



## ANALISA PENGARUH KENDARAAN OVERLOADING (OL) TERHADAP UMUR RENCANA PERKERASAN JALAN TOL

(STUDI KASUS RUAS JALAN TOL RUAS SEMARANG ABC)

UNIVERSITAS NEGERI MEDAN

M Iqbal Z Batubara<sup>1</sup>, Janter P Simanjuntak<sup>2</sup>, Syafiatun Siregar<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur Universitas Negeri Medan

<sup>2</sup>Konsentrasi Bidang Teknik Sipil

Iqbalbb2@yahoo.com



### ABSTRAK

Setiap perkerasan jalan didesain dengan kapasitas beban maksimum tertentu, namun dalam praktiknya terdapat banyak kendaraan yang melebihi batas dimensi dan beban yang telah ditetapkan, yang disebut sebagai kendaraan *Beban Muatan Berlebih atau Overloading* (OL). Fenomena ini diduga memiliki dampak yang signifikan pada umur rencana perkerasan jalan, terutama pada rute logistik utama jalan tol. Oleh karena itu, diperlukan sebuah studi untuk melihat dampak populasi kendaraan OL pada umur rencana perkerasan jalan tol. Metode yang digunakan dalam studi ini didasarkan pada Manual Desain Perkerasan 2017, dan tujuannya adalah untuk mengevaluasi dampak beban kendaraan OL terhadap umur rencana perkerasan lentur, adapun data yang digunakan seperti Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan (LHRT), data geometrik jalan, didasarkan pada data lapangan aktual yang dikumpulkan pada rute logistik Jalan Tol Semarang ABC pada periode 2023 serta Data populasi muatan berlebih berdasarkan pembacaan alat *Weight in Motion Bridge* (WIM). Hasil analisis menunjukkan bahwa pengaruh populasi beban kendaraan OL sebanyak 5,76% dari total populasi lalin harian tahunan (LHRT) memiliki dampak penurunan umur rencana perkerasan lentur, dari awal umur rencana 20 tahun menjadi 17 tahun, dan pengaruh populasi beban kendaraan OL sebanyak 19% dari LHRT akan memiliki dampak penurunan umur rencana perkerasan lentur dari awal 20 tahun menjadi 13 Tahun serta peningkatan Faktor Ekuivalen Beban rata-rata atau *Average Vehicle Damage Factor* (VDF) dari kondisi muatan normal sebesar 5,9245 menjadi 20,2062 pada kondisi OL sehingga diperoleh kesimpulan bahwa dengan adanya kendaraan OL memberikan dampak signifikan terhadap penurunan umur rencana sebesar -16% (OL 5,76%) dan -25% (OL 19%) serta rata rata peningkatan faktor Ekuivalen Beban sebesar 241%.

**Kata Kunci:** Beban Muatan Berlebih (OL), Umur Rencana, Faktor Ekuivalen Beban (VDF)

### ABSTRACT

Every road pavement is designed with a specific maximum load capacity; however, in practice, numerous vehicles exceed the established dimensional and load limits, known as *Overloading* (OL) vehicles. This phenomenon is believed to have a significant impact on the design life of road pavements, especially on major logistic routes such as toll roads. Hence, a study is necessary to examine the effects of OL vehicle population on the design life of toll road pavements. The methodology employed in this study is based on the 2017 Pavement Design Manual, with the aim of evaluating the impact of OL vehicle loads on the design life of flexible pavements. The data utilized include Average Annual Daily Traffic (AADT) and geometric road data, derived from actual measurements conducted along the Semarang ABC Toll Road logistic route during the 2023 period. Additionally, the data regarding the population of overloaded vehicles are based on readings acquired from the *Weight-in-Motion Bridge* (WIM) instrument. The analysis results demonstrate that the influence of OL vehicle load population, accounting for 5.76% of the total annual daily traffic volume (ADTV), leads to a reduction in the design life of flexible pavements from the initial planned life of 20 years to 17 years. Furthermore, the influence of OL vehicle load population, amounting to 19% of the ADTV, results in a further decrease in the design life of flexible pavements from 20 years to 13 years. Simultaneously, there is an increase in the Average Vehicle Damage Factor (VDF) from the normal load condition of 5.9245 to 20.2062 under OL conditions. Consequently, it can be concluded that the presence of OL vehicles significantly contributes to a decrease in the design life by -16% (OL 5.76%) and -25% (OL 19%), along with an average increase in the Equivalent Load Factor by 241%. **Keywords:** Overloading (OL), Design Service Life, Vehicle Damage Factor (VDF)

**Kata Kunci:** Overload Load (OL), Design Life, Load Equivalence Factor (VDF)



**Tabel 2.** Umur Rencana Penanganan

Kriteria Beban Lalu Lintas (juta ESA4) Umur Rencana Perkerasan Lentur	<0,5	0,5 - <30	≥30
	Seluruh Penanganan 10 tahun		-Rekonstruksi - 20 Tahun - Overlay Struktural - 10 Tahun - Overlay Non Struktural - 10 Tahun - Penanganan Sementara - sesuai kebutuhan

- e. Reliability  
Keandalan struktur perkerasan diukur dari besaran kemungkinan dimana jenis kerusakan atau kombinasi kerusakan tertentu akan tetap berada dibawah atau didalam rentang yang sudah diizinkan selama umur desain perkerasan. (Pt T-01-2002-B)
- f. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas  
Statistik pertumbuhan historis atau formulasi korelasi berdasarkan parameter pertumbuhan penting lainnya dan berdasarkan faktor perluasan lalu lintas. (MDP 2017)
- g. Faktor pertumbuhan kumulatif digunakan untuk menentukan pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana:

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

Dimana

- R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif
- i = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)
- UR = umur rencana (tahun)

- h. WIM Berbasis Jembatan  
WIM berbasis jembatan adalah penggunaan jembatan sebagai alat untuk mengukur berat kendaraan bergerak yang melintasi jembatan. Respons komponen jembatan terhadap beban lalu lintas, yang diterjemahkan kembali ke besaran beban lalu lintas, diukur menggunakan instrumen sensor yang diposisikan pada elemen jembatan.
- i. Faktor Distribusi Lajur (DL)  
Jika terdapat dua lajur atau lebih pada arah yang sama, faktor distribusi lajur digunakan untuk memodifikasi beban standar kumulatif (CESAL).

**Tabel 3.** Faktor Distribusi Lajur

Jumlah Lajur Setiap Arah	Kendaraan niaga pada Lajur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100 %
2	80 %
3	60 %
4	50 %

- j. Faktor Distribusi Arah (DD)  
Faktor distribusi lajur yang akan digunakan untuk memodifikasi beban kumulatif (ESA) pada jalan dengan dua lajur ataupun lebih yang berjalan satu arah. Faktor distribusi arah untuk jalan dua arah sering kali dianggap sebesar 0,50, dengan pengecualian untuk lokasi yang memiliki distribusi kendaraan komersial yang tidak merata.
- k. Faktor Ekuivalen Beban (VDF)  
Faktor rasio jumlah kerusakan perkerasan yang disebabkan oleh satu lintas kendaraan tertentu relatif terhadap kerusakan yang di yang dihasilkan oleh beban sumbu standar dalam satuan gandar standar atau disebut ESAL.

$$VDF = \left(\frac{Lij}{SL}\right)^4 \quad (2)$$

Dimana

- Lij : Beban sumbu atau kelompok sumbu
- SL: Beban standar untuk sumbu atau kelompok sumbu

Kelompok gandar kendaraan komersial yang tercantum dalam tabel 4 berikut ini dapat digunakan untuk menghitung beban gandar standar (SL) - Rencana:

**Tabel 4.** Beban Standar Kelompok Sumbu

Kelompok Sumbu	Beban Gandar	
	Kn	Ton
Sumbu tunggal roda tunggal	53	5,4
Sumbu tunggal roga ganda	80	8,2
Sumbu tandem roda tunggal	90	9,2
Sumbu tanden roda ganda	135	13,8
Sumbu tridem roda ganda	181	18,5

- l. Beban Sumbu Standar Kumulatif (CESAL)  
Jumlah kumulatif beban gandar lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana dikenal sebagai beban ekuivalen sumbu standar tunggal kumulatif (CESAL), dan dapat dihitung menggunakan rumus 3:

$$CESA_{TH-1} = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (3)$$

Dimana

- $ESA_{TH-1}$  = kumulatif lintasan sumbu standar ekuivalen pada tahun pertama
- $LHR_{JK}$  = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)
- $VDF_{JK}$  = umur rencana (tahun)
- DD = faktor distribusi arah
- DL = faktor distribusi lajur
- CESAL = Kumulatif beban sumbu standar selama umur rencana
- R = Faktor pertumbuhan kumulatif

m. Penurunan Umur Rencana (RI)

Jumlah pengulangan beban lalu lintas yang diantisipasi dalam unit *Equivalent Single Axle Load/ESAL* telah melewati ambang batas yang ditentukan, maka diperkirakan kemampuan pelayanan perkerasan akan menurun dan umur rencana akan berkurang.

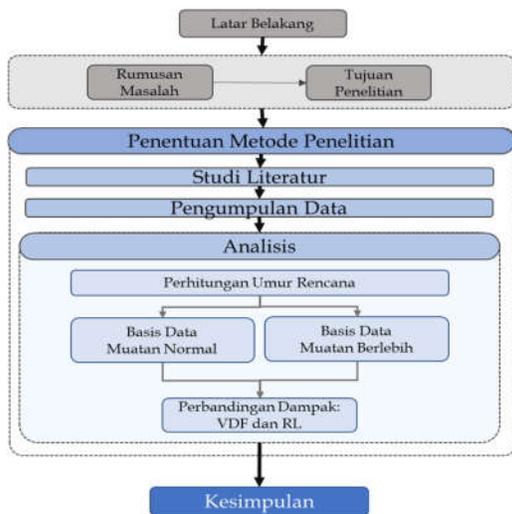
$$RI = 100 \left[ 1 - \left[ \frac{Np}{N1,5} \right] \right] \quad (4)$$

Dimana

- RI: Sisa Umur Rencana, %
- Np: Jumlah repetisi beban pada tahun ke n, ESAL
- N1,5: Jumlah Repetisi beban pada akhir umur rencana.

2.2. Kerangka Berfikir

kerangka berfikir pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Kerangka Berfikir

2.3. Hipotesis

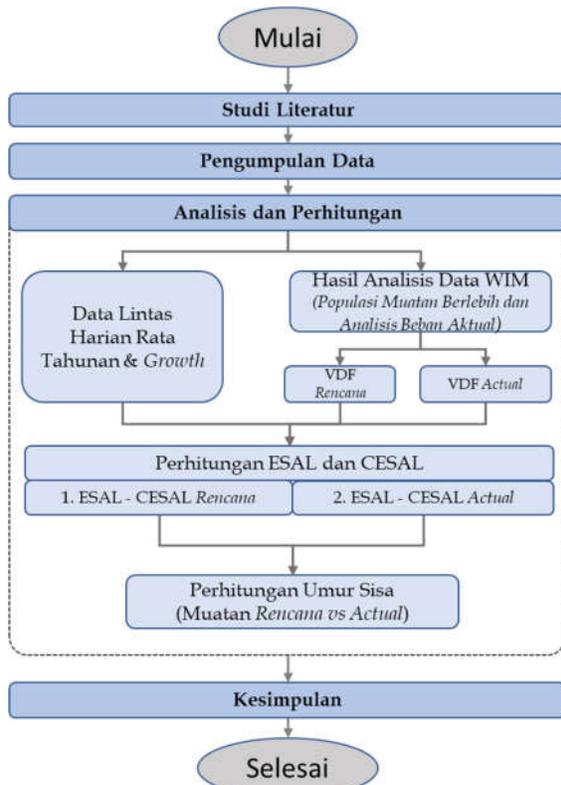
Berdasarkan rumusan masalah diduga bahwa akan terdapat dampak penurunan umur rencana seiring dengan peningkatan VDF dengan adanya populasi kendaraan *OL* di ruas tol Semarang ABC.

2.4. Hasil Penelitian terdahulu

- Hasil penelitian Saleh, Alfian Et Al (2022) pada *Jurnal Gradasi Teknik Sipil Vol 6 No 2 (e-ISSN No. 2598-8581)* yang berjudul Analisis Beban Kendaraan terhadap Umur Rencana Perkerasan Jalan menunjukkan bahwa terdapat pengaruh beban kendaraan muatan berlebih pada Ruas Jalan Nasional Taluk Kuantan dengan peningkatan ESAL dari kondisi Normal sebanyak 1.064.232 ESAL menjadi 6.640.034 pada kondisi muatan berlebih, sehingga terdapat penurunan umur rencana sebanyak 64,6%.
- Penelitian Putri dkk., Analisis Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Umur Rencana Jalan pada Studi Kasus Ruas Jalan Manado hingga Bitung (ISSN 2337-6732), menemukan bahwa persentase beban berlebih dapat memperpendek umur rencana dan meningkatkan nilai VDF kumulatif akibat beban berlebih sebesar 59,483%. Nilai Desain Lalu Lintas diantisipasi akan habis pada tahun ke-7, atau setelah terjadinya penurunan umur rencana sekitar 2,8 tahun dari umur rencana 10 tahun.
- Hasil penelitian Ahlan, Ahmad Et Al (2022) pada *Construction and Material Journal (e-ISSN 2655-9625 Vol 4 No 1)* yang berjudul Analisis Umur Sisa dan Tebal Perkerasan Jalan Tol Akibat Jalan Berlebih menunjukkan bahwa populasi kendaraan muatan berlebih mengakibatkan umur sisa perkerasan sebesar 3,21%.

3. Metodologi Penelitian

Berdasarkan ruang lingkup serta rumusan masalah ditentukan metodologi penelitian sebagaimana dijelaskan pada bagan berikut:



**Gambar 2** Bagan Alir Metode Penelitian

### 3.1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan dimana meliputi membaca dan mencatat; metode pengumpulan data Pustaka; serta mengelola bahan penelitian.

### 3.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan prosedur mengukur ; mengumpulkan; serta menganalisis berbagai tipe informasi menggunakan teknik yang sudah memiliki standar.

### 3.3 Analisis dan Perhitungan

Analisis dan Perhitungan adalah proses pengolahan data yang bertujuan untuk menemukan informasi berguna yang dapat dijadikan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan untuk memecahkan suatu permasalahan

### 3.4. Kesimpulan

Kesimpulan adalah pengambilan keputusan yang diperoleh berdasarkan analisis dan perhitungan.

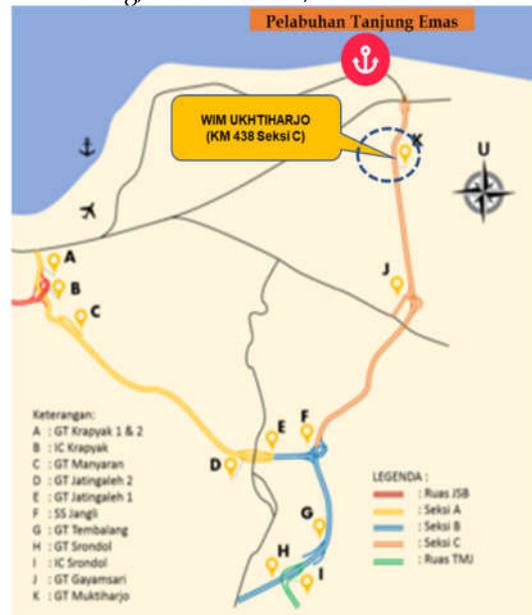
## 4. Hasil dan Pembahasan

Berikut merupakan data umum yang menjadi lingkup studi kasus:

- a. Data Inventarisasi Jalan Tol Semarang ABC:
  - Fungsi : Ruas Nasional – Jalan Tol
  - Status : Jalan Nasional
  - Tipe : 3/3 UD
  - Lebar Lajuru : 3,5 m
  - Panjang : 24.75 km (15,38 mi)
  - Tahun Pembangunan : 1983
- b. Lokasi Alat Ukur WIM Bridge:
 

Lokasi alat ukur terletak pada Ruas Semarang ABC – Seksi C Km 438 untuk dapat mengukur setiap kendaraan besar yang memasuki tol dari pelabuhan Tanjung Emas.

  - Long; Lat: 110.45125; -6.96251



**Gambar 3.** Lokasi WIM – pada ruas Semarang ABC



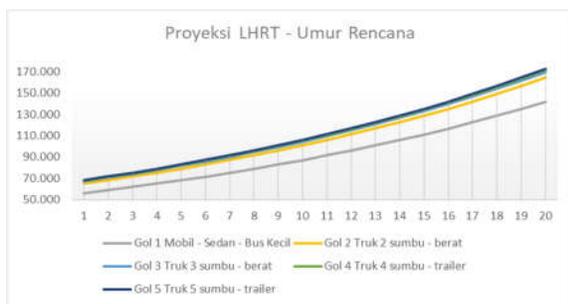
**Gambar 4.** Lokasi WIM – Citra Satelit

- c. Umur Rencana yang digunakan ialah 20 Tahun dengan asumsi perkerasan baru.
- d. Laju pertumbuhan Lalu lintas (i%) yang digunakan sebesar 4,8%.
- e. Dengan menggunakan rumus (1), Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (R) dihitung menjadi 33,07.
- f. Menggunakan Faktor Distribusi Arah (DD) = 0,5.
- g. Berdasarkan ketentuan jumlah lajur satu arah, diperoleh Faktor Distribusi Lajur (DL) sebesar 70%.
- h. Volume Lintas Harian Rata-Rata Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan, merupakan nilai rata-rata jumlah kendaraan per hari dalam kurun waktu setahun serta proyeksi tahunan ditentukan menggunakan asumsi *growth*.

Berdasarkan basis data tahun 2023, diperoleh proyeksi LHRT (Kendaraan/Hari) sampai dengan akhir umur rencana yakni tahun 2024 sebagaimana disampaikan Tabel 5. Lintas Harian Rata Tahunan (Basis Rata 2023) Tabel 5 dan Gambar 5.

**Tabel 5.** Lintas Harian Rata Tahunan (Basis Rata 2023)

No	Jenis Kendaraan	GOL		LHRT 2023 (Base)
		Tol	WIM Class	
Gol 1	Mobil - Sedan - Bus Kecil	1	20, 20,31, 32,33, 41	56.152
Gol 2	Truk 2 sumbu - berat	2	40	8.922
Gol 3	Truk 3 sumbu - berat	3	50,51, 60, 100,56	2.135
Gol 4	Truk 4 sumbu - trailer	4	57,58,61, 101,110, 111	596
Gol 5	Truk 5 sumbu - trailer	5	59,63,70, 71,102, 112	506
<b>Total</b>				<b>68.311</b>



**Gambar 5.** Proyeksi LHRT Umur Rencana

- i. Analisis Beban Kendaraan Rencana vs Beban Kendaraan Aktual  
 Dilakukan perbandingan beban kendaraan rencana yang diperoleh dari pedoman teknis, sebagai berikut:

**Tabel 6.** Analisis Beban Kendaraan Rencana

No	Jenis Kendaraan	Beban Rencana (Izin)						
		Tol	GVW	W1	W2	W3	W4	W5
Gol 1	Mobil - Sedan - Bus Kecil	1						
Gol 2	Truk 2 sumbu - berat	2	16	6	10	0	0	0
Gol 3	Truk 3 sumbu - berat	3	24	6	9	9	0	0
Gol 4	Truk 4 sumbu - trailer	4	34	6	10	9	9	0
Gol 5	Truk 5 sumbu - trailer	5	41	5	6	10	10	10

Sementara untuk dapat mengukur beban kendaraan aktual dilakukan analisis beban kendaraan berdasarkan pengukuran beban dari pembacaan alat WIM Berbasis Jembatan sehingga diperoleh:

**Tabel 7.** Analisis Beban Kendaraan Aktual (Pembacaan WIM)

No	Jenis Kendaraan	Beban Aktual						
		Tol	GVW	W1	W2	W3	W4	W5
Gol 1	Mobil - Sedan - Bus Kecil	1						
Gol 2	Truk 2 sumbu - berat	2	22,14	8,27	13,87			
Gol 3	Truk 3 sumbu - berat	3	29,95	5,87	11,93	12,16		
Gol 4	Truk 4 sumbu - trailer	4	45,98	8,75	11,43	12,15	13,65	
Gol 5	Truk 5 sumbu - trailer	5	46,06	5,08	11,82	9,91	8,89	10,36

Berdasarkan perbandingan Tabel 6 dan Tabel 7 diketahui bahwa terdapat indikasi terdapat populasi kendaraan OL oleh karena itu dilakukan analisis lebih lanjut sehingga diperoleh populasi kendaraan OL terhadap LHRT sebanyak 7,16% berdasarkan pembacaan alat WIM, serta untuk dapat diperoleh gambaran ekstrim terhadap adanya populasi OL maka ditentukan nilai perbandingan dengan populasi kendaraan OL

sebanyak 19%, analisis selengkapnya pada Tabel 8.

Tabel 8 Analisis Populasi Kendaraan *Overload* (OL)

No	GOL		Sampling Populasi		Total Kendaraan	Persentase Aktual OL WIM 5,76 (%)	Persentase Aktual OL Asumption 19 (%)
	Tol		WIM - Normal a	WIM - OL b			
Gol 1	1						
Gol 2	2		45,084	742	45,826	2%	15%
Gol 3	3		22,045	3,689	25,734	14%	20%
Gol 4	4		16,260	986	17,246	6%	20%
Gol 5	5		8,715	210	8,925	2%	20%
Total			92,104	5,627	97,731	5,76%	19%



Gambar 6. Hasil Perhitungan CESAL

g. Perhitungan Umur Rencana Sisa (RI)  
 Berdasarkan data CESAL antara Basis data kendaraan Rencana serta Basis data Aktual (Populasi OL 5,76% dan 19%), dilakukan perhitungan dengan rumus (4) sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

j. Perhitungan Nilai Beban Ekuivalen (VDF)  
 Dilakukan dua perhitungan VDF yakni VDF Rencana dengan basis data Beban Kendaraan Rencana (Tabel 6) serta untuk VDF Aktual dengan populasi kendaraan OL digunakan sebagai basis data Beban Kendaraan Aktual (Tabel 7) kemudian dilakukan perhitungan menggunakan rumus (3), sehingga diperoleh nilai sebagai berikut:

Tabel 9 Analisis Nilai Beban Ekuivalen (VDF)

No	GOL		VDF		%
	Tol		Renc	Aktual	
Gol 1	1				
Gol 2	2		3.7773	21.5126	470%
Gol 3	3		4.4424	10.8103	143%
Gol 4	4		6.7006	28.6301	327%
Gol 5	5		8.7776	19.8720	126%
Average VDF			5.9245	20.2062	241%



Gambar 7. Grafik Proyeksi SisaUmur

Tabel 10. Hasil Perhitungan Sisa Umur dan CESAL

Perbandingan	Renc	Aktual OL 5,76% (WIM)	Aktual OL 19% (Asumsi)	Deviasi	
	a	b	c	d = (b-a)/a	e = (c-a)/a
CESAL (ESAL)	604,261,903	719,409,693	961,113,082	19%	59%
Umur Rencana (Tahun)	20	17	13	-16%	-25%

k. Perhitungan Beban Sumbu Standar (ESAL dan CESAL)

Menggunakan data yang diperoleh dari perhitungan Proyeksi LHRT (Gambar 5) serta perhitungan Nilai Beban Ekuivalen (VDF Rencana-Tabel 6, dan VDF Aktual OL-Tabel 7) sehingga diperoleh nilai sebagai berikut:

### 5. Kesimpulan dan Saran

Hasil analisis menunjukkan bahwa pengaruh populasi beban kendaraan OL sebanyak 5,76% dari total populasi lalin harian tahunan

(LHRT) memiliki dampak penurunan umur rencana perkerasan lentur, dari awal umur rencana 20 tahun menjadi 17 tahun, dan pengaruh populasi beban kendaraan OL sebanyak 15% dari LHRT akan memiliki dampak penurunan umur rencana perkerasan lentur dari awal 20 tahun menjadi 13 Tahun serta peningkatan Faktor Ekuivalen Beban rata-rata atau *Average Vehicle Damage Factor* (VDF) dari kondisi muatan normal sebesar 5,9245 menjadi 20,2062 pada kondisi OL sehingga diperoleh kesimpulan bahwa dengan adanya kendaraan OL memberikan dampak signifikan terhadap penurunan umur rencana sebesar -16% (OL 5,76%) dan -25% (OL 19%) serta rata-rata peningkatan faktor Ekuivalen Beban sebesar 241%.

Sehingga agar perkerasan dapat memenuhi umur rencananya sehingga terwujud program infrastruktur yang optimal dan mantap maka sangat disarankan kepada stakeholder infrastruktur agar memperhatikan pengendalian *tonase* kendaraan yang melintasi ruas jalan yang dikelola.

## 6. Daftar Pustaka

- AASHTO. (1993). *Guide For Design of Pavement Structures*. Washington DC.
- Ahlan, Ahmad Et Al (2022) Analisis Umur Sisa dan Tebal Perkerasan Jalan Tol Akibat Beban Berlebih. Jakarta: Construction and Material Journal Vol 4 No 1 - E ISSN2655-9625.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2019). *Pedoman Teknis Pd 15-2018-B tentang Pengukuran Beban Kendaraan Berlebih dengan Weigh in Motion Bridge (WIM)*. Jakarta: Direktur Jenderal Bina Marga.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2017). *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Jakarta: Direktur Jenderal Bina Marga.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2019). *Petunjuk Teknis Pd 15-2018-B tentang Pengukuran Beban Kendaraan Berlebih dengan Weigh in Motion Bridge (WIM)*. Jakarta: Direktur Jenderal Bina Marga.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2002). *Petunjuk Teknis Pt T-01-2002 B tentang Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur*. Jakarta: Direktur Jenderal Bina Marga.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2020). *Spesifikasi Khusus Jalan Bebas Hambatan dan Jalan Tol*. Jakarta: Direktur Jenderal Bina Marga.
- Peraturan Pemerintah Nomor 15 (2005). *Tentang Jalan Tol beserta perubahannya*. Jakarta: Presiden.
- Saleh, Alfian Et Al (2022). *Analisis Beban Kendaraan Terhadap Umur Rencana Perkerasan Jalan*. Bandung: Jurnal Gradasi Teknik Sipil Vol 6 No 2 - P ISSN No. 2598-9758 E ISSN No. 2598-8581.
- Safira, Putri Et Al (2019). *Analisa Pengaruh Beban Berlebih terhadap Umur Rencana Jalan*. Bandung: Jurnal Sipil Statik Vol 7 No 3 (ISSN 2337-6732).
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 (2009). *Tentang Lalulintas dan Angkutan Jalan*. Jakarta: Presiden.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 (2004). *Tentang Jalan serta perubahannya*. Jakarta: Presiden.