

Analisis Pengaruh Beban Kendaraan (*Overload*) Terhadap Tingkat Kerusakan Jalan (Studi Kasus: Jalan Poros Malino Kabupaten Gowa)

Andi Muhammad Fajrin Mario Syafrillah, Luqman, Lambang Basri Said, St Maryam H*

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar
*stmaryam@umi.ac.id

ABSTRAK

Jalan Poros Malino merupakan jalan provinsi yang memiliki peran penting dalam pengembangan perekonomian nasional. Di mana mengalami masalah yang berulang kali terjadi yakni kerusakan jalan dan pengurangan umur layan perkerasan jalan, hal ini disebabkan oleh kelebihan beban kendaraan (*Overload*). Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui penurunan umur sisa (*Remaining life*) perkerasan dan tingkat kerusakan jalan yang terjadi akibat pengaruh beban berlebih (*Overload*) yang terjadi pada ruas Jalan Poros Malino Kabupaten Gowa. Metode analisis yang digunakan adalah Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 untuk menentukan beban sumbu standar kumulatif (*Cumulative Equivalent Single Axle Load*), dan AASHTO 1993 untuk menentukan umur sisa perkerasan (*Remaining Life*). Hasil analisis dan perhitungan tersebut diperoleh sisa umur layan konstruksi perkerasan jalan berdasarkan perencanaan dalam kondisi beban normal, umur sisa perkerasan berakhir pada tahun kesepuluh (2033). Pada kondisi beban faktual diperoleh hasil yang menunjukkan umur sisa perkerasan pada tahun pertama (2024) sebesar 85,60% dengan tingkat kerusakan jalan sebesar 14,40%, dan diperoleh hasil negatif pada tahun kelima (2028) yang menunjukkan umur sisa perkerasan jalan mengalami penurunan dari kondisi normal, di mana hanya sebesar 11,43%, dengan tingkat kerusakan jalan sebesar 88,57%, sehingga umur sisa perkerasan berakhir pada tahun berikutnya (2029).

Kata Kunci: Perkerasan jalan, Beban berlebih, Umur sisa perkerasan, Tingkat kerusakan jalan

ABSTRACT

The Malino Axis Road is a provincial road that plays a crucial role in the development of the national economy. It has been experiencing recurring issues, specifically road damage and a reduction in the remaining life of the road surface, attributed to vehicle overload. The purpose of this research is to determine the remaining life of the road surface and the level of road damage resulting from the impact of excessive loads (Overload) on the Malino Axis Road section in Gowa Regency. The analysis method employed includes the MDP 2017 to determine the cumulative equivalent single axle load and AASHTO 1993 to ascertain the remaining life of the pavement. The analysis and calculations reveal that the remaining service life of the road pavement based on the initial design under normal load conditions concludes in the tenth year (2033). Under factual load conditions, the results indicate that the remaining life of the pavement in the first year (2024) is 85.60%, with a road damage rate of 14.40%. However, negative results are obtained in the fifth year (2028), indicating a decrease in the remaining life of the road pavement from the normal condition to 11.43%, with a road damage rate of 88.57%. Consequently, the remaining life of the pavement concludes in the subsequent year (2029).

Keywords: Road pavement, Overloading, Remaining life, Road damage level

1. Pendahuluan

A. Latar Belakang

Jalan merupakan kebutuhan utama masyarakat sebagai penghubung dalam melakukan kegiatan terutama kegiatan ekonomi. Kondisi permukaan jalan harus tetap terpelihara dengan baik untuk memberikan pelayanan yang baik pengguna jalan (Pandey, 2013).

Perkerasan jalan di Indonesia umumnya mengalami kerusakan sebelum mencapai umur rencana. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kerusakan jalan lebih awal antara lain akibat pengaruh beban lalu lintas kendaraan yang berlebihan (*Overloading*) akibat pemadatan yang tidak maksimal akan mengakibatkan terjadi deformasi pada lapis permukaan aspal, temperatur (cuaca), dan air yang dapat mempengaruhi kinerja lapisan perkerasan aspal (Alifuddin, 2020)

Kondisi jalan saat ini banyak yang mengalami kerusakan walaupun belum mencapai umur rencana, dengan kondisi tersebut dapat mengganggu kenyamanan dan membahayakan pengguna jalan. Secara teknis, kerusakan jalan menunjukkan suatu kondisi di mana struktural dan fungsional jalan sudah tidak mampu memberikan pelayanan optimal terhadap lalu lintas yang melintasi jalan tersebut (Sumarsono, 2013).

Pada dasarnya jalan yang akan mengalami penurunan kualitas struktural sesuai bertambahnya umur jalan, apalagi jika dilalui oleh kendaraan dengan muatan berat dan cenderung melebihi ketentuan. Jalan raya saat ini sering mengalami kerusakan dalam waktu yang relatif sangat pendek (kerusakan dini) baik jalan yang baru dibangun maupun jalan yang baru diperbaiki (*Overlay*). Beberapa hasil penelitian dilakukan, penyebab utama kerusakan jalan adalah kualitas pelaksanaan, drainase, dan dari beban kendaraan yang melebihi ketentuan (*Overloading*) (Misdawati et al., 2021).

Secara definisi beban berlebih (*overloading*) adalah suatu kondisi beban gandar kendaraan melebihi beban standar yang digunakan pada asumsi desain perkerasan jalan atau jumlah lintasan operasional sebelum umur rencana tercapai atau sering disebut dengan kerusakan dini. Sedangkan umur rencana perkerasan jalan adalah jumlah repetisi beban lalu lintas dalam satuan *Equivalent Standard Axle Load* (ESAL) yang dapat dilayani jalan sebelum terjadi kerusakan struktural pada lapisan perkerasan. Kerusakan pada badan jalan dan banyaknya jalan menjadi bergelombang diantaranya disebabkan oleh pelaksanaan jalan yang didesain dengan kualitas di bawah standar, volume lalu lintas yang setiap tahun selalu meningkat dan disebabkan juga oleh banyaknya kendaraan dengan muatan berlebihan (*Overloading*) (Safitra et al., 2019).

Hasil berbagai penelitian menunjukkan bahwa kerusakan dini jalan umumnya dipicu oleh tingginya volume lalu lintas, khususnya kendaraan berat yang seringkali membawa muatan berlebih. Pada Jalan Poros Makassar–Maros, kerusakan dominan berupa tambalan dan retakan kulit buaya sehingga masuk kategori pemeliharaan rutin (Marsyanda et.al., 2022). Kondisi serupa ditemukan di Jalan Poros Pattallassang, Kabupaten Gowa, dengan variasi kerusakan mulai sedang hingga berat yang disebabkan oleh drainase buruk, kondisi tanah dasar, serta beban berulang kendaraan (Dwitami et.al., 2024). Sementara itu, studi pada ruas Passo–Tulehu menunjukkan perlunya lapis tambah (*overlay*) setebal 10 cm untuk menahan deformasi permanen akibat beban lalu lintas yang tinggi (Metekohy et.al., 2023). Secara umum, temuan ini menegaskan bahwa faktor beban kendaraan berlebih (*overload*) merupakan penyebab utama kerusakan perkerasan dan perlunya strategi pemeliharaan maupun rekonstruksi yang tepat agar umur layanan jalan dapat tercapai.

Jalan Poros Malino yang merupakan jalan provinsi dengan fungsi kolektor primer yang menghubungkan Sungguminasa dengan Malino yang berada di Kabupaten Gowa, dengan panjang jalan 61,40 km, dan lebar jalan ± 6 meter. Di mana ruas jalan tersebut memiliki volume lalu lintas kendaraan berat yang tinggi. Ada beberapa faktor yang menyebabkan Jalan Poros Malino seringkali dilintasi kendaraan berat, yakni Jalan Poros Malino merupakan salah satu rute penghubung yang penting di Provinsi Sulawesi Selatan di mana rute ini sering digunakan oleh kendaraan berat seperti truk, bus, dan kendaraan komersial lainnya, dan di Jalan Poros Malino merupakan kawasan industri dan pertambangan dalam rangka mendistribusikan muatan, kendaraan berat digunakan untuk mengangkut muatan dari, dan ke daerah ini. Sehingga hal tersebut dapat menyebabkan Jalan Poros Malino mengalami penurunan umur layan perkerasan atau kerusakan dini akibat kelebihan beban kendaraan (*Overload*).

B. Tujuan Penelitian

Tujuan yang diinginkan pada penelitian ini, antara lain sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis dan mengetahui umur sisa (*Remaining Life*) dari suatu perkerasan jalan dengan beban yang terjadi.
2. Untuk menganalisis dan mengetahui tingkat kerusakan jalan dari beban berlebih (*Overload*) yang ditimbulkan.

2. Metode Penelitian

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian terletak pada Jalan Poros Malino Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan. Waktu survei dilaksanakan selama 4 hari yakni:

1. Hari Senin mewakili hari kerja pada pukul 06.00 - 18.00 WITA.
2. Hari Kamis mewakili hari selanjutnya pada pukul 06.00 - 18.00 WITA
3. Hari Jum'at mewakili hari terakhir kerja per minggu pada pukul 06.00 - 18.00 WITA
4. Hari Sabtu mewakili hari libur pada pukul 06.00 - 18.00 WITA.

B. Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Data Primer
Pengambilan data primer dengan melakukan survei langsung di lapangan. Proses pengambilan data mencatat Lalu Lintas Harian (LHR).
2. Data Sekunder
Data sekunder yang diperoleh yakni berasal dari instansi atau lembaga yakni berupa data struktur perkerasan, data berat kendaraan, data spesifikasi kendaraan, dan data LHR sebelumnya.

C. Metode Analisis Data

Metode analisis yang digunakan dalam pengelolaan data yaitu Manual Desain Perkerasan Jalan 2017, dan AASHTO 1993. Adapun tahap-tahap analisis dalam penelitian ini meliputi:

a. Volume lalu lintas

Untuk memprediksi LHR pada tahun lainnya selama umur layan didekati dengan persamaan berikut:

$$LHR_n = LHR_0 \times (1 + i)^n \quad (1)$$

b. Faktor pertumbuhan lalu lintas

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif (*Cumulative Growth Factor*) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$R = \frac{(1+0,01 i)^{UR}-1}{0,01 i} \quad (2)$$

c. Lalu lintas pada lajur rencana

Lajur rencana adalah salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas kendaraan niaga (truk dan bus) paling besar. Beban lalu lintas pada lajur rencana distribusi arah (DD) umumnya diambil 0,5 dan factor distribusi lajur kendaraan niaga (DL) ditentukan berdasarkan tabel 3.

d. Faktor ekuivalen beban

Faktor ekuivalen beban (*Vehicle Damage Factor*) adalah suatu faktor yang menunjukkan besar kerusakan dari suatu kendaraan dari kelas tertentu terhadap perkerasan dalam satuan *Equivalent Standard Axle Load* (ESA). Dalam desain perkerasan, beban lalu lintas dikonversi ke beban standar (ESA) dengan menggunakan Faktor ekuivalen beban (VDF). Faktor ekuivalen beban dihitung sebagai berikut:

$$\left(\frac{L_{ij}}{SL}\right)^4 \quad (3)$$

e. Beban sumbu standar kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif (*Cumulative Equivalent Single Axle Load*) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana, yang ditentukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} ESA_{TH-1} &= (LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \\ & \quad (4) \end{aligned}$$

f. Umur sisa perkerasan

Umur sisa perkerasan merupakan konsep kerusakan fatik/lelah yang diakibatkan oleh beban repetisi kendaraan secara berulang-ulang yang merusak perkerasan dan mengurangi kapasitas beban repetisi yang dapat ditanggung oleh suatu perkerasan hingga perkerasan tersebut mengalami keruntuhan (*failure*). Rumus untuk menentukan umur sisa perkerasan yaitu:

$$RL = 100 \left[1 - \left(\frac{N_p}{N_{1,5}} \right) \right] \quad (5)$$

3. Hasil dan Pembahasan

A. Survei Lalu Lintas Harian (LHR)

Data hasil survei lalu lintas harian rata-rata (LHR) pada tahun 2023 dirangkum dan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

B. Lalu-Lintas Harian (LHR) rencana

Dari data LHR rata-rata 2 arah, kemudian dilakukan perhitungan prediksi LHR selama umur rencana dengan menggunakan persamaan 1, dengan faktor laju pertumbuhan lalu lintas (i) kolektor rural rata-rata di Indonesia yakni 3,50% berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017. Hasil perhitungan diperoleh dan dirangkum ke dalam **Tabel 2** berikut.

Tabel 1 Data hasil survei LHR 2023

Gol	Jenis kendaraan	Agustus 2020				Rata-rata 2 arah
		21	24	25	26	
		Senin	Kamis	Jumat	Sabtu	
2	Kendaraan ringan	753	56	1059	469	584
5B	Bus besar	90	93	109	113	101
6A	Truk 2 sumbu 4 roda	66	70	63	63	65
6B	Truk 2 sumbu 6 roda	169	563	552	473	439
7A	Truk 3 sumbu	49	87	73	98	76
7C1	Truck 4 sumbu	86	92	62	77	79
7C2	Truk 5 sumbu	93	97	97	96	95

Tabel 2 Perkiraan Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) 2 arah Per Tahun

Gol	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
2	584	604	626	647	670	694	718	743	769	796	824
5B	101	105	108	112	116	120	124	129	133	138	142
6A	65	67	70	72	75	77	80	83	86	89	92
6B	439	454	470	487	504	521	540	559	578	598	619
7A	76	79	81	84	87	90	93	97	100	104	107
7C1	79	82	85	88	91	94	97	101	104	108	111
7C2	95	98	102	105	109	113	117	121	125	129	134

C. Lalu Lintas pada Lajur Rencana

Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dalam menentukan faktor distribusi lajur (DL), dapat ditentukan dengan mengacu pada tabel 3 di bawah. Adapun untuk menentukan faktor distribusi arah (DD) umumnya diambil 0,5 untuk jalan dua arah kecuali pada lokasi-lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu. Sehingga ditetapkan dalam penelitian ini menggunakan faktor distribusi arah (DD) 0,5 dengan faktor distribusi lajur (DL) 100%.

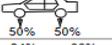
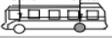
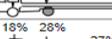
Tabel 3 Faktor distribusi lajur (DL)

Jumlah lajur setiap arah	Kendaraan niaga pada lajur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017

D. Analisis Faktor Ekivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

Analisis faktor ekivalen beban (*Vehicle Damage Factor*) dilakukan dengan pendistribusian beban sumbu pada setiap golongan beban sumbu kendaraan dengan mengacu pada **Gambar 1**.

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	LE 18 K'SAL KOSONG	LE 18 K'SAL 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+2,2 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 1 Distribusi beban sumbu

Dalam menghitung faktor ekivalen beban (*Vehicle Damage Factor*) pada setiap golongan beban sumbu kendaraan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 3 di atas.

Hasil perhitungan *Vehicle Damage Factor* (VDF) normal dan faktual pada setiap golongan beban sumbu kendaraan dapat dilihat pada **Tabel 4**. Dari hasil perhitungan ditemukan perbedaan *Vehicle Damage Factor* (VDF) dari kedua kondisi tersebut yakni *Vehicle Damage Factor* (VDF) golongan kendaraan 6A, 6B, 7A, dan 7C2 pada kondisi faktual lebih besar dibandingkan dengan kondisi yang normal.

Tabel 4 Hasil perhitungan nilai VDF pada kondisi normal dan faktual

No	Gol	Konfigurasi sumbu	VDF normal	VDF faktual
2	5B	1.2	0,38	0,38
3	6A	1.1	0,31	2,20
4	6B	1.2	2,25	7,36
5	7A	1.22	2,15	5,52
6	7C2	1.222	3,07	3,73
7	7C3	1.2.222	6,38	6,38

E. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas berdasarkan data-data pertumbuhan series (*historical growth data*) atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku. Jika tidak tersedia data maka tabel 5 dapat digunakan. Untuk perhitungan ini memakai faktor laju pertumbuhan lalu lintas (i) kolektor rural rata-rata di Indonesia yakni 3,50%.

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif (*Cumulative Growth Factor*) yakni dengan menggunakan persamaan 2 di atas. Hasil perhitungan faktor pertumbuhan lalu lintas disajikan pada **Tabel 6** berikut.

Tabel 5 Faktor laju pertumbuhan lalu lintas (i) (%)

	Jawa	Sumatra	Kalimantan	Rata-rata indonesia
Arteri dan perkotaan	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor rural	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan desa	1,00	1,00	1,00	1,00

Sumber: *Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017*

Tabel 6 Hasil perhitungan faktor pertumbuhan lalu lintas

No	Tahun	<i>Cumulative Growth Factor</i>
1	2024	1,000
2	2025	2,035
3	2026	3,106
4	2027	4,215
5	2028	5,362
6	2029	6,55
7	2030	7,779
8	2031	9,052
9	2032	10,368
10	2033	11,731

F. Analisis Beban Sumbu Standar Kumulatif (*Cumulative Equivalent Single Axle Load*)

Perhitungan *Equivalent Single Axle Load* (ESA) dilakukan dengan menggunakan persamaan 4 di atas. Hasil perhitungan *Equivalent Single Axle Load* (ESA) selama umur rencana dalam hal ini pada tahun awal (2023) sampai akhir umur layan perkerasan jalan (2033), diperoleh dan dirangkum ke dalam **Tabel 7** untuk ESA kondisi normal, dan **Tabel 8** untuk ESA kondisi faktual. Adapun *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESA) merupakan akumulasi ekivalen beban sumbu standar selama umur rencana.

Tabel 7 *Equivalent Single Axle Load* (ESA) normal tiap tahun (2023 - 2033)

No	Gol	ESA 2023	ESA 2024	ESA 2025	ESA 2026	ESA 2027	ESA 2028	ESA 2029	ESA 2030	ESA 2031	ESA 2032	ESA 2033
1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5B	3,68E +03	3,79E +03	7,94E +03	1,27E +04	1,76E +04	2,34E +04	2,93E +04	3,61E +04	4,35E +04	5,16E +04	6,04E +04

No	Gol	ESA 2023	ESA 2024	ESA 2025	ESA 2026	ESA 2027	ESA 2028	ESA 2029	ESA 2030	ESA 2031	ESA 2032	ESA 2033
3	6A	1,80E	1,86E	3,93E	6,20E	8,71E	1,15E	1,45E	1,78E	2,15E	2,55E	2,98E
		+05	+05	+05	+05	+05	+06	+06	+06	+06	+06	+06
4	6B	2,98E	3,06E	6,47E	1,02E	1,44E	1,89E	2,39E	2,93E	3,55E	4,19E	4,93E
		+04	+04	+04	+05	+05	+05	+05	+05	+05	+05	+05
5	7A	4,43E	4,54E	9,58E	1,51E	2,13E	2,79E	3,56E	4,36E	5,27E	6,22E	7,30E
		+04	+04	+04	+05	+05	+05	+05	+05	+05	+05	+05
6	7C1	1,11E	1,14E	2,39E	3,80E	5,35E	6,99E	8,85E	1,09E	1,32E	1,56E	1,83E
		+05	+05	+05	+05	+05	+05	+05	+06	+06	+06	+06
7	7C2	3,11E	3,20E	3,76E	3,88E	8,16E	1,29E	1,81E	2,38E	3,01E	3,70E	4,47E
		+05	+05	+05	+05	+05	+06	+06	+06	+06	+06	+06
CESA		3,11E	7,00E	7,21E	1,52E	2,39E	3,36E	4,43E	5,63E	6,91E	8,29E	9,85E
		+05	+03	+03	+04	+04	+04	+04	+04	+04	+04	+04

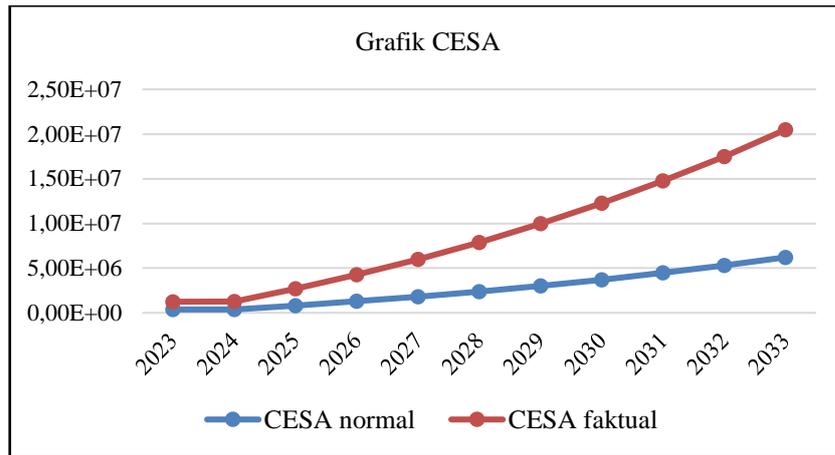
Tabel 8 Equivalent Single Axle Load (ESA) faktual tiap tahun (2023 - 2033)

No	Gol	ESA 2023	ESA 2024	ESA 2025	ESA 2026	ESA 2027	ESA 2028	ESA 2029	ESA 2030	ESA 2031	ESA 2032	ESA 2033
1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5B	7,00E	7,25E	1,53E	2,41E	3,39E	4,46E	5,64E	6,93E	8,35E	9,90E	1,16E
		+03	+03	+04	+04	+04	+04	+04	+04	+04	+04	+04
2	6A	2,61E	2,70E	5,69E	8,99E	1,26E	1,66E	2,10E	2,58E	3,11E	3,69E	4,32E
		+04	+04	+04	+04	+05	+05	+05	+05	+05	+05	+05
3	6B	5,90E	6,10E	1,29E	2,03E	2,85E	3,76E	4,75E	5,84E	7,03E	8,33E	9,76E
		+05	+05	+06	+06	+06	+06	+06	+06	+06	+06	+06
4	7A	7,66E	7,92E	1,67E	2,64E	3,70E	4,88E	6,16E	7,58E	9,13E	1,08E	1,27E
		+04	+04	+05	+05	+05	+05	+05	+05	+05	+05	+06
5	7C1	5,38E	5,57E	1,17E	1,85E	2,60E	3,42E	4,33E	5,32E	6,41E	7,60E	8,90E
		+04	+04	+05	+05	+05	+05	+05	+05	+05	+05	+05
6	7C2	1,11E	1,14E	2,41E	3,81E	5,35E	7,04E	8,91E	1,09E	1,32E	1,56E	1,83E
		+05	+05	+05	+05	+05	+05	+05	+06	+06	+06	+06
CESA		6,89E	6,89E	7,13E	8,64E	8,94E	1,88E	2,97E	4,18E	5,50E	6,95E	8,55E
		+05	+05	+05	+05	+05	+06	+06	+06	+06	+06	+06

Tabel 9 Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESA) selama umur rencana

No	Tahun	CESA normal	CESA faktual
1	2023	3,76E+05	8,64E+05
2	2024	3,88E+05	8,94E+05
3	2025	8,16E+05	1,88E+06
4	2026	1,29E+06	2,97E+06
5	2027	1,81E+06	4,18E+06

No	Tahun	CESA normal	CESA faktual
6	2028	2,38E+06	5,50E+06
7	2029	3,01E+06	6,95E+06
8	2030	3,70E+06	8,55E+06
9	2031	4,47E+06	1,03E+07
10	2032	5,29E+06	1,22E+07
11	2033	6,21E+06	1,43E+07



Gambar 2 Grafik CESA selama umur layanan

G. Analisis Umur Sisa Perkerasan (*Remaining Life*)

Umur sisa perkerasan dapat dianalisis berdasarkan hasil *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESA) untuk kondisi beban kendaraan normal dan faktual. Umur sisa perkerasan dihitung per-tahun yaitu mulai dari tahun pertama hingga akhir masa layanan, dengan menggunakan persamaan 5 di atas.

Hasil perhitungan umur sisa perkerasan (*Remaining Life*) setiap tahun selama umur rencana untuk kondisi beban dalam keadaan normal dan kondisi beban faktual, dirangkum dan disajikan pada tabel 10.

Tabel 10 Umur sisa perkerasan (*Remaining Life*) selama umur rencana

No	Tahun	CESA normal	CESA factual	RL (%)	RL (%)
1	2023	3,76E+05	8,64E+05	93,95	86,09
2	2024	3,88E+05	8,94E+05	93,76	85,60
3	2025	8,16E+05	1,88E+06	86,86	69,68
4	2026	1,29E+06	2,97E+06	79,23	52,10
5	2027	1,81E+06	4,18E+06	70,80	32,73
6	2028	2,38E+06	5,50E+06	61,63	11,43
7	2029	3,01E+06	6,95E+06	51,45	-11,99
8	2030	3,70E+06	8,55E+06	40,37	-37,65
9	2031	4,47E+06	1,03E+07	27,94	-65,79

No	Tahun	CESA normal	CESA factual	RL (%)	RL (%)
10	2032	5,29E+06	1,22E+07	14,75	-96,53
11	2033	6,21E+06	1,43E+07	0,00	-130,15

Dapat dilihat pada tabel 10 di atas diperoleh hasil perhitungan umur sisa (*Remaining Life*) perkerasan menunjukkan bahwa pada kondisi normal umur sisa perkerasan mencapai umur yang direncanakan yakni selama 10 tahun. Sedangkan untuk kondisi beban faktual, umur sisa perkerasan mengalami penurunan dari kondisi normal terjadi pada tahun kelima, di mana umur sisa (*Remaining Life*) hanya sebesar 11,43%. Dari kedua kondisi tersebut diperoleh hasil bahwa konstruksi perkerasan tidak mampu menampung beban berlebih (*Overloading*) sampai dengan umur rencana perkerasan selama 10 tahun.

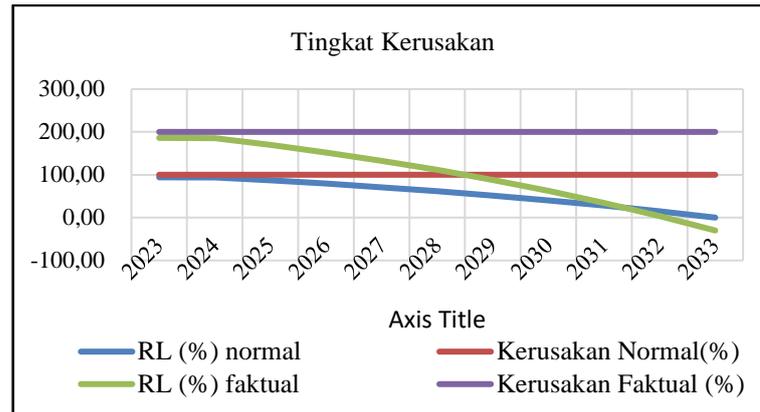
H. Analisis Tingkat Kerusakan Jalan

Menganalisis tingkat kerusakan dihitung dengan menghitung selisih 100% dengan kondisi umur sisa perkerasan (*Remaining Life*) setiap tahunnya.

Berdasarkan perhitungan diperoleh hasil tingkat kerusakan jalan semakin bertambah dengan semakin berkurangnya umur sisa (*Remaining Life*) perkerasan jalan. Misalkan pada kondisi pembebanan faktual pada tahun pertama perkerasan memiliki umur sisa (*Remaining Life*) perkerasan sebesar 85,60% dengan tingkat persentase kerusakan sebesar 14,40%. Pada tahun kelima (2028), pada kondisi pembebanan faktual mengalami tingkat kerusakan hingga 88,57% dengan umur sisa (*Remaining Life*) perkerasan sebesar 11,43%. Hasil perhitungan tingkat kerusakan jalan dirangkum dan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 11 Persentase tingkat kerusakan tiap tahun selama umur rencana

No	Tahun	RL (%) normal	Tingkat Kerusakan (%)	RL (%) faktual	Ting. Kerusakan (%)
1	2023	93,95	6,05	86,09	13,91
2	2024	93,76	6,24	85,60	14,40
3	2025	86,86	13,14	69,68	30,32
4	2026	79,23	20,77	52,10	47,90
5	2027	70,80	29,20	32,73	67,27
6	2028	61,63	38,37	11,43	88,57
7	2029	51,45	48,55	-11,99	111,99
8	2030	40,37	59,63	-37,65	137,65
9	2031	27,94	72,06	-65,79	165,79
10	2032	14,75	85,25	-96,53	196,53
11	2033	0,00	100,00	-130,15	230,15



Gambar 3 Grafik CESA selama umur layanan

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari analisis umur sisa (*Remaining Life*) perkerasan dari AASHTO 1993, sisa umur layan konstruksi perkerasan jalan dalam kondisi normal diperoleh umur sisa (*Remaining Life*) perkerasan berakhir pada tahun ke sepuluh (2033). Dalam kondisi faktual diperoleh hasil umur sisa perkerasan pada tahun pertama (2024) sebesar 85,60%, dan diperoleh hasil negatif pada tahun kelima (2028) yang menunjukkan umur sisa (*Remaining Life*) perkerasan jalan mengalami penurunan dari kondisi normal, di mana umur sisa perkerasan hanya sebesar 11,43%, dan umur sisa perkerasan berakhir pada tahun berikutnya (2029). Dari kondisi tersebut, diperoleh hasil konstruksi perkerasan tidak mampu menampung beban berlebih sampai dengan umur rencana perkerasan selama 10 tahun.
2. Dari analisis tingkat kerusakan jalan dapat dilihat tingkat kerusakan jalan semakin bertambah dengan semakin berkurangnya umur sisa (*Remaining Life*) perkerasan jalan. Misalkan pada kondisi beban faktual, pada tahun pertama (2024) jalan memiliki umur sisa perkerasan sebesar 85,60%, dengan tingkat kerusakan 14,40%, dan pada tahun kelima (2028) perkerasan mengalami penurunan dari kondisi normal di mana tingkat kerusakan hingga 88,57%, dengan umur sisa perkerasan sebesar 11,43%, dan hal tersebut mengakibatkan umur sisa perkerasan berakhir pada tahun berikutnya (2029) dan tidak mencapai umur rencana selama 10 tahun.

Daftar Pustaka

- Alifuddin, A. (2020). *Beton Aspal Campuran Serat*. Tohar Media.
- Misdawati, Said, L. B., & H, S. M. (2021). Analisis Penurunan Umur Rencana Jalan Akibat Volume Kendaraan dan Kelebihan Muatan Pada Ruas Jalan Jend. Ahmad Yani Kota Parepare. *Journal Flyover (JFO)*, 01(02), 39.
- Dwitami, T., Audia, & Zaifuddin. (2024). Studi tingkat kerusakan jalan pada Poros Pattallassang, Kabupaten Gowa. *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 9(1), 54–62. <https://doi.org/10.33096/s1t18898>
- Marsyanda, A. U., Januar, I. Y. D., Said, L. B., Idrus, Y., & Alkam, R. B. (2022). Analisis kerusakan jalan dan cara penanggulangannya (Studi kasus Jalan Poros Makassar–Maros). *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 7(1), 8–17. <https://doi.org/10.33096/fbqz1p25>

- Metekohy, J. G., Amaheka, S. G. M., & Apriyanti, A. (2023). Perencanaan tebal lapis tambah (Overlay) pada ruas jalan Passo–Tulehu berdasarkan metode manual desain perkerasan jalan 2017. *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 8(1), 49–60. <https://doi.org/10.33096/kbbbcc63>
- Pandey, S. V. (2013). Kerusakan Jalan Daerah Akibat Beban Overloading. *Tekno Sipil*, 11(58), 1.
- 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.
- Sumarsono, A. (2013). *Kerusakan Jalan*. Civil Engineering Dept, Sebelas Maret University. <https://sipil.ft.uns.ac.id/2013/03/24/kerusakan-jalan/>