

## **Pengaruh Muatan Berlebih (*Overloading*) Kendaraan Berat terhadap Umur Rencana Jalan pada Ruas Jalan Kopang – Masbagik**

**Siti Nilza Humaerok\*, Anwar Efendy, Nurul Hidayati**  
Universitas Muhammadiyah Mataram, Mataram-83115, Indonesia

---

### **ARTICLE INFO**

#### **Kata Kunci:**

*Overloading*, Umur Rencana Jalan, Beban Kendaraan, CESAL

#### **\*Correspondence email:**

[eloqputri@gmail.com](mailto:eloqputri@gmail.com)

**Submitted:** 17 Oktober 2025

**Revised:** 24 November 2025

**Accepted:** 14 Januari 2026

**Published:** 02 Februari 2026

### **ABSTRAK**

Jalan merupakan prasarana infrastruktur dasar yang dibutuhkan manusia untuk melakukan pergerakan dari suatu lokasi lainnya dalam rangka pemenuhan kebutuhan. Pada dasarnya jalan akan mengalami penurunan kualitas strukturalnya sesuai bertambahnya umur jalan, apalagi jika dilalui oleh kendaraan dengan muatan berat dan cenderung melebihi ketentuan. Ruas Jalan Kopang–Masbagik di Provinsi Nusa Tenggara Barat merupakan jalur nasional dengan tingkat lalu lintas yang padat dan didominasi kendaraan berat. Kondisi ini menyebabkan peningkatan beban lalu lintas terutama akibat muatan berlebih (*overloading*) yang dapat mempercepat kerusakan lapisan perkerasan dan mengurangi umur rencana jalan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh muatan berlebih kendaraan berat terhadap umur rencana jalan menggunakan metode Bina Marga 2024 dengan pendekatan *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESAL). Data yang digunakan meliputi Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) dari BPJN Nusa Tenggara Barat serta data timbangan kendaraan dari UPPKB Bertais. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada kondisi normal, nilai kumulatif CESAL selama umur rencana 10 tahun sebesar 84.338.823 ESA dengan *Remaining Life* (RL) akhir mencapai 0%, sesuai umur desain. Namun pada kondisi overload, nilai kumulatif CESAL meningkat drastis hingga 250.658.619 ESA. Dampak dari muatan berlebih mengakibatkan terjadinya penurunan umur rencana, berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan terjadi penurunan umur rencana sebesar 0,552 tahun dari umur rencana 10 tahun.

---

### **ABSTRACT**

#### **Keywords:**

*Overloading*, Road Design Life, Vehicle Load, CESAL

*Roads are basic infrastructure facilities needed by humans to move from one location to another in order to fulfill their needs. Essentially, the structural quality of roads will deteriorate as the road ages, especially if they are used by vehicles with heavy loads that tend to exceed the regulations. The Kopang–Masbagik road section in West Nusa Tenggara Province is a national road with heavy traffic and a predominance of heavy vehicles. This condition causes an increase in traffic load, mainly due to overloading, which can accelerate pavement damage and reduce the planned road life. This study aims to analyze the effect of heavy vehicle overloading on the planned road life using the 2024 Bina Marga method with the Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESAL) approach. The data used includes Average Daily Traffic (ADT) from BPJN West Nusa Tenggara and vehicle weighing data from UPPKB Bertais. The analysis results show that under normal conditions, the cumulative CESAL value over a 10-year design life is 84,338,823 ESA, with the final Remaining Life (RL) reaching 0%, consistent with the design life. However, under overload conditions, the cumulative CESAL value increases dramatically to 250.658.619 ESA. The impact of overloading causes a reduction in the planned lifespan; based on calculations carried out, there is a decrease in the planned lifespan of 0.552 years from the planned lifespan of 10 years.*

---

## **PENDAHULUAN**

Kelebihan beban dilakukan karena perilaku ini bisa memberikan keuntungan seperti mengurangi biaya transportasi, penghematan waktu perjalanan, memotong biaya beban, menghemat biaya operasional kendaraan, dan mengurangi biaya overload seperti biaya administrasi, biaya izin, dan biaya retribusi. Padahal di balik semua itu pelanggaran beban berlebih ini memberi dampak negatif terhadap jalan raya yaitu kekurangan umur rencana jalan (Umar, 2021). Secara definisi beban berlebih (*overloading*) adalah suatu kondisi beban ganda kendaraan melebihi beban standar yang digunakan pada asumsi desain perkerasan jalan atau jumlah lintasan operasional sebelum umur rencana tercapai atau sering disebut kerusakan dini (Purwahono, 2021). Dampak buruk yang disebabkan oleh kendaraan berlebih muatan (*overloading*) adalah berkurangnya tingkat keselamatan berkendara, kemacetan, dan kerusakan suku cadang kendaraan yang lebih cepat. Kerusakan perkerasan jalan yang terjadi merupakan gabungan dari beberapa factor yang

saling berkaitan (Misdawati, 2021). Kendaraan secara nyata dilapangan mempunyai berat total yang berbeda, tergantung pada berat sendiri kendaraan dan muatan yang diangkutnya (Das, 2024).

Jalan merupakan prasarana infrastruktur dasar yang dibutuhkan manusia untuk melakukan pergerakan dari suatu lokasi lainnya dalam rangka pemenuhan kebutuhan (Aptarila, 2020). Jalan memiliki peranan penting bagi masyarakat, terutama pada pertumbuhan perekonomian dan perkembangan industri suatu daerah (Pratama, 2025). Pada dasarnya jalan akan mengalami penurunan kualitas strukturalnya sesuai bertambahnya umur jalan, apalagi jika dilalui oleh kendaraan dengan muatan berat dan cenderung melebihi ketentuan (Manguande, 2020). Kerusakan jalan saat ini menjadi masalah yang sering terjadi, dimana beberapa pihak mengatakan kerusakan dini pada badan jalan diantaranya disebabkan oleh kendaraan dengan muatan berlebih (*overloading*), dampak nyata dari dua penyebab tersebut adalah kerusakan badan jalan sebelum umur teknis perencanaan terpenuhi (Priyanda, 2022). Pada tahap perencanaan, ditetapkan terlebih dahulu umur rencana jalan. Umur rencana jalan yang paling umum digunakan untuk perencanaan adalah 10 tahun. Pada kondisi lalu lintas normal, umur rencana jalan merupakan waktu yang ditentukan dari jalan mulai dibuka sampai jalan perlu dilakukan perbaikan. Sementara pada kondisi jalan dilalui oleh kendaraan berat (*overload*) umur rencana akan lebih singkat dari yang direncanakan (Vinsensius, 2025).

Umur rencana jalan sendiri adalah jumlah waktu dalam tahun yang dihitung sejak jalan tersebut dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu untuk diberi lapisan permukaan yang baru. Pada dasarnya jalan akan mengalami penurunan kualitas strukturalnya semua bertambahnya umur jalan, apalagi jika dilalui oleh kendaraan dengan muatan berat dan cenderung melebihi ketentuan (Liemantika, 2023).

LHR adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari. LHR adalah hasil bagi jumlah kendaraan yang diperoleh selama pengamatan dengan lamanya pengamatan (Sukirman, 1994). Sedangkan LHRT rencana adalah volume lalu lintas yang diperkirakan pada masa yang akan datang dengan menggunakan data LHRT yang sudah ada dikalikan dengan faktor pertumbuhan lalu lintas (Julindra, 2022).



Pada penelitian ini akan dikaji bagaimana dampak muatan berlebih (*overloading*) kendaraan berat terhadap umur rencana jalan pada ruas jalan Kopang – Masbagik secara lebih detail. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar pengaruh beban berlebih (*overloading*) terhadap pengurangan umur rencana jalan. Adapun metode perhitungan yang digunakan yaitu metode Bina Marga tahun 2024. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai bahan kajian atau sumber informasi bagi peneliti lain yang berminat pada masalah yang sama dan dapat dijadikan sebagai salah satu referensi penelitian bagi pihak-pihak yang berkenaan dengan materi studinya.

## METODE

Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mengumpulkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu (Hidayat, 2024). Cara ilmiah berarti kegiatan penelitian itu didasarkan pada ciri – ciri keilmuan yaitu rasional, empiris dan sistematis (Iskahr, 2021). Dalam suatu penelitian tentunya harus memiliki dasar-dasar pembahasan suatu objek yang akan diteliti, hal ini sangat berkaitan dengan data-data yang dikumpulkan untuk menunjang hasil penelitian tersebut (Umar, 2021). Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi data primer yang didapat dari hasil survey dan pengamatan secara langsung di lokasi, dan data sekunder yang diperoleh dari berbagai sumber informasi dan intansi, pustaka dan literatur.

Data primer adalah data yang diperoleh melalui pengamatan dan survey dilapangan, data-data yang diperoleh diantaranya jenis kendaraan berat dan tingkat kerusakan jalan di sepanjang ruas jalan Kopang – Masbagik. Sedangkan data sekunder adalah data yang didapat dari intansi, Pustaka dan literatur (Zein, 2023). Dalam mencari hasil data sekunder ini meliputi beberapa data, diantaranya data angkutan barang kendaraan berat yang didapat dari UPPKB Bertais (Jembatan Timbang Bertais), data teknis jalan yang didapat langsung dari kantor BPJN Nusa Tenggara Barat. Beban kendaraan dilimpahkan melalui roda kendaraan yang terjadi berulang kali selama masa pelayanan jalan akibat repetisi kendaraan yang melintas jalan tersebut. Setiap kendaraan memiliki letak titik berat sesuai dengan desain kendaraan. Besarnya beban kendaraan yang didistribusikan ke sumbu-sumbunya dipengaruhi oleh letak titik berat kendaraan tersebut. Dengan demikian setiap jenis kendaraan mempunyai distribusi beban yang berbeda, Tabel 1 menunjukkan distribusi beban sumbu berbagai jenis kendaraan.

**Tabel 1. Klasifikasi dan Konfigurasi Sumbu Kendaraan**

Klasifikasi Kendaraan	Uraian	Konfigurasi Sumbu	Kelompok Sumbu	Skema Konfigurasi
1	Sepeda motor dan kendaraan roda-3			
2	Kendaraan ringan-sedan, jeep, dan station wagon	1.1	2	

Klasifikasi Kendaraan	Uraian	Konfigurasi Sumbu	Kelompok Sumbu	Skema Konfigurasi
3	Kendaraan ringan-angkutan umum sedang	1.1	2	
4	Kendaraan ringan-pick up, micro truck	1.1	2	
5A	Bus kecil	1.1	2	
5B	Bus besar	1.2	2	
6A	Truk 2 sumbu-truk ringan	1.1	2	
6B	Truk 2 sumbu-truk sedang	1.2	2	
7A1	Truk 3 sumbu-berat	11.2	2	
7A2	Truk 3 sumbu-berat	1.22	2	
7A3	Truk 4 sumbu-berat	11.22	2	
7B1	Truk 4 sumbu-berat	1.2+2.2	4	
7B2	Truk 5 sumbu-berat	11.2+2.2	4	
7B3	Truk 5 sumbu-berat	1.22+2.2	4	
7C1	Truk 4 sumbu-berat	1.2-22	3	
7C2A	Truk 5 sumbu-berat	1.22-22	3	
7C2B	Truk 5 sumbu-berat	1.2-222	3	
7C3	Truk 6 sumbu-berat	1.22-2222	3	
7C4	Truk 7 sumbu-berat	1.22-22222	3	
8	Kendaraan tak bermotor			

Sumber: Bina Marga (2024)

Kelebihan muatan adalah pelanggaran yang dilakukan oleh angkutan barang dimana kelebihan muatan ini melebihi standar JBI yang sudah ditetapkan oleh peraturan pemerintah. Untuk menghitung persentase kelebihan muatan dapat digunakan Persamaan berikut:

$$\% \text{ Kelebihan Muatan} = \frac{\text{hasil penimbangan}-\text{JBI}}{\text{JBI}} \times 100\% \quad (1)$$

Perhitungan LHR dapat menggunakan Persamaan sebagai berikut:

$$\text{LHR} = \frac{\text{Jumlah lalu lintas harian rata-rata selama pengamatan (kendaraan)}}{\text{Lamanya pengamatan (hari atau jam)}} \quad (2)$$

Untuk mengetahui jumlah lalu lintas dalam satu tahun maka digunakan Persamaan berikut :

$$\text{LHRT} = \text{LHR (kendaraan/hari)} \times 365 \text{ (hari)} = \text{kendaraan/tahun} \quad (3)$$

Untuk memperkirakan LHRT rencana tahun ke-n dapat menggunakan persamaan berikut :

$$\text{LHRT}_n \text{ (kendaraan/tahun)} = \text{LHRT}_0 \text{ (kendaraan/tahun)} \times (1+i\%)^n \quad (4)$$

Dimana :

$\text{LHRT}_n$  = jumlah lalulintas selama satu tahun ke-n

$\text{LHRT}_0$  = jumlah lalulintas pada tahun pertama

$i$  = faktor pertumbuhan lalulintas (%)

Masa pelayanan adalah jumlah tahun dari saat jalan tersebut mulai dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan yang berat atau dianggap perlu diberi lapisan permukaan yang baru. Selama umur rencana tersebut pemeliharaan perkerasan jalan tetap harus dilakukan, seperti pelapisan non structural yang berfungsi sebagai lapisan aus. Untuk menghitung beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Standart Axle Load* (CESAL) selama umur rencana menggunakan persamaan berikut.

$$\text{CESAL} = (\Sigma \text{LHR}_{JK} \text{ (kendaraan/hari)} \times \text{VDF}_{JK}) \times 365 \text{ (hari)} \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \quad (5)$$

Keterangan:

$\text{LHR}_{JK}$  = Lintas harian rata-rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari)

$\text{VDF}_{JK}$  = Faktor ekuivalen beban (*vehicle damage factor*) tiap jenis kendaraan niaga

$\text{DD}$  = Faktor distribusi arah

$\text{DL}$  = Faktor distribusi lajur

$\text{CESAL}$  = Kumulatif beban sumbu standar ekuivalen selama umur rencana

$\text{R}$  = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

Indeks muatan berlebih dapat dioperasionalkan bilamana tersedia data berat barang timbangan dan data jumlah timbangan yang maksimum di perbolehkan/dijinkan pada setiap jenis kendaraan angkut barang. Secara operasional dilambangkan sebagai berikut :

$$\text{IMB}\% = \frac{(\text{HT} - \text{JBI})}{\text{JBI}} \times 100\% \quad (6)$$

Dengan :

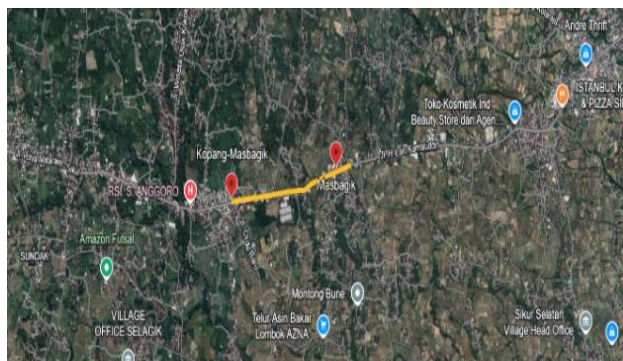
$\text{IMB}$  = Indeks muatan berlebih

$\text{HT}$  = Hasil timbangan

$\text{JBI}$  = Jumlah berat barang yang di izinkan

### Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Kab. Lombok Tengah dan Kab. Lombok Timur. Adapun penelitian ini bertempat di ruas jalan Kopang – Masbagik.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Sumber : Google Earth (2025)

### Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian adalah representasi visual yang menggambarkan tahapan atau langkah-langkah dalam suatu proses penelitian secara berurutan dan sistematis. Umumnya, bagan alir penelitian dimulai dengan identifikasi masalah atau tujuan penelitian, dilanjutkan dengan tahapan seperti perumusan hipotesis, pemilihan metode penelitian, pengumpulan data, analisis data, interpretasi hasil, dan diakhiri dengan penarikan kesimpulan serta rekomendasi.

## HASIL

### Data Lalu Lintas Harian (LHR)

Berdasarkan hasil survei Balai Pelaksanaan Jalan Nasional (BPJN) Nusa Tenggara Barat, volume lalu lintas pada ruas Jalan Kopang–Masbagik menunjukkan peningkatan yang cukup tinggi dari 21.625 kendaraan pada tahun 2023 menjadi 28.327 kendaraan pada tahun 2024 (Tabel 2). Kenaikan tersebut mengindikasikan meningkatnya intensitas kegiatan transportasi, terutama pada kendaraan golongan 2 dan 6b yang mendominasi arus lalu lintas.

Tabel 2. LHR (kendaraan/hari) Jalan Kopang-Masbagik

Golongan	Tahun	
	2023	2024
2	9103	12803
3	1854	2125
4	4954	5728
5a	97	102
5b	38	181
6a	545	383
6b	4633	6750
7a	384	246
7b	0	0
7c	17	9
Total	21625	28327

Sumber: BPJN NTB (2025)

Peningkatan jumlah kendaraan berat ini berpotensi meningkatkan beban dinamis yang diterima lapisan perkerasan. Jika tidak diimbangi dengan pengawasan muatan dan pemeliharaan periodik, maka peningkatan lalu lintas tersebut akan mempercepat proses kelelahan material dan menurunkan umur rencana jalan.

### Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i)

Sesuai pedoman Bina Marga (2024), faktor pertumbuhan lalu lintas (i) untuk ruas jalan arteri di Provinsi Nusa Tenggara Barat ditetapkan sebesar 4,75% per tahun. Berdasarkan perhitungan, diperoleh faktor pengali kumulatif (R) sebesar 10,022 untuk umur rencana 10 tahun, menggunakan persamaan 7 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{(1+0,01 i)^{UR} - 1}{0,01 i} \\
 &= \frac{(1+0,01 \cdot 0,0475)^{10} - 1}{0,01 \cdot 0,0475} \\
 &= 10,022
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

Dengan menggunakan nilai R tersebut, proyeksi Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT) meningkat dari 12.803 kendaraan pada tahun dasar 2024 menjadi 45.120 kendaraan pada tahun 2033 (Tabel 3). Kenaikan ini menandakan bahwa tekanan lalu lintas pada perkerasan akan terus meningkat seiring bertambahnya waktu pelayanan jalan. Tanpa pengendalian terhadap beban sumbu, pertumbuhan lalu lintas tersebut dapat mempercepat penurunan kualitas struktural perkerasan.

Peningkatan ini mengidentifikasi bahwa ruas jalan Kopang–Masbagik akan mengalami tekanan lalu lintas yang semakin besar setiap tahunnya. Jika tidak diimbangi dengan pengawasan beban muatan kendaraan, maka peningkatan volume kendaraan berat akan berdampak langsung pada percepatan penurunan umur rencana perkerasan. Perhitungan lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT) 10 tahun setelah 2024 dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut.

Menghitung lalu lintas harian rata – rata tahunan (LHRT) selama 10 tahun setelah tahun 2024, menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$LHRT = LHR_0 \times (1 + i)^2$$

$$LHRT = 12803 \times (1 + 0,0475)^2$$

$$LHRT = 14049$$

Lalu lintas harian rata – rata tahunan (LHRT) selama 10 tahun, selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut.

**Tabel 3. Lalu Lintas Harian Rata – Rata Selama 10 Tahun**

Golongan Kendaraan	LHR 2024	LHR 2025	LHR 2026	LHR 2027	LHR 2028	LHR 2029	LHR 2030	LHR 2031	LHR 2032	LHR 2033
2	12803	14049	14716	15415	16147	16914	17717	18559	19441	20364
3	2125	2332	2443	2559	2680	2808	2941	3081	3227	3380
4	5728	6286	6584	6897	7224	7568	7927	8303	8698	9111
5a	102	112	118	123	129	135	142	148	155	163
5b	181	199	209	218	229	240	251	263	275	288
6a	383	421	441	462	484	506	530	556	582	670
6b	6750	7407	7759	8127	8513	8918	9341	9785	10250	10737
7a	246	270	283	297	311	325	341	357	374	392
7b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7c	9	10	11	11	12	12	13	14	14	15
Jumlah	28327	31086	32564	34109	35729	37426	39203	41066	43016	45120

Sumber: Data Olahan (2025)

#### Data Berat Kendaraan dan Kondisi *Overload*

Berdasarkan hasil penimbangan di UPPKB Bertais, masih banyak kendaraan berat yang melampaui batas muatan yang diizinkan (Tabel 4). Golongan 6a merupakan kelompok dengan jumlah pelanggaran terbanyak, yaitu 117 kendaraan *overload* per hari atau sekitar 42.705 kendaraan per tahun, diikuti oleh golongan 7a sebanyak 90 kendaraan per hari.

Kondisi ini menunjukkan bahwa aktivitas *overloading* paling banyak terjadi pada kendaraan truk dua dan tiga sumbu yang membawa beban di atas kapasitas izin. Nilai *Vehicle Damage Factor* (VDF) pada Tabel 5 dan 9 menunjukkan peningkatan yang signifikan antara kondisi normal dan *overload*. Misalnya, pada golongan 6a dan 7a nilai VDF meningkat beberapa kali lipat dari kondisi normal, menggambarkan besarnya pengaruh muatan berlebih terhadap tingkat kerusakan jalan. Untuk jumlah kendaraan yang *overload* pada jembatan timbang Bertais pada tahun 2024 dapat dilihat pada tabel 4 sebagai berikut.

**Tabel 4. Jumlah Kendaraan *Overload* 2024**

No	Kendaraan	Jumlah Kendaraan <i>Overload</i> Perhari	Jumlah Kendaraan <i>Overload</i> Pertahun
1	Golongan 3	13	4745
2	Golongan 4	15	5475
3	Golongan 6a	117	42705
4	Golongan 7a	90	32850
5	Golongan 7c	7	2555

Sumber: UPPKB Bertais (2025)

Selanjutnya untuk nilai *Vehicle Damage Factor* (VDF) berat kendaraan dapat dilihat dalam tabel 5 sebagai berikut.

$$\text{VDF Golongan 3} = \frac{\text{sb depan (t)}}{(\frac{8,16}{8,16})^4} + \frac{\text{sb belakang (t)}}{(\frac{8,16}{8,16})^4}$$

$$\text{VDF Golongan 3} = \frac{6}{(8,16)^4} + \frac{6}{(8,16)^4} = 0,5$$

**Tabel 5. Nilai Vehicle Damage Factor (VDF) Berat Kendaraan**

Klasifikasi Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	Berat Total (Ton)	Konfigurasi Beban Sumbu Roda (Ton)		VDF
			Depan	Belakang	
3	1.1	12	6	6	0,5
4	1.1	12	6	6	0,5
6a	1.1	12	6	6	0,5
7a	11.22	30	12	18	2,8
7c	1.22-222	45	24	21	1,18

Sumber: Data Olahan (2025)

### Analisis CESAL (Rencana)

Analisis *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESAL) dilakukan untuk menghitung total beban ekuivalen yang diterima perkerasan dalam kondisi normal (tanpa *overload*). Berdasarkan perhitungan faktor ekivalen beban *Vehicle Damage Factor* (VDF) dan data lalu lintas dari tiap golongan kendaraan, diperoleh total CESAL rencana sebesar 6.491.908 untuk tahun dasar 2024. Perhitungan tahunan berikutnya menunjukkan tren peningkatan nilai CESAL yang konsisten, yaitu dari 7.126.027 pada tahun 2025 hingga mencapai 10.387.527 pada tahun 2033 (Tabel 8). Kenaikan ini menggambarkan bahwa seiring pertumbuhan volume lalu lintas, beban kumulatif yang diterima perkerasan juga meningkat. Namun, nilai ini masih menggambarkan kondisi ideal tanpa adanya kelebihan beban muatan.

**Tabel 6. Nilai VDF Beban Normal**

Jenis Kendaraan	VDF Beban Normal
Gol 1-4	0
Gol 5b	1,2
Gol 6a	0,5
Gol 6b	0,4
Gol 7a	1,7
Gol 7b	0
Gol 7c	2,5

Sumber: Bina Marga (2024)

Perhitungan CESAL umur rencana selama 10 tahun pada golongan 5b beban normal sebagai berikut.

$$\text{ESAL} = (\sum \text{LHR}_{\text{JK}} \times \text{VDF}_{\text{JK}}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R}$$

$$= (181 \times 1,2) \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 10,022$$

$$= 397263$$

**Tabel 7. ESAL Rencana Tahun 2024**

Golongan	LHR	VDF Normal	DD	DL	R	ESAL
5b	181	1,2	0,5	1	10,022	397263
6a	383	0,5	0,5	1	10,022	350257
6b	6750	0,4	0,5	1	10,022	4938341
7a	246	1,7	0,5	1	10,022	764894
7b	0	0	0,5	1	10,022	0
7c	9	2,5	0,5	1	10,022	41153
CESAL						6491908

Sumber: Data Olahan (2025)

Perhitungan CESAL Rencana pada tahun – tahun selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama seperti pada tahun – tahun berikutnya, sehingga didapatkan rekapitulasi perhitungan sebagai berikut.

**Tabel 8. CESAL Rencana**

Tahun	CESAL
2024	6.491.908
2025	7.126.027
2026	7.468.784
2027	7.820.504
2028	8.195.270
2029	8.579.360
2030	8.989.244
2031	9.418.515
2032	9.861.684
2033	10.387.527

Sumber: Data Olahan (2025)

Berdasarkan data pada tabel 8 diatas menunjukkan adanya peningkatan nilai CESAL yang konsisten setiap tahunnya. Proyeksi dimulai dari 6.491.908 pada tahun 2024 dan diperkirakan akan terus meningkat hingga mencapai 10.387.527 pada akhir periode proyeksi di tahun 2033.

### Analisis CESAL (Overload)

Pada kondisi aktual, sebagian besar kendaraan berat melampaui batas beban sumbu, sehingga analisis CESAL dilakukan kembali dengan mempertimbangkan kondisi *overload*. Berdasarkan Tabel 10, nilai CESAL pada kondisi overload meningkat drastis dari 682.816.211 ESA pada 2024 menjadi 1.086.035.795 ESA pada 2033.

Perbedaan yang sangat besar dibandingkan kondisi normal menunjukkan bahwa lapisan perkerasan menerima beban kumulatif jauh di atas kapasitas desainnya. Hal ini mengakibatkan peningkatan tegangan berulang pada lapisan aspal dan agregat, sehingga mempercepat terjadinya retak leleh, alur (*rutting*), serta deformasi permanen pada permukaan jalan.

Berdasarkan data di Tabel 5 tersebut, dapat dilakukan perhitungan nilai *Vehicle Damage Factor* (VDF) untuk perhitungan CESAL overload.

$$\text{VDF Golongan 6a} = \frac{\text{sb depan (t)}}{(8,16)^4} + \frac{\text{sb belakang (t)}}{(8,16)^4}$$

$$\text{VDF Golongan 6a} = \frac{6}{(8,16)} + \frac{6}{(8,16)^4} = 0,5$$

Hasil perhitungan VDF kendaraan overload kemudian dibandingkan dengan nilai VDF perencanaan. Nilai perbandingan VDF tersebut dapat dilihat pada tabel 9 sebagai berikut.

**Tabel 9. Perbandingan Nilai VDF Normal dan Beban Kendaraan**

Golongan Kendaraan	VDF Beban Normal	VDF Beban Kendaraan
5b	1,2	1,2
6a	0,5	0,5
6b	0,4	1,4
7a	1,7	2,8
7b	0	0
7c	2,5	1,18

Sumber: Data Olahan (2025)

Perhitungan CESAL Overload selama 10 tahun pada golongan 3 beban aktual sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{ESAL} &= (\sum \text{LHR}_{\text{JK}} \times \text{VDF}_{\text{JK}}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\ &= (199 \times 1,2) \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 10,022 \\ &= 436768 \end{aligned}$$

**Tabel 10. ESAL Overload Tahun 2025**

Golongan	LHR	VDF Normal	DD	DL	R	ESAL
5b	199	1,2	0,5	1	10,022	436768

Golongan	LHR	VDF Normal	DD	DL	R	ESAL
6a	421	0,5	0,5	1	10,022	385007
6b	7407	1,4	0,5	1	10,022	18966519
7a	270	2,8	0,5	1	10,022	1383735
7b	0	0	0,5	1	10,022	0
7c	10	1,18	0,5	1	10,022	21582
		CESAL				21193611

Perhitungan CESAL *Overload* pada tahun – tahun selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama seperti pada tahun – tahun berikutnya, sehingga didapatkan rekapitulasi perhitungan sebagai berikut.

**Tabel 11. CESAL *Overload***

Tahun	CESAL
2024	19.310.960
2025	21.193.611
2026	22.203.922
2027	23.255.886
2028	24.362.404
2029	25.525.415
2030	26.700.690
2031	27.999.877
2032	29.327.741
2033	30.778.113

Sumber: Data Olahan (2025)

Tabel 11 memproyeksikan beban CESAL *Overload* selama periode sepuluh tahun, dari 2024 hingga 2033. Data menunjukkan adanya tren peningkatan yang signifikan dan stabil dari tahun ke tahun. Nilai CESAL diprediksi naik dari 19.310.960 ditahun 2024 menjadi 30.778.113 ditahun 2033. Kenaikan berkelanjutan ini menggaris bawahi adanya pertumbuhan beban CESAL yang substansial sepanjang dekade tersebut.

### Analisis Sisa Umur Rencana Jalan

Kumulatif *ESAL* dihitung per tahun mulai dari tahun pertama sampai akhir masa layan. Dari perhitungan tersebut akan didapatkan nilai kumulatif *ESAL* pada tahun pertama jalan dibuka yaitu tahun 2024 sampai dengan akhir umur rencana yaitu 2033.

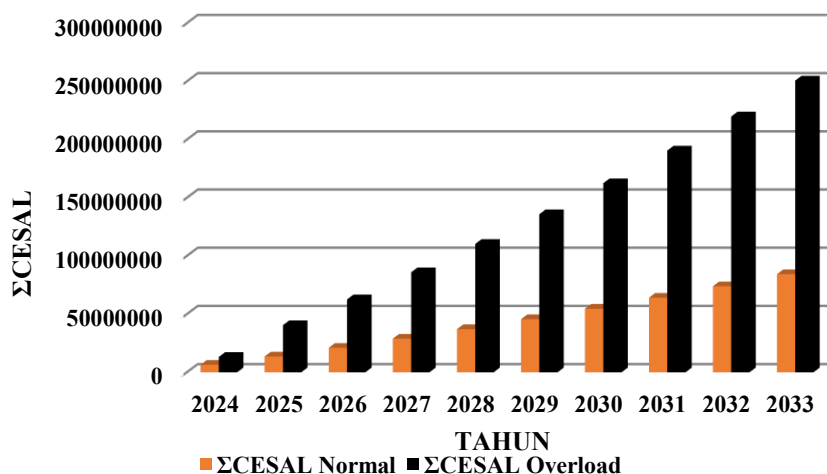
**Tabel 12. Perbandingan Nilai VDF Normal dan Beban Kendaraan**

Tahun	Normal		Overload	
	CESAL	ΣCESAL	CESAL	ΣCESAL
2024	6.491.908	6.491.908	19.310.960	19.310.960
2025	7.126.027	13.617.935	21.193.611	40.504.571
2026	7.468.784	21.086.719	22.203.922	62.708.493
2027	7.820.504	28.907.223	23.255.886	85.964.379
2028	8.195.270	37.102.493	24.362.404	110.326.783
2029	8.579.360	45.681.853	25.525.415	135.852.198
2030	8.989.244	54.671.097	26.700.690	162.552.888
2031	9.418.515	64.089.612	27.999.877	190.552.765
2032	9.861.684	73.951.296	29.327.741	219.880.506
2033	10.387.527	84.338.823	30.778.113	250.658.619

Sumber: Data Olahan (2025)

Berdasarkan data tabel 12 diatas terdapat perbedaan yang sangat signifikan. Nilai CESAL kondisi *Overload* selalu jauh lebih tinggi dibandingkan kondisi normal. Pada tahun 2033, CESAL Normal diproyeksikan 10.387.527, sementara CESAL *Overload* mencapai 30.778.113. Ini menunjukkan beban tahunan akibat kendaraan *overload* adalah hampir tiga kali lipat dari kondisi normal. Sedangkan beban kumulatif ΣCESAL Normal mencapai 84.338.823 pada tahun 2033. Sementara itu, ΣCESAL *Overload* mencapai nilai yang jauh lebih besar, yaitu 250.658.619 pada tahun 2033.

Berdasarkan tabel 12 tersebut dibuat diagram perbandingan nilai ΣCESAL perencanaan dengan ΣCESAL *Overload* tiap tahun sampai dengan umur rencana 10 tahun sebagai berikut.



Gambar 2. Perbandingan Nilai ΣCESAL Normal dengan ΣCESAL Overload /Tahun  
Sumber: Data Olahan (2025)

Berdasarkan diagram/gambar 2 tersebut, dengan nilai ΣCESAL perencanaan sebesar 84.338.823 ESA sudah tercapai pada tahun ke-4 yaitu 2027 dengan nilai ΣCESAL Overload 85.964.379 ESA.

### Nilai Remaining Life (RL) Rencana

Perhitungan nilai RL Rencana dihitung setiap tahun sesuai umur rencana sesuai persamaan menggunakan data ESAL Rencana. Contoh perhitungan RL rencana pada tahun 2024 adalah sebagai berikut.

$$N_p = \Sigma\text{CESAL Rencana } 2024 = 6.491.908$$

$$N_{1,5} = \Sigma\text{CESAL Rencana } 2033 = 84.338.823$$

$$RL = 100 (1 - (N_{1,5}/N_p))$$

$$= 100 (1 - (6.491.908/84.338.823))$$

$$RL = 92,30\%$$

Perhitungan untuk tahun selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama, kemudian direkapitulasi sebagai berikut.

Tabel 13. Nilai Remaining Life Rencana

Tahun	ΣCESAL Rencana	RL (%)
2024	6.491.908	92,30
2025	13.617.935	83,85
2026	21.086.719	75,00
2027	28.907.223	65,72
2028	37.102.493	56,01
2029	45.681.853	45,84
2030	54.671.097	35,18
2031	64.089.612	24,01
2032	73.951.296	12,32
2033	84.338.823	0,00

Sumber: Data Olahan (2025)

Berdasarkan data tabel 13 diatas menunjukkan bahwa seiring dengan peningkatan akumulasi beban kumulatif ΣCESAL Rencana, persentase sisa umur jalan (RL) mengalami penurunan drastis setiap tahunnya. Pada tahun awal (2024), sisa umur jalan masih tinggi, yaitu 92,30%, dengan ΣCESAL sebesar 6.491.908. Namun, akibat akumulasi beban, RL terus menurun secara cepat, mencapai dibawah 50% pada tahun 2029 (45,84%).

### Nilai Remaining Life (RL) Overload

Perhitungan nilai RL Overload dihitung setiap tahun sesuai umur rencana dengan menggunakan data nilai kumulatif ESAL tahun pertama kondisi overload dibagi dengan nilai kumulatif ESAL tahun terakhir dari umur rencana.

$$N_p = \Sigma\text{CESAL Overload } 2024 = 19.310.960$$

$$\begin{aligned}
 N_{1,5} &= \Sigma \text{CESAL Rencana } 2033 = 84.338.823 \\
 \text{RL} &= 100 (1 - (N_{1,5}/N_p)) \\
 &= 100 (1 - (19.310.960/84.338.823)) \\
 \text{RL} &= 77,10\%
 \end{aligned}$$

Perhitungan untuk tahun selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama, sehingga didapatkan rekapitulasi perhitungan sebagai berikut.

**Tabel 14. Nilai Remaining Life Overload**

Tahun	$\Sigma$ CESAL Overload	RL (%)
2024	19.310.960	77,10
2025	40.504.571	51,97
2026	62.708.493	25,65
2027	85.964.379	-1,92
2028	110.326.783	-30,81
2029	135.852.198	-61,08
2030	162.552.888	-92,73
2031	190.552.765	-126
2032	219.880.506	-160,71
2033	250.658.619	-197

Sumber: Data Olahan (2025)

Berbeda dengan kondisi Normal, data tabel 14 ini menunjukkan kondisi *overload* tingkat kerusakan jalan yang ekstrem dan sangat cepat. Sisa umur rencana (RL) turun drastis dari 77,10% di tahun 2024 menjadi 51,97% di tahun 2025, dan terus menurun hingga mencapai 0% pada tahun 2026 (sebelum mencapai tahun 2027). Pada akhir periode (2033), akumulasi  $\Sigma$ CESAL Overload mencapai 250.658.619, menghasilkan nilai RL negative yang sangat besar, yaitu -197%.

#### Persentase Penurunan Sisa Umur Rencana

Perhitungan *Remaining Life* (RL) menunjukkan perbedaan mencolok antara kondisi normal dan *overload*. Pada kondisi rencana (Tabel 13), nilai RL menurun bertahap dari 92,30% pada tahun pertama hingga 0% pada tahun ke-10, yang menandakan umur pelayanan jalan sesuai perencanaan.

Sebaliknya, pada kondisi *overload* (Tabel 14), nilai RL mengalami penurunan ekstrem sejak tahun 2024 dengan nilai negatif yang terus membesar hingga akhir umur rencana di tahun 2033. Nilai negatif ini menunjukkan bahwa kapasitas struktural perkerasan telah terlampaui bahkan sebelum masa pelayanan mencapai setengah umur desain, sehingga jalan berpotensi mengalami kerusakan berat lebih awal.

**Tabel 15. Perbandingan Nilai RL Rencana dan RL Overload**

Tahun	RL Rencana (%)	RL Overload (%)
2024	92,30	77,10
2025	83,85	51,97
2026	75,00	25,65
2027	65,72	-1,92
2028	56,01	-30,81
2029	45,84	-61,08
2030	35,18	-92,73
2031	24,01	-126
2032	12,32	-160,71
2033	0,00	-197

Sumber: Data Olahan (2025)

Dari tabel 15 perbandingan nilai RL Rencana dan RL *Overload* diperoleh nilai umur rencana pada saat persentase umur rencana 0% terjadi diantara tahun 2032 dan tahun 2033. Pada tahun 2032 persentase umur rencana -160,71 dan pada tahun 2033 -197. Sehingga perhitungannya sebagai berikut.

$$\frac{160\% + 197\%}{10 - 9} = \frac{160\%}{X}$$

$$X = \frac{160\% \times (10 - 9)}{1}$$

$$X = \frac{160\% + 197\%}{100} = 0,448$$

Sehingga nilai umur rencana pada saat nilai persentase umur rencana mencapai 0% adalah sebagai berikut. Nilai umur rencana =  $9 + 0,448 = 9,448$  tahun. Berdasarkan perhitungan di atas diperoleh terjadinya penurunan umur rencana akibat muatan berlebih sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Penurunan umur rencana} &= 10 - 9,448 \\ &= 0,552 \text{ Tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan sisa umur jalan, maka ruas jalan Kopang – Masbagik mengalami penurunan umur rencana sebesar 0,552 tahun dari umur rencana 10 tahun.

### Pengaruh Overloading terhadap Umur Rencana Jalan

Berdasarkan Hasil keseluruhan analisis menunjukkan bahwa kendaraan dengan muatan berlebih memberikan dampak destruktif terhadap umur rencana jalan. Nilai CESAL yang meningkat tajam diikuti oleh penurunan *Remaining Life* secara signifikan, menandakan bahwa jalan bekerja di luar batas perencanaannya.

Semakin sering kendaraan *overload* melintas, semakin cepat pula penurunan daya dukung lapisan perkerasan akibat akumulasi tegangan berulang. Kondisi ini menyebabkan munculnya retak leleh, gelombang permukaan, dan deformasi plastis pada umur pelayanan yang jauh lebih singkat dibandingkan desain awal.

Oleh karena itu, langkah-langkah pengawasan seperti pembatasan tonase di jembatan timbang, penegakan hukum terhadap pelanggaran beban, serta penerapan sistem monitoring muatan secara digital menjadi sangat penting. Pengendalian beban ini bukan hanya menjaga umur rencana jalan agar tetap sesuai desain, tetapi juga memastikan keberlanjutan fungsi jalan dalam mendukung konektivitas dan keselamatan transportasi di wilayah tersebut.

### SIMPULAN

Berdasarkan Hasil penelitian pada ruas Jalan Kopang–Masbagik menunjukkan bahwa muatan berlebih (*overloading*) kendaraan berat berpengaruh langsung terhadap penurunan umur rencana jalan. Hasil perhitungan dan analisis CESAL, kondisi *overloading* menyebabkan peningkatan beban lalu lintas yang signifikan dibandingkan dengan kondisi normal. Kendaraan golongan berat, khususnya golongan 6a dan 7a, menjadi penyumbang terbesar terhadap peningkatan beban yang diterima perkerasan.

Kondisi tersebut mengakibatkan lapisan perkerasan jalan bekerja di luar batas rencana, sehingga kerusakan struktural seperti retak leleh dan deformasi permukaan terjadi lebih cepat sebelum umur rencana tercapai. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya pengendalian muatan kendaraan secara konsisten melalui pengawasan di jembatan timbang, pembatasan tonase, serta peningkatan kesadaran pengguna jalan. Dengan penerapan langkah-langkah tersebut, umur rencana jalan dapat dipertahankan sesuai dengan rancangan, dan kinerja ruas jalan Kopang–Masbagik dapat tetap optimal untuk mendukung kelancaran transportasi.

Dampak dari muatan berlebih mengakibatkan terjadinya penurunan umur rencana, berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan terjadi penurunan umur rencana sebesar 0,552 tahun dari umur rencana 10 tahun.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aptarila, G., Lubis, F., & Saleh, A. (2020). Analisis Kerusakan Jalan Metode SDI Taluk Kuantan - Batas Provinsi Sumatera Barat. *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 195–203. <https://doi.org/10.31849/siklus.v6i2.4647>
- Bayu Priyanda, E. (2022). Dampak Kendaraan *Overload* Terhadap Umur Rencana Jalan. *Seminar Nasional Dan Diseminasi Tugas Akhir 2022*, 22–30.
- Das, A. M., Setiawan, A., & Hurairah, A. (2024). Analisa Kerusakan Jalan Akibat Beban Kendaraan di Gerbang Masuk Kota Jambi Paal 10 – Simpang 4 Paal 10 Kota Jambi. *Jurnal Talenta Sipil*, 7(2), 954-960. DOI:10.33087/talentasipil.v7i2.607
- Hidayat, I., & Putra, N. E. (2024). Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Umur Rencana Perkerasan Jalan (Studi Kasus Jalan Cemara Medan). *JMRI Journal of Multidisciplinary Research and Innovation*, 2(1), 24–34. <https://doi.org/10.61240/jmri.v2i1.61>
- Iskahar, Sulgah Anjarwati, & Olivia Oktafiani Rejeki. (2021). the Effect of *Overload* on the Design Life of the Road Pavement (Case Study of Jenderal Soedirman Road Sokaraja). *Hal*, 2(2), 75–86. <http://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/civeng>
- Julindra Aidi, Sjelly Haniza, A. S. (2022). Analisis Beban Kendaraan Terhadap Umur Rencana Perkerasan Jalan. *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*, 6, 135–141.
- Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. 2024 *Manual Perkerasan Jalan*

*Nomor 03/M/BM/2024.* Jakarta:Kementerian PUPR.

- Liemantika, W. A. O., Lalamentik, L. G. J., & Manoppo, M. R. E. (2023). Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Umur Perkerasan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Wolter Monginsidi Bitung). *Jurnal TEKNO*, 21(85), 1491–1500.
- Manguande, J., Manoppo, M. R. E., & Sendow, T. K. (2020). Analisis Perbandingan Desain Overlay Perkerasan Lentur Dengan Metode Bina Marga 2017 Menggunakan Data Lendutan Bb Dan Aashto 1993 Menggunakan Data Lendutan Fwd ( Study Kasus : Ruas Jalan Airmadidi - Kairagi ). *Jurnal Sipil Statik*, 8(1), 23–32.
- Misdawati, M., Said, L. B., & Maryam H, S. (2021). Analisis Penurunan Umur Rencana Jalan Akibat Volume Kendaraan dan Kelebihan Muatan Pada Ruas Jalan Jend. Ahmad Yani Kota Parepare. *Jurnal Flyover*, 1(2), 38–47. <https://doi.org/10.52103/jfo.v1i2.749>
- Purwahono, F. P., & Solichin, I. (2023). Analisa Pengaruh Beban Kendaraan Terhadap Sisa Umur Rencana Jalan Dengan Metode Bina Marga 2017 Pada Ruas Jalan Brigjend Katamso - Jalan Raya Berbek - Jalan Raya Wadung Asri (STA 0+000 – STA 5+000). *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 3, 9919–9933.
- Pratama, K. M. D., Wahyuningsih, T., & Efendy, A. (2025). *Analisa Tebal Lapis Perkerasan Jalan Tgh. Faesal Menggunakan Metode Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993*. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 11(2), 295–309. <https://doi.org/10.29303/jstl.v11i2.823>
- Pratama, K. M. D., Wahyuningsih, T., & Efendy, A. (2025). *Analisa Tebal Lapis Pekarasan Jalan Tgh.Faesal Kota Mataram Menggunakan Metode Bina Marga 2024*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2025, 298–308.
- Umar, J. (2021). Pengaruh Kendaraan Bermuatan Lebih (*Overloading*) Terhadap Umur Rencana Jalan. *Seminar Nasional Insinyur Profesional (SNIP)*, 1(1). <https://doi.org/10.23960/snip.v1i1.128>
- UPPKB Bertais. (2025). *Data laporan kegiatan UPPKB Bertais tahun 2025*. UPPKB Bertais.
- Vinsensius Budiman Pantas, Niakku Imanuel Maggang, & Anie Adrianti Tuati. (2025). Analisis Pengaruh Kendaraan Over Dimension Overload (ODOL) Terhadap Perkerasan Pada Ruas Jalan Timor Raya. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 4(I), 181–189. <https://doi.org/10.55826/jtmit.v4ii.1028>
- Zein, R. R., Franchitika, R., Teknik, F., Medan, U. H., Sipil, T., & Negeri, U. P. (2023). *Evaluasi Beban Berlebih Kendaraan Terhadap Kerusakan Pada Perkerasan Rigid Pavement Di Jalan Karya Jaya Medan Johor Evaluation of Vehicle Overload on Rigid Pavement Damage on Jalan Karya Jaya Medan Johor*. 4057, 31–37.