%	% Umur Perkerasan Rencana	% Umur Perkerasan Penambahan Beban 10 %	% Selisih Umur Perkerasan
2025	53349728,86		58684701,75	90.0	89.0	1.0
2026	106699457,7		117369403,5	80.0	78.0	2.0
2027	160049186,6		176054105,3	70.0	67.0	3.0
2028	213398915,4		234738806,9	60.0	56.0	4.0
2029	266748644,3		293423508,7	50.0	45.0	5.0
2030	320098373,2		352108210,5	40.0	34.0	6.0
2031	373448102		410792912,2	30.0	23.0	7.0
2032	426797830,9		469477614	20.0	12.0	8.0
2033	480147559,7		528162315,7	10.0	1.0	9.0
2034	533497288,6		586847017,5	0.0	-10.0	10.0

Kumulatif ESAL dan Umur Perkerasan dengan Pertambahan Lalu lintas 15%

Nilai kumulatif ESAL terhadap selisih umur perkerasan dengan adanya pertambahan lalu lintas 15% dapat dilihat pada Tabel 18. Analisis ini memberikan pemahaman mendalam tentang dampak signifikan dari pertumbuhan lalu lintas yang tinggi terhadap durabilitas perkerasan jalan.

Tabel 18. Nilai kumulatif ESAL terhadap selisih umur perkerasan dengan adanya pertambahan lalu lintas 15%.

Tahun	Kumulatif Perencanaan	Esal	Kumulatif Esal Hasil Simulasi Penambahan beban 15%	% Umur Perkerasan Rencana	% Umur Perkerasan Penambahan Beban 15 %	% Selisih Umur Perkerasan
2025	55774716,53		64140924,01	90.0	88.5	1.5
2026	111549433,1		128281848,1	80.0	77.0	3.0
2027	167324149,6		192422772	70.0	65.5	4.5
2028	223098866,1		256563696	60.0	54.0	6.0
2029	278873582,7		320704620,1	50.0	42.5	7.5
2030	334648299,2		384845544,1	40.0	31.0	9.0
2031	390423015,7		448986468,1	30.0	19.5	10.5
2032	446197732,3		513127392,1	20.0	8.0	12.0
2033	501972448,8		577268316,1	10.0	-3.5	13.5
2034	557747165,3		641409240,1	0.0	-15.0	15.0

Overload Dan Retak Kulit Buaya

Kriteria *overload* pada kendaraan yang bermuatan yaitu sebagai berikut:

1. Tidak *Overload* (0%)
Kendaraan memiliki berat aktual yang tidak melebihi batas beban diizinkan sesuai Bina Marga.
2. *Overload* Ringan (1–10%)
Pelanggaran kecil yang tidak langsung merusak perkerasan tetapi meningkatkan ESAL secara kumulatif.
3. *Overload* Sedang (11–30%)
Memberikan peningkatan signifikan terhadap nilai VDF dan mempercepat kerusakan struktural perkerasan.
4. *Overload* Berat (31–50%)
Beban berlebih yang menyebabkan kerusakan perkerasan lebih cepat, seperti rutting dan retak kelelahan.
5. *Overload* Ekstrem (>50%)
Pelanggaran berat yang berpotensi menimbulkan kerusakan cepat dan mengurangi umur rencana jalan secara drastis.

1) *Overload* Kendaraan

$$\begin{aligned} \text{Sedan, Jeep} &: \frac{\text{Berat Aktual} - \text{Berat Diizinkan}}{\text{Berat Diizinkan}} \times 100\% \\ &: \frac{2,2 - 2}{2} \times 100\% \\ &: 10\% \end{aligned}$$

Maka dengan perhitungan yang sama untuk mendapatkan nilai *Overload* Kendaraan dan nilai rata-rata *overload* dapat dilihat pada tabel 19.

Tabel 19. *Overload* Kendaraan

Jenis Kendaraan	Berat Diizinkan (ton)	Berat Aktual (ton)	<i>Overload</i> (%)
Sedan, Jeep	2	2,2	10%
Kendaraan Umum, Oplet	2	2,2	10%
Pick Up	6	2,3	15%
Bus Kecil	6	6,8	13,33%
Bus Besar	9	10	11,11%
Truck Ringan 2 Sumbu	10	12	20%
Truck Sedang 2 Sumbu	24	27	12,5%
Truck Berat 3 Sumbu	54	60	11,11%
Rata-Rata <i>Overload</i>			12,76%.

Sumber: Permenhub PM 18 Tahun 2021

2) Retak Kulit Buaya

Panjang jalan simpang Teritep muntok : 32 km

Panjang Jalan : 2000 m

lebar jalan : 7 meter

Total kerusakan secara keseluruhan sepanjang 2 km = 469758

Luas pengamatan = panjang x lebar

$$= 2000 \times 7$$

$$= 14000 \text{ m}$$

$$\frac{474552}{14000}$$

$$\% \text{ kerusakan} = \frac{14000}{474552} \times 100\%$$

$$= 0,34\%$$

Tabel 20. Kerusakan Retak Kulit Buaya

STA	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm)	Tingkat Kerusakan
0+047-0+053,13	613	443	271559	H
0+079,2-0+081,6	241	76	18316	M
0+212,3-0+213,16	93	47	4512	M
0+546,5-0+547,75	125	96	12000	H
0+572-0+583,57	157	89	13973	M
0+581,4-0+583,03	168	138	23184	H
0+948,3-0+949,58	128	50	6400	M
0+965,5-0+970,13	482	76	36632	H
0+978,2-0+979,86	166	106	17596	M
0+995,3-0+996,77	147	79	11613	H
1+000,9-1+003,12	222	57	12654	M
1+001,5-1+002,9	140	36	5040	M
1+110,5-1+115,73	163	40	6520	M
1+252,3-1+253,2	191	89	16999	M
1+254,2-1+255,6	145	60	8700	M
1+255-1+257,2	225	78	17550	H
1+498,5-1+500,02	152	73	11096	H
1+528,8-1+530,3	153	76	11628	M
1+740-1+741,97	197	62	12214	H
Total			469758	M

Sumber: Ditjen Bina Marga No. 01/ MN/ BM/ 1983 dan Permenhub No. 14 Tahun 2021

Analisa

Berdasarkan hasil survei Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) pada ruas Jalan Simpang Teritep – Muntok tahun 2025, diketahui bahwa arus kendaraan didominasi oleh sepeda motor dan kendaraan ringan, namun terdapat jumlah signifikan kendaraan berat seperti truk 2 sumbu dan truk 3 sumbu yang memberikan kontribusi besar terhadap kerusakan jalan. Proyeksi penambahan lalu lintas sebesar 5%, 10%, dan 15% menunjukkan peningkatan volume lalu lintas dari tahun ke tahun yang berpotensi meningkatkan beban kumulatif pada perkerasan jalan. Hal ini mengindikasikan bahwa ruas jalan tersebut tergolong jalan dengan tingkat aktivitas tinggi dan masuk kategori jalan strategis karena menjadi jalur distribusi barang dan logistik.

Konfigurasi sumbu kendaraan menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah sumbu, semakin besar pula kapasitas muatan yang dapat dibawa kendaraan. Namun, apabila muatan melebihi standar (*overload*), maka beban maksimum akan terpusat pada tiap sumbu dan mempercepat terjadinya kerusakan struktural. Hasil pada Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai VDF tertinggi dimiliki oleh truk gandengan dan semi trailer, yang memiliki nilai VDF lebih

dari 100, menandakan tingkat daya rusak kendaraan ini sangat tinggi terhadap perkerasan jalan. Temuan ini sejalan dengan hasil uji laik fungsi jalan secara teknis pada ruas Manado–Tomohon (Paat et al, 2019) serta analisis tebal perkerasan jalan rigid di Kecamatan Sinar Peninjauan (Rachardi & Kurniawan, 2018) pada konteks perkerasan kaku, yang turut menunjukkan bahwa kendaraan bermuatan berlebih menjadi kontributor utama penurunan kinerja struktural perkerasan. Hal ini membuktikan bahwa kendaraan berat dengan muatan berlebih merupakan penyebab utama kerusakan lebih dini pada lapisan perkerasan jalan.

Perhitungan Equivalent Single Axle Load (ESAL) menggambarkan beban kerusakan jalan jika seluruh lalu lintas dianggap setara dengan beban sumbu tunggal standar 8,16 ton. Berdasarkan hasil simulasi ESAL dengan pertumbuhan lalu lintas 0%, 5%, 10% dan 15%, diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Kondisi normal (0%) → umur rencana jalan tetap 10 tahun
2. Pertumbuhan 5% → terjadi penurunan umur jalan sebesar 1 tahun
3. Pertumbuhan 10% → terjadi penurunan umur jalan hingga 1–2 tahun
4. Pertumbuhan 15% → umur jalan berkurang hingga 2 tahun lebih cepat

Dari hasil tersebut, terlihat bahwa semakin tinggi pertumbuhan lalu lintas dan semakin sering terjadi *overload*, maka umur perkerasan jalan akan semakin pendek. Artinya, desain jalan yang direncanakan untuk 10 tahun berpotensi habis lebih cepat dari 10 tahun jika tidak ada pengendalian beban lalu lintas, terutama pada skenario pertumbuhan 15%.

Pembahasan

Hasil analisis menunjukkan bahwa kerusakan pada jalan bukan hanya disebabkan oleh volume kendaraan, tetapi juga dipengaruhi oleh kualitas perkerasan, kondisi drainase, berat kendaraan, serta tingkat kepatuhan terhadap batas muatan maksimum. Beban berlebih memiliki pengaruh langsung terhadap peningkatan nilai ESAL dan percepatan kerusakan jalan. Dengan demikian, proses rehabilitasi jalan akan lebih sering dilakukan serta berdampak pada pemborosan anggaran pemeliharaan jika tidak dilakukan pengendalian muatan kendaraan. Data hasil perhitungan ESAL dan VDF mendukung teori AASHTO dan MDP 2024 yang menyatakan bahwa beban berlebih dapat mempercepat kerusakan lapisan perkerasan dan memperpendek umur rencana jalan. Hal ini sejalan dengan teori beban kumulatif (CESA) yang menyebutkan bahwa muatan berlebih akan meningkatkan nilai ESAL secara signifikan dan melebihi batas toleransi struktur perkerasan. Selain aspek beban lalu lintas, keberlanjutan infrastruktur jalan turut dipengaruhi oleh kualitas material perkerasan itu sendiri, sebagaimana ditunjukkan dalam penelitian mengenai penggunaan abu serbuk kayu sebagai bahan tambah filler pada campuran aspal AC-WC (Anggiyansyah et al, 2024) serta prinsip perencanaan infrastruktur transportasi lain seperti runway, taxiway, dan apron (Purwanto & Sunandar, 2019).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pengaruh beban berlebih (*overload*) terhadap umur rencana perkerasan pada ruas Jalan Simpang Teritep–Muntok, dapat disimpulkan bahwa ruas jalan ini didominasi oleh kendaraan berat, terutama truk 2 dan 3 sumbu, dengan proyeksi pertumbuhan lalu lintas sebesar 5%, 10%, dan 15% per tahun yang secara konsisten meningkatkan beban pada perkerasan jalan. Kendaraan yang membawa muatan melebihi batas izin terbukti meningkatkan nilai ESAL secara signifikan, mempercepat kerusakan struktural perkerasan, dan mengurangi umur layanan jalan, dengan kontribusi terbesar berasal dari truk gandengan dan semi trailer. Hasil analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa semakin tinggi pertumbuhan lalu lintas dan tingkat *overload*, semakin besar pula penurunan umur rencana jalan yang terjadi: pada kondisi normal umur rencana tetap bertahan 10 tahun, namun menurun menjadi sekitar 9 tahun pada pertumbuhan lalu lintas 5%, berkurang 1–2 tahun pada pertumbuhan 10%, dan berkurang lebih dari 2 tahun pada pertumbuhan 15%. Temuan ini menegaskan bahwa *overload* dan peningkatan volume lalu lintas secara langsung mempercepat kerusakan perkerasan serta meningkatkan kebutuhan rehabilitasi jalan, sehingga pengawasan muatan kendaraan dan perencanaan pemeliharaan yang lebih optimal menjadi hal yang mendesak untuk diterapkan pada ruas jalan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggiyansyah, H., Purwanto, H., Firdaus, M., & Setiobudi, A. (2024). Pengaruh Penambahan Abu Serbuk Kayu Sebagai Bahan Tambah Filler Pada Campuran Aspal AC-WC. *Jurnal Deformasi*, 9(1), 37-47.
- Atmanegara, R. F. (2017). Pengaruh Beban Berlebih Kendaraan Terhadap Umur Rencana Jalan Pada Perkerasan Lentur: Studi Kasus Ruas Jalan Yogya–Magelang.
- Bamher, B. G. (2020). Analisis Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 Pada Proyek Jalan Baru Batas Kota Singaraja–Mengwitani, Buleleng (Doctoral Dissertation, Universitas Atma Jaya Yogyakarta).

- Beti, K. D., Wowa, P. R. W., Sutrisno, W., & Sulistyorini, D. (2022, December). Analisis Dampak Beban Berlebih (*Overload*) Kendaraan Terhadap Umur Rencana Perkerasan Jalan Menggunakan Metode Aashto (Studi Kasus: Jalan Yogyakarta-Prambanan). In Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat (Vol. 1, No. 1, Pp. 852-862).
- Daeli, Y. (2024). Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Kerusakan Jalan Pada Ruas Jalan Kol. Yos Sudarso.
- Krisdiyanto, A., Dewi, K., & Wijayanto, M. A. (2022). Analisa Perbandingan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode AASHTO 1993 Dan Tebal Perkerasan Lentur Metode Bina Marga 2017. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(1), 22-33.
- Lyrre, L., & Kurniati, E. (2025). Analisis Infrastruktur Jalan dan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Di Kabupaten Way Kanan. *Journal of Social Science and Multidisciplinary Analysis*, 2(2), 41-60.
- Mukrim, I. M. I. (2025). Elemen Perencanaan Perkerasan Jalan. *Transportasi Dan Perkerasan Jalan*, 19.
- Nadi, I. M. A. B., Kabo, I. D. R. G., St, S., Heriadi, S. T., Hidayat, A. S., Ichsan, I. H. I., ... & St, I. J. (2025). *Teknik Jalan Raya: Teori Dan Praktik*. Azzia Karya Bersama.
- Nawir, I. D., & Mansur, A. Z. (2025). *Rekayasa Perkerasan Jalan: Prinsip, Praktik, Dan Inovasi*. Cv. Ruang Tentor.
- Paat, G. N. I., Sendow, T. K., & Lalamentik, L. G. (2019). Uji Laik Fungsi Jalan Secara Teknis Pada Ruas Jalan Manado–Tomohon (Segmen Batas Kota Manado–Kota Tomohon). *Jurnal Sipil Statik*, 7(10), 13651384.
- Pardede, J. P., Putranto, L. S., & Sulistio, H. (2024). Pengaruh Kendaraan *Overload* Terhadap Umur Rencana Pada Struktur Flexible Pavement Jalan Toll Jorj E Jakarta. *Jmts: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 819-830.
- Prasetyo, H., Poernomo, Y. C. S., & Candra, A. I. (2020). Studi Perencanaan Perkerasan Lentur Dan Rencana Anggaran Biaya (Pada Proyek Ruas Jalan Karangtalun–Kalidawir Kabupaten Tulungagung). *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, 3(2), 347-361.
- Purwanto, H., & Sunandar, A. (2019). Analisa Perencanaan Runway Taxiway Dan Apron Pada Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang Menggunakan Metode FAA (Federal Aviation Administration). *Jurnal Deformasi*, 4(1), 21-30.
- Rachardi, R., & Kurniawan, R. (2018). Analisis Tebal Perkerasan Jalan Rigid Di Kecamatan Sinar Peninjauan. *Jurnal Deformasi*, 3(2), 74-83.
- Robby, R. (2021). Analisis Sisa Umur Rencana Jalan Berdasarkan Pertumbuhan Lalu Lintas Di Kota Palangka Raya. *Jurnal Teknik: Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Keteknikan*.
- Safitra, P. A., Sendow, T. K., & Pandey, S. V. (2019). Analisa Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Umur Rencana Jalan (Studi Kasus: Ruas Jalan Manado-Bitung). *Jurnal Sipil Statik*, 7(3), 319-328.
- Sumartha, A. G., Sendow, T. K., & Manoppo, M. R. (2023). Analisis Dampak Beban Kendaraan Terhadap Umur Rencana Perkerasan Jalan (Studi Kasus: Ruas Jalan Manado–Tomohon). *TEKNO*, 21(86), 1907-1915.
- Syahroni, M. I. (2022). Prosedur Penelitian Kuantitatif. *Ejurnal Al Musthafa*, 2(3), 43-56.