

Dampak Beban Sumbu Kendaraan Berlebih (*Over Dimension Over Loading*) Terhadap Penurunan Umur Layan Perkerasan Jalan Dan Peningkatan Kebutuhan Biaya Pemeliharaan Jalan Tol

Ranna Kurnia

Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia, Dewan Pimpinan Daerah Provinsi Jawa Barat

Email : kurniaranna@gmail.com

Ligar Fitrianingsih*

Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia, Dewan Himpunan Daerah Provinsi Jawa Barat

Email: fitrianingsih2009@gmail.com

Abstrak

Kebijakan Zero ODOL telah dideklarasikan tahun 2023 namun faktanya masih banyak pelanggaran ODOL khususnya di ruas jalan tol. Dampak dari pelanggaran ODOL ini adalah penurunan umur layan perkerasan jalan dan meningkatnya biaya pemeliharaan jalan yang harus di alokasikan oleh Pengelola Jalan Tol. Kajian ini dilakukan untuk mengukur seberapa besar dampak yang terjadi. Analisis data dilakukan dengan membandingkan umur layan perkerasan dan biaya pemeliharaan jalan yang dihasilkan beban faktual dari data Weight in Motion (WIM) dan beban normal kendaraan berdasarkan beban ijin yang ditetapkan oleh Kementerian Perhubungan. Hasil analisis menunjukkan penurunan umur layan yang lebih cepat daripada umur layan yang direncanakan akibat kendaraan ODOL pada ruas jalan tol Jakarta – Bogor – Ciawi, tol JORR E dan tol Padalarang – Cileunyi. Dampak dari penurunan umur layan yang lebih cepat ini adalah kenaikan biaya pemeliharaan jalan sebesar 17.38% untuk ruas tol Jakarta – Bogor – Ciawi, tol JORR E naik 13.59% dan tol Padalarang – Cileunyi naik 10.89% dari biaya normal pemeliharaan jalan.

Kata-kata kunci: ODOL, umur layan perkerasan jalan, biaya pemeliharaan jalan tol

Abstract

The Zero ODOL policy has been declared in 2023, but in fact there are still many ODOL violations, particularly on toll road sections. The impact of these ODOL violations is the reduction in the service life of the road pavement and the increase in maintenance costs that must be allocated by the Toll Road Operators. This study is conducted to measure the extent of the impact. Data analysis was performed by comparing the service life of the pavement and road maintenance costs generated by actual load data from Weight in Motion (WIM) and the normal vehicle load based on the weight limits set by the Ministry of Transportation. The analysis results show a faster reduction in the service life compared to the planned service life due to ODOL vehicles on the toll roads of Jakarta – Bogor – Ciawi, JORR E, and Padalarang – Cileunyi. The impact of this faster reduction in service life is an increase in Toll Road maintenance costs by 17.38% for the Jakarta – Bogor – Ciawi, 13.59% for the JORR E, and 10.89% for the Padalarang – Cileunyi, compared to the normal Toll Road maintenance costs.

Keywords: ODOL, remaining service life of pavement, toll road maintenance costs

1. Pendahuluan

Kendaraan dengan beban sumbu berlebih akibat *Over Dimension dan Over Loading* (ODOL) meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan lalu lintas di jalan tol sebesar 32%, sementara 68% disebabkan oleh faktor lainnya (Oktarinda et al, 2022). Selain meningkatkan risiko kecelakaan lalu lintas, kendaraan ODOL juga menurunkan umur layan perkerasan lebih cepat dari yang direncanakan. Penurunan umur layan lebih cepat terjadi pada kondisi beban berlebih (*overload*) 40% - 100% dari beban ijin (Hadi, 2023). Hal ini disebabkan beban

sumbu kendaraan ODOL menghasilkan nilai daya rusak terhadap perkerasan atau *Vehicle Damage Factor (VDF)* yang lebih besar daripada VDF ijin. Bahkan nilai VDF beban aktual lebih besar dari nilai VDF yang ditetapkan dalam Manual Desain Perkerasan Jalan (Erzag et al, 2023). Selain beban muatan berlebih, kendaraan ODOL akan menurunkan kecepatan arus lalu lintas sehingga beban terhadap perkerasan akan lebih besar (Tjahjono dan Setiawan, 2019). Selain besarnya beban aktual, nilai VDF dihitung menggunakan persamaan eksponensial pangkat 4 (VDF4) atau

* Penulis Korespondensi: fitrianingsih2009@gmail.com

pangkat 5 (VDF5), sehingga peningkatan beban sumbu kendaraan akan sangat mempengaruhi nilai VDF. Besarnya nilai VDF ini faktor yang sangat menentukan penurunan umur rencana jalan (Cahyani et al, 2024).

Walaupun kebijakan *Zero* ODOL telah berlaku di seluruh jalan tol dan non tol Indonesia mulai tahun 2023, namun dalam praktiknya masih banyak kasus ODOL khususnya di jalan tol karena terjadi empat jenis pelanggaran yaitu persyaratan teknis dan laik jalan, pelanggaran terhadap muatan, pelanggaran perizinan, serta pelanggaran rambu dan marka (Febriani et al, 2023). Dampak utama kendaraan ODOL ini adalah peningkatan biaya pemeliharaan jalan akibat kerusakan dini yang ditanggung oleh pengelola jalan tol. Di sisi lain, penyesuaian tarif hanya bisa dilakukan setiap dua tahun sekali berdasarkan laju inflasi sesuai Standar Pelayanan Minimal (SPM) Tol. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi dampak beban sumbu kendaraan ODOL terhadap penurunan umur layan dan kebutuhan biaya pemeliharaan jalan tol. Pada penelitian terdahulu, muatan truk berlebih mencapai 50% mempengaruhi biaya pemeliharaan jalan hingga 2,5 kali terhadap rencana biaya pemeliharaan rutin per tahun dalam rentang waktu masa layan (Saleh et al, 2009). Diharapkan setiap pengelola jalan tol dapat menyesuaikan anggaran pemeliharaan jalan setiap tahun dengan mempertimbangkan beban faktual akibat ODOL sehingga kondisi jalan tol selalu dalam kondisi mantap sesuai umur layan yang direncanakan. Sebagai gambaran, PT Jasamarga (Persero) Tbk sebagai pengelola jalan tol terbesar di Indonesia mengalami peningkatan biaya pemeliharaan jalan sekitar 1,5 triliun rupiah per tahun akibat kendaraan ODOL dimana 40% biaya di alokasikan untuk pemeliharaan Rutin dan 60% untuk Rekonstruksi (Hidayat dan Barus, 2020).

2. Metodologi

Langkah pertama yang dilakukan untuk menganalisis umur layan adalah menghitung nilai VDF dari beban sumbu kendaraan normal (VDF Normal) dan VDF dari beban sumbu kendaraan faktual (VDF Faktual). Beban normal diperoleh dari berat maksimum berdasarkan Jumlah Berat Ijin (JBI) dan Jumlah Berat Kombinasi Ijin (JBKI) Kementerian Perhubungan yang termuat dalam Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 4/SE/M/2019. Beban faktual diperoleh dari hasil pengukuran *Weigh in Motion* (WIM) tahun 2024 di ruas jalan tol diantaranya tol Jakarta – Bogor – Ciawi, tol JORR E dan tol Padalarang – Cileunyi. Ketiga ruas ini dipilih karena proporsi kendaraan berat dan kendaraan ODOL yang cukup tinggi. Perhitungan VDF menggunakan persamaan eksponensial pangkat 4 sebagai berikut:

$$VDF4 = \left(\frac{\text{Beban Sumbu Kendaraan}}{\text{Beban Sumbu Standar}} \right)^4 \quad (1)$$

Keterangan:

VDF4 = *Vehicle Damaged Factor* Pangkat 4

Beban Standar Sumbu Tunggal Roda Tunggal (STRT) = 53 kN

Beban Standar Sumbu Tunggal Roda Ganda (STRG) = 80 kN

Beban Standar Sumbu Tandem Roda Tunggal (STdRT) = 90 kN

Beban Standar Sumbu Tandem Roda Ganda (STdRG) = 135 kN

Beban Standar Sumbu Tridem Roda Ganda (STrRG) = 181 kN

Langkah kedua setelah diperoleh nilai VDF Normal dan VDF Faktual, selanjutnya dilakukan perhitungan jumlah kumulatif beban sumbu standar pada lajur rencana atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESA) dengan persamaan dibawah ini:

$$CESA4 = (\sum LHR \times 365 \times DD \times DL \times VDF4) \quad (2)$$

Keterangan:

CESA4 = *Cumulative Equivalent Single Axle Load* Pangkat 4 (ESA4)

LHR = Lintas Harian Rerata (kendaraan / hari)

DD = Faktor Distribusi Arah

DL = Faktor Distribusi Lajur

VDF4 = *Vehicle Damaged Factor* Pangkat 4

Langkah ketiga adalah menghitung umur layan sisa perkerasan jalan atau *Remaining Life* (RL). Untuk menentukan umur sisa, maka harus ditentukan terlebih dahulu jumlah lalu lintas faktual perkerasan (N_p) dan jumlah lalu lintas perkerasan pada umur yang dapat diharapkan ($N_{1,5}$ = *Total traffic to pavement failure*). Berikut ini persamaan untuk menghitung umur sisa:

$$RL = 100 \left[1 - \left(\frac{N_p}{N_{1,5}} \right) \right] \quad (3)$$

Keterangan:

RL = *Remaining Life* (%)

N_p = *Total Traffic to Date* atau jumlah lalu lintas faktual perkerasan

$N_{1,5}$ = *Total Traffic to Pavement Failure* atau jumlah lalu lintas yang diharapkan

Untuk jalan tol nilai $N_{1,5}$ digunakan $N_{2,5}$ dengan nilai 2,5 adalah yaitu dimana perkerasan berada pada

kondisi kritis. Nilai $N_{1,5}$ dihitung secara mundur (*back calculation*) menggunakan persamaan AASHTO 1993 sesuai dengan tebal dan jenis perkerasan eksisting di masing-masing segmen ruas tol. Berikut ini persamaan AASHTO 1993 untuk segmen perkerasan lentur:

$$\log(W_{18}) = Z_R S_0 + 9,36 \log_{10}(SN_f + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4,2-1,5}\right)}{0,4 + \frac{1094}{(SN_f + 1)^{5,19}}} + 2,32 \log_{10}(M_R) - 8,0 \quad (4)$$

Keterangan:

W_{18} = Perkiraan jumlah sumbu (ESA4)

Z_R = Standar deviasi normal

S_0 = Simpangan baku (untuk perkerasan lentur antara 0,4 sampai 0,5)

SN_f = *Structural Number Future*

ΔPSI = *Present Serviceability Index* (untuk perkerasan lentur jalan arteri $\Delta PSI = 4,2 - 1,5$)

M_R = *Modulus Resilient*

Persamaan AASHTO 1993 untuk segmen perkerasan kaku yaitu sebagai berikut:

$$\log(W_{18}) = Z_R S_0 + 7,35 \log_{10}(D + 1) - 0,06 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4,5-1,5}\right)}{0,4 + \frac{1624}{(D+1)^{8,46}}} + \left(4,22 - 0,32_{pt} \log \frac{SCCA[D^{0,75}-1,132]}{215,63 \left[D^{0,75} - \frac{18,42}{\left(\frac{E_c}{K}\right)^{0,25}}\right]}\right) \quad (5)$$

Keterangan:

W_{18} = Perkiraan jumlah sumbu (ESA4)

Z_R = Standar deviasi normal

S_0 = Simpangan baku (untuk perkerasan kaku 0,34)

SN_f = *Structural Number Future*

ΔPSI = *Present Serviceability Index* (untuk perkerasan kaku jalan arteri $\Delta PSI = 4,5 - 1,5$)

$S'c$ = $\sqrt{0,7(f'c)}$

$f'c$ = kuat tekan beton (diasumsikan beton K-400 dengan $f'c$ minimal 38 MPa)

E = $\sqrt{57,000 f'c}$

Setelah diperoleh umur layan, maka selanjutnya adalah menghitung estimasi biaya pemeliharaan jalan secara makro atau optimum untuk mengembalikan dan menjaga kondisi jalan dalam kondisi mantap. Pemeliharaan jalan tol yang direncanakan berdasarkan Indikator Kinerja

Program (IKP) sesuai Surat Edaran Direktur Bina Teknik Jalan dan Jembatan No.09/Db/BM/2021. Indikator ini digunakan untuk mengukur pemenuhan atas tingkat layanan jaringan jalan (Sowolono, 2023). Bobot IKP yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 60% untuk ketidakraatan jalan, 10% untuk kondisi permukaan perkerasan atau *Pavement Condition Index* (PCI), 15% untuk sisa umur perkerasan dan 15% untuk efektifitas drainase. Rating kondisi jalan yang dihitung berdasarkan keempat kriteria tersebut akan menghasilkan nilai antara 0 sampai dengan 5 dan diperoleh kebutuhan jenis penanganan diantaranya Pemeliharaan Rutin, Pemeliharaan Preventif, Rehabilitasi Minor, Rehabilitasi Mayor dan Rekonstruksi.

Skema perhitungan biaya tidak hanya dilakukan untuk tahun dasar tapi dihitung sampai dengan lima tahun berikutnya dimulai dari tahun 2025 hingga tahun 2029. Oleh karena itu perlu dilakukan prediksi kondisi jalan menggunakan model penurunan kinerja atau *Pavement Deterioration Model*. Pada kajian ini digunakan model penurunan nilai Ketidakraatan atau *International Roughness Index* (IRI) menggunakan model penyederhanaan *Highway Design and Maintenance-III* atau HDM-III (Paterson dan Attah-Okine, 1992). Nilai IRI pada segmen jalan akan mengikuti fungsi penurunan sederhana yang dipengaruhi oleh nilai IRI tahun sebelumnya, umur perkerasan, beban lalu lintas dan jenis kegiatan pemeliharaan (Zukhruf, 2019). Model ini dinilai tepat digunakan untuk jalan tol karena parameter IRI merupakan salah satu kriteria dalam SPM Tol dan pengukuran IRI dilakukan secara rutin setiap tahun sehingga secara histori IRI lengkap. Berikut ini persamaan model IRI HDM III (Jihanny et al, 2018):

$$IRI_n = 1,04e^{0,023n} [IRI_0 + 263(1 + SNC)^5 CSA_n] \quad (6)$$

Keterangan:

IRI_n = Nilai ketidakraatan jalan pada tahun ke-n (m/km)

IRI_0 = Nilai ketidakraatan jalan pada tahun dasar (m/km)

SNC = *Structural Number Capacity*

CSA_n = *Cumulative Equivalent Single Axle Load* tahun ke-n (ESA4)

Untuk menghitung nilai SNC menggunakan persamaan dibawah ini:

$$SNC = \{0,04 \sum (a_i h_i)\} + SN_{sg} \quad (7)$$

Keterangan:

SNC = *Structural Number*

a_i = *Material and Layer Strength Coefficient*

atau koefisien material

h_i = Ketebalan Lapisan (mm)

SN_{sg} = *Subgrade contribution*

Nilai SN_{sg} dihitung menggunakan persamaan dibawah ini (Rolt dan Parkman, 2000):

$$SN_{sg} = 3,51 \log CBR - 0,86 (\log CBR)^2 - 1,4 \quad (8)$$

Keterangan:

SN_{sg} = *Structural Number for Subgrade*

CBR = *California Bearing Ratio of Subgrade* (%)

Persamaan (6), (7) dan (8) digunakan untuk menghitung kenaikan nilai IRI akibat repetisi beban

lalu lintas dan pengaruh lingkungan selama satu tahun. Nilai IRI setelah penganganan atau IRI *After Maintenance* merujuk pada Surat Edaran Direktur Bina Teknik Jalan dan Jembatan No.09/Db/BM/2021 seperti pada **Tabel 1** berikut ini.

Biaya masing-masing penanganan dihitung berdasarkan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) sesuai Spesifikasi Umum Untuk Jalan Bebas Hambatan dan Jalan Tol tahun 2020. Harga satuan penanganan dihitung per 100 meter per lajur dengan lebar lajur 3,6 meter. Biaya dihitung untuk lajur utama L1, L2, L3 (jika ada), L4 (jika ada) dan bahu luar (*Outer Shoulder*) dengan lebar 3 meter masing-masing untuk jalur A dan jalur B. **Tabel 2** berikut adalah hasil perhitungan biaya untuk setiap penanganan.

Tabel 1. Jenis Program Penanganan dan Efek Perubahan IRI Setelah Penanganan

Jenis Penanganan	Perubahan IRI Setelah Penanganan (m/km)				
	< 4.5	4.5 - 6	6 - 8	8 - 12	>12
Rekonstruksi	-	turun ke-3	turun ke-3	turun ke-3	turun ke-3
Rehabilitasi Mayor	turun ke-3	turun ke-3	turun ke-3	turun ke-3	turun ke-3
Rehabilitasi Minor	-	turun ke-3	turun ke-3	turun ke-3	turun ke-3
Pemeliharaan Preventif	detmod				
Pemeliharaan Rutin	detmod	detmod	detmod	detmod	detmod

Sumber: Perencanaan dan Pemrograman Pekerjaan Preservasi Jaringan Jalan, 2021

detmod = *Deterioration Model* (hasil perhitungan sesuai model yang digunakan)

Tabel 2. Biaya Penanganan Jalan per 100 Meter dan per KM per Lajur

Jenis Penanganan	Biaya Per 100 Meter (Rp.)		Biaya Per Km (Rp.)	
	Lentur	Kaku	Lentur	Kaku
Pemeliharaan Rutin	5,587,063	5,587,063	55,870,628	55,870,628
Pemeliharaan Rutin Kondisi	6,983,829	6,983,829	69,838,285	69,838,285
Pemeliharaan Preventif	13,967,657	13,967,657	139,676,571	139,676,571
Rehabilitasi Minor	648,826,606	664,619,777	6,488,266,064	6,646,197,775
Rehabilitasi Mayor	816,644,192	1,363,341,786	8,166,441,918	13,633,417,864
Rekonstruksi	1,072,979,045	1,573,983,585	10,729,790,454	15,739,835,846

Sumber: PT Jasamarga Tollroad Maintenance, 2024

3. Hasil dan Analisis

3.1. Hasil Survei WIM

Dari hasil pengukuran WIM tahun 2024 di rual tol Jakarta – Bogor – Ciawi, tol JORR E dan tol Padalarang – Cileunyi diperoleh dari PT Jasamarga Toll Maintenance. Dari data tersebut diketahui

bahwa beban kendaraan ODOL terjadi pada semua golongan mulai dari Golongan I sampai Golongan V seperti ditunjukkan pada **Gambar 1**. Selain itu, dari data WIM diketahui kelebihan muatan terjadi pada beban 50% sampai dengan 100% dari beban izin (lihat **Gambar 2**).

3.2. Vehicle Damaged Factor (VDF)

Pada **Tabel 3** disajikan data hasil survei WIM yang terbagi menjadi 28 *Sub Class* atau golongan berdasarkan konfigurasi sumbu masing-masing kendaraan. VDF Normal dan VDF Faktual dihitung menggunakan persamaan (1). Beban maksimum yang digunakan per golongan yaitu *Gross Vehicle Weight* (GVW) persentil ke-90. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai VDF Faktual yang jauh lebih besar dari VDF Normal, bahkan pada beberapa golongan > 100. Jika tidak ada pembatasan maupun penindakan terhadap kendaraan ODOL, dikhawatirkan penurunan umur layan akan terjadi semakin cepat. Ruas tol JORR E adalah ruas dengan kelebihan muatan paling tinggi dibandingkan tol Jakarta – Bogor – Ciawi dan tol Padalarang – Cileunyi. Hal ini disebabkan ruas tol JORR E merupakan akses utama dari wilayah Bogor dan Tangerang menuju Pelabuhan Tanjung Priok (Pardede et al, 2025).

3.3. Jumlah Kumulatif Beban Sumbu Standar (CESA4)

Nilai CESA dihitung menggunakan persamaan (2) dan diperoleh perbedaan nilai CESA yang sangat signifikan antara CESA Normal dan CESA Faktual. Kenaikan nilai CESA disebabkan besarnya nilai VDF dari kendaraan - kendaraan ODOL. Pada ruas tol Jakarta – Bogor – Ciawi terjadi kenaikan sebesar 83,87%, tol JORR E naik 73,78% dan tol Padalarang – Cileunyi naik 76,38% (lihat **Gambar 3**).

3.4. Umur sisa perkerasan

Umur sisa perkerasan dihitung diperoleh berdasarkan persamaan (3) dan terbukti beban Faktual menurunkan umur layan jauh lebih cepat dari umur layan yang direncanakan. Contoh penurunan umur layan dapat dilihat pada **Gambar 4**

yang menunjukkan penurunan umur layan di segmen Cililitan - Taman Mini ruas tol Jakarta – Bogor – Ciawi. Umur layan sisa dengan beban Normal diperoleh persamaan regresi linier $Y = -0.0157x + 32.803$ dimana akhir umur layan atau RL = 0% diperkirakan terjadi pada tahun 2111 atau tersisa 86 tahun, sementara umur layan sisa dengan beban Faktual diperoleh persamaan regresi linier $Y = -0.0975x + 198.22$ dan akhir umur layan atau RL = 0% diperkirakan terjadi pada pertengahan tahun 2023 atau tersisa 8 tahun. Hasil umur layan sisa di ruas tol Jakarta – Bogor – Ciawi, tol JORR E dan tol Padalarang – Cileunyi secara lengkap disajikan pada **Tabel 4** dan **Tabel 5**. Berdasarkan hasil perhitungan pada **Tabel 4** dan **Tabel 5**, diketahui umur layan perkerasan ruas tol Jakarta – Bogor – Ciawi rata-rata turun lebih cepat 7,26 kali dari umur layan yang direncanakan, tol JORR E rata-rata turun 5,72 kali lebih cepat dan tol Padalarang – Cileunyi rata-rata turun 4,35 kali lebih cepat.

3.5. Estimasi Kebutuhan Biaya Pemeliharaan Jalan

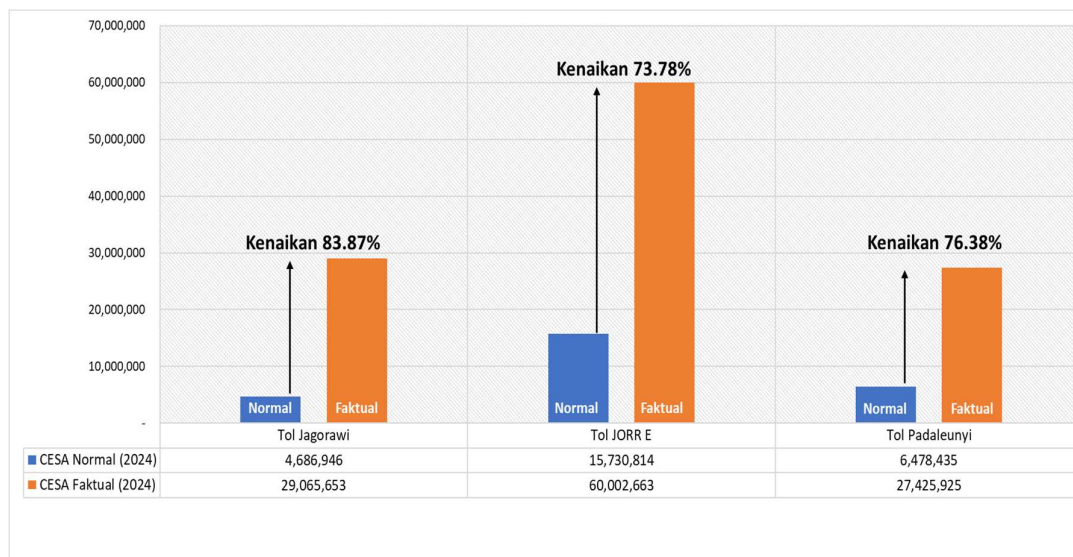
Biaya pemeliharaan jalan tol mulai tahun 2025 sampai dengan 2023 dihitung berdasarkan prediksi kondisi dan jenis penanganan yang dihasilkan oleh *deterioration model* melalui persamaan (6), (7), dan (8). Hasil estimasi biaya untuk ketiga ruas tol ditunjukkan pada Tabel 6. Rincian kenaikan biaya pemeliharaan jalan pada masing-masing ruas tol dapat dilihat pada **Gambar 5**, **Gambar 6** dan **Gambar 7**. Dampak adanya beban ODOL terbukti meningkatkan kebutuhan biaya pemeliharaan jalan menjadi semakin tinggi. Hal ini menjadi tantangan bagi pengelola jalan tol dan seluruh pihak terkait untuk mengupayakan pembatasan dan penindakan kendaraan ODOL sesuai kebijakan Zero ODOL yang telah di deklarasikan tahun 2023.

Tabel 3. Vehicle Damage Factor (VDF) Normal dan VDF Faktual

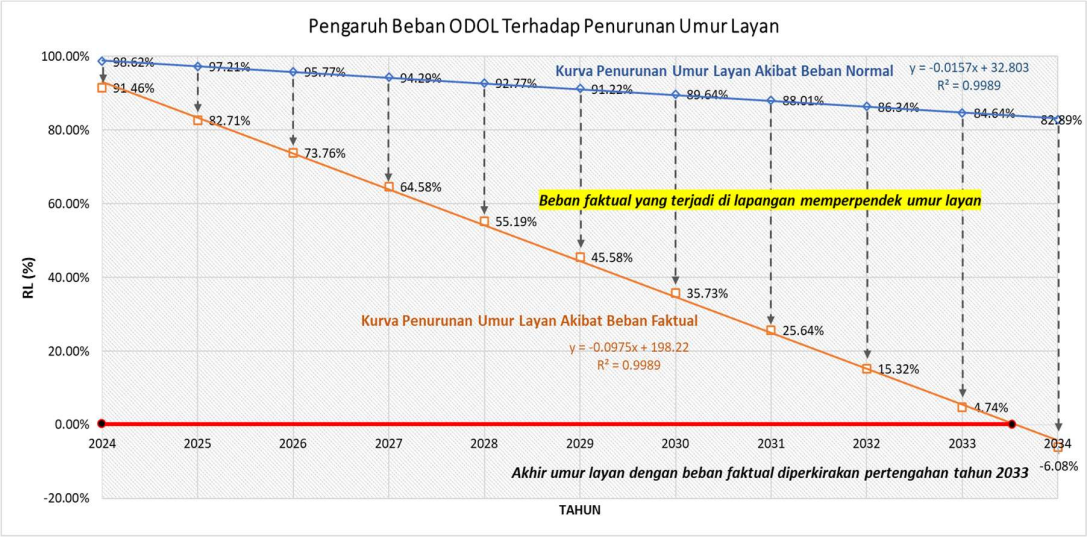
Sub Class	Konfigurasi Sumbu	Gol. Kend.Tol	Gol. Kendaraan Bina Marga	VDF Normal	VDF Faktual Tol Jagorawi	VDF Faktual Tol JORR E	VDF Faktual Tol Padaleunyi
10	1.1	I	1	0.0003	0.0073	0.0002	0.0002
20	1.1	I	2	0.0440	0.2092	0.0038	0.0089
30	1.1	I	3, 4	0.0440	9.2182	0.2583	0.1839
31	1.1-1	I	3	0.0271	8.1989	0.0400	0.0382
32	1.1-11	I	3	0.0192	0.7296	1.4234	0.8981
33	1.1-11	I	3	0.0192	2.6922	6.9511	1.7163
40	1.2	II	6b	3.7771	40.4273	3.6495	2.0014
41	1.2	II	5b	3.7771	17.7409	4.7192	7.2758
50	11.2	III	7a	4.5097	38.4325	2.4347	1.5685

Tabel 3. *Vehicle Damage Factor (VDF) Normal dan VDF Faktual*

Sub Class	Konfigurasi Sumbu	Gol. Kend.Tol	Gol. Kendaran Bina Marga	VDF Normal	VDF Faktual Tol Jagorawi	VDF Faktual Tol JORR E	VDF Faktual Tol Padaleunyi
51	1.22	III	7a	4.4422	59.3809	79.2348	92.8533
56	1.22	III	5b	4.4422	12.2548	26.7603	13.5459
57	1.222	III	7a	4.3781	29.4773	22.7381	13.7258
58	11.22	IV	7a	8.7886	0.0000	26.7638	7.7409
59	11.222	V	7a	6.7449	2.0659	135.8336	47.6349
60	1.2-1	IV	7b	15.4985	9.7902	291.1616	19.7500
61	1.2-2.2	IV	7b	8.2931	6.4093	33.8703	0.8114
62	1.2-22	IV	7b	8.2323	2.3599	9.0971	5.5001
63	1.2-2.22	V	7b	10.4903	14.9917	7.4256	3.0385
70	1.22-2.2	V	7b	10.4903	6.0930	7.7804	44.7404
71	1.22-2.22	V	7b	10.4295	1.8688	188.0760	314.6677
100	1.2-2	V	8	6.0351	19.5921	1.7163	0.6530
101	1.2-22	V	8	6.7001	13.7448	1.5076	0.2445
102	1.1.2.2.2	V	8	20.0145	38.4214	14.2303	13.8728
110	11.2-2	V	8	6.7677	17.1308	104.0125	0.5888
111	1.22-2	V	8	8.2323	0.6471	56.8003	83.1662
112	1.22-22	V	8	10.4295	0.0401	22.7547	1.5976
113	11.2-22	V	8	8.9649	32.2715	263.4151	339.1945
120	1.22-222	V	8	20.4989	0.0000	117.4026	31.1895



Gambar 3. Grafik Persentase Kelebihan Muatan



Gambar 4. Grafik Perbandingan Umur Sisa Beban Normal dan Beban Faktual

Tabel 4 Hasil Perhitungan Umur Sisa Perkerasan Dengan Beban Normal dan Beban Faktual Jalur A

Ruas Tol	Segmen Ruas	Beban Normal Jalur A			Beban Faktual Jalur A		
		Pers. Regresi Linier	RL 0% (Tahun ke-)	Sisa Tahun	Pers. Regresi Linier	RL 0% (Tahun ke-)	Sisa Tahun
Jakarta – Bogor – Ciawi	Cillilitan - Taman Mini	-0.012x + 25.337	2111	86	-0.0746x + 151.92	2036	11
	Taman Mini - JORR	-0.012x + 25.337	2111	86	-0.0746x + 151.92	2036	11
	JORR - Cibubur	-0.0115x + 24.278	2111	86	-0.0713x + 145.35	2039	14
	Cibubur - Cisalak	-0.0141x + 29.514	2093	68	-0.0874x + 177.83	2035	10
Ruas Tol	Cisalak - Cimanggis	-0.0145x + 30.253	2086	61	-0.0897x + 182.41	2034	9
	Cimanggis - Gunung Putri	-0.0122x + 25.733	2109	84	-0.0758x + 154.38	2037	12
	Gunung Putri – Citeureup	-0.0104x + 21.957	2111	86	-0.0642x + 130.97	2040	15
	Citeureup – IPCS	-0.009x + 19.274	2142	117	-0.056x + 114.33	2042	17
	IPCS - Sentul Selatan	-0.0383x + 78.422	2048	23	-0.2373x + 481.13	2028	3
	Sentul Selatan – Bogor	-0.0194x + 40.159	2070	45	-0.12x + 243.84	2032	7
	Bogor - Ciawi / Simpang Gadok	-0.0461x + 94.221	2044	19	-0.2857x + 579.1	2027	2
	JORR E						
JORR E	Ulujami - Pondok Pinang	-0.0337x + 69.144	2052	27	-0.1285x + 260.93	2031	6
	Bambu Apus - Jatiwarna	-0.0337x + 69.144	2052	27	-0.1285x + 260.93	2031	6
	Jatiwarna - Jatiasih	-0.0337x + 69.144	2052	27	-0.1285x + 260.93	2031	6
	Jatiasih - Cikunir	-0.0337x + 69.144	2052	27	-0.1285x + 260.93	2031	6
	Cikunir - Kranji	-0.0337x + 69.144	2052	27	-0.1285x + 260.93	2031	6
	Kranji - Bintara	-0.0337x + 69.144	2052	27	-0.1285x + 260.93	2031	6
	Bintara - Cakung	-0.0823x + 167.57	2036	11	-0.314x + 636.34	2027	2
	Cakung - Rorotan	-0.0823x + 167.57	2036	11	-0.314x + 636.34	2027	2
Padalarang - Cileunyi	Padalarang - Cimahi / Pasteur	-0.02x + 41.457	2073	48	-0.0847x + 172.27	2034	9
	Cimahi / Pasteur - Pasir Koja	-0.02x + 41.424	207	41	-0.0846x + 172.13	2035	10

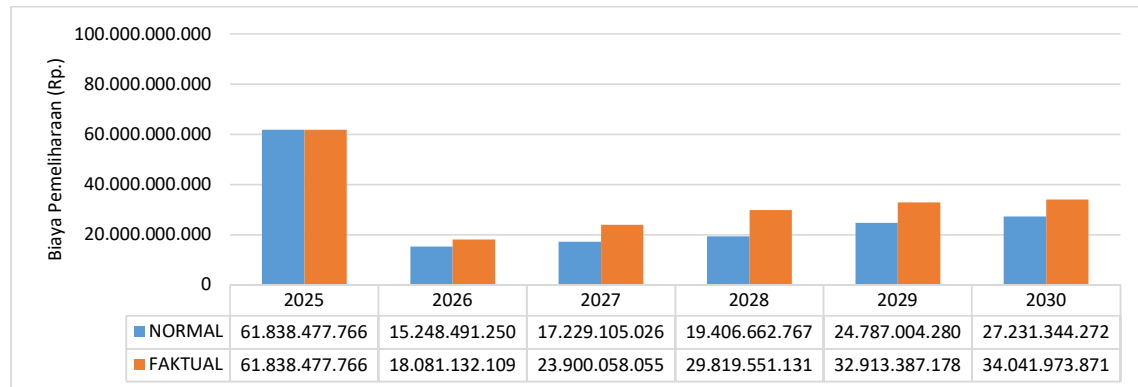
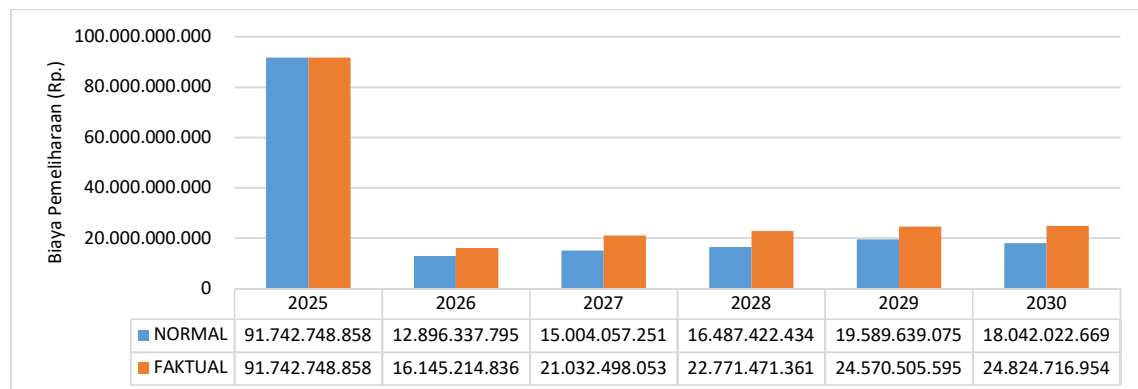
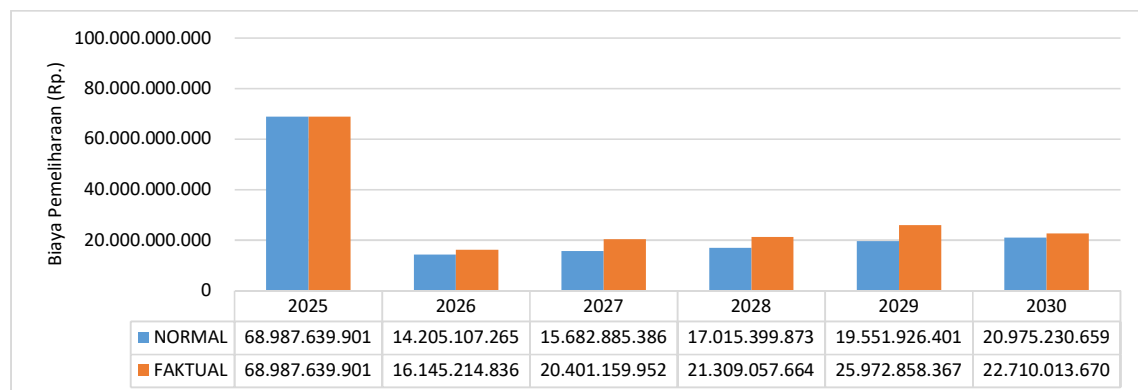
Pasir Koja – Kopo	$-0.0086x + 18.302$	2128	103	$-0.0363x + 74.248$	2051	26
Kopo - Moh Toha	$-0.0081x + 17.416$	2150	125	$-0.0343x + 70.498$	2055	30
Moh Toha - Buah Batu	$-0.0086x + 18.305$	2128	103	$-0.0362x + 74.261$	2051	26
Buah Batu - Cileunyi	$-0.008x + 17.174$	2147	122	$-0.0338x + 69.469$	2055	30

Tabel 5 Hasil Perhitungan Umur Sisa Perkerasan Dengan Beban Normal dan Beban Faktual Jalur B

Ruas Tol	Segmen Ruas	Beban Normal Jalur B			Beban Faktual Jalur B		
		Pers. Regresi Linier	RL 0% (Tahun ke-)	Sisa Tahun	Pers. Regresi Linier	RL 0% (Tahun ke-)	Sisa Tahun
Jakarta - Bogor - Ciawi	Cililitan - Taman Mini	$-0.0157x + 32.803$	2089	64	$-0.0975x + 198.22$	2033	8
	Taman Mini - JORR	$-0.0157x + 32.799$	2089	64	$-0.0975x + 198.2$	2033	8
	JORR - Cibubur	$-0.0157x + 32.799$	2089	64	$-0.0975x + 198.2$	2033	8
	Cibubur - Cisalak	$-0.0115x + 24.301$	2113	88	$-0.0714x + 145.5$	2038	13
	Cisalak - Cimanggis	$-0.0115x + 24.301$	2113	88	$-0.0714x + 145.45$	2037	12
	Cimanggis - Gunung Putri	$-0.0076x + 16.391$	2157	132	$-0.0472x + 96.444$	2043	18
	Gunung Putri – Citeureup	$-0.0105x + 22.239$	2118	93	$-0.0651x + 132.71$	2039	14
	Citeureup – IPCS	$-0.0105x + 22.239$	2118	93	$-0.0651x + 132.71$	2039	14
	IPCS - Sentul Selatan	$-0.0105x + 22.239$	2118	93	$-0.0651x + 132.71$	2039	14
	Sentul Selatan – Bogor	$-0.012x + 25.354$	2113	88	$-0.0746x + 152.03$	2038	13
JORR E	Bogor - Ciawi / Simpang Gadok	$0.0139x + 29.037$	2089	64	$-0.0859x + 174.87$	2036	11
	Ulujami - Pondok Pinang	$-0.0322x + 66.204$	2056	31	$-0.1229x + 249.71$	2032	7
	Bambu Apus - Jatiwarna	$-0.0556X + 113.4$	2040	15	$-0.2119X + 429.72$	2028	3
	Jatiwarna - Jatiasih	$-0.0556X + 113.4$	2040	15	$-0.2119X + 429.72$	2028	3
	Jatiasih - Cikunir	$-0.0828x + 168.56$	2036	11	$-0.3159x + 640.14$	2026	1
	Cikunir - Kranji	$-0.0828x + 168.56$	2036	11	$-0.3159x + 640.14$	2026	1
	Kranji - Bintara	$-0.08X + 162.87$	2036	11	$-0.3052X + 618.43$	2026	1
	Bintara - Cakung	$-0.047X + 96.169$	2046	21	$-0.1794X + 364.01$	2029	4
Padalarang - Cileunyi	Cakung - Rorotan	$-0.047X + 96.169$	2046	21	$-0.1794X + 364.01$	2029	4
	Padalarang - Cimahi / Pasteur	$-0.0071X + 15.343$	2161	136	$-0.03X + 61.719$	2057	32
	Cimahi / Pasteur - Pasir Koja	$-0.0087X + 18.582$	2136	111	$-0.0368X + 75.431$	2050	25
	Pasir Koja – Kopo	$-0.0087X + 18.582$	2136	111	$-0.0368X + 75.431$	2050	25
	Kopo - Moh Toha	$-0.0086X + 18.405$	2140	115	$-0.0364X + 74.683$	2052	27
	Moh Toha - Buah Batu	$-0.0086X + 18.405$	2140	115	$-0.0364X + 74.683$	2052	27
	Buah Batu - Cileunyi	$-0.0075X + 16.156$	2154	129	$-0.0317X + 65.163$	2056	31

Tabel 6 Hasil Estimasi Biaya Pemeliharaan Dengan Beban Normal dan Beban Faktual

Biaya Pemeliharaan Jalan Tahun 2025 s.d. 2030	Tol Jakarta - Bogor - Ciawi	Tol JORR E	Tol Padalarang - Cileunyi
Biaya Pemeliharaan Tanpa Overload atau Beban Normal (Rp.)	165,741,085,361	173,762,228,083	156,418,189,485
Biaya Pemeliharaan Memperhitungkan ODOL atau Beban Faktual (Rp.)	200,594,580,109	201,087,155,657	175,525,944,390
Peningkatan Biaya (Rp.)	34,853,494,748	27,324,927,574	19,107,754,905
Persentase Peningkatan Biaya (%)	17.38	13.59	10.89

**Gambar 5 Grafik Perbandingan Biaya Pemeliharaan Jalan Dengan Beban Normal dan Beban Faktual Jalan Tol Jakarta – Bogor – Ciawi****Gambar 6 Grafik Perbandingan Biaya Pemeliharaan Jalan Dengan Beban Normal dan Beban Faktual Jalan Tol JORR E**

Gambar 7 Grafik Perbandingan Biaya Pemeliharaan Jalan Dengan Beban Normal dan Beban Faktual Jalan Tol Padalarang – Cileunyi

4. Kesimpulan

Dari hasil analisis Dampak Beban Berlebih (ODOL) Terhadap Penurunan Umur Layan Perkerasan dan Peningkatan Kebutuhan Biaya Pemeliharaan Jalan Tol, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Kendaraan ODOL terbukti mengurangi umur layan perkerasan jalan tol dengan sangat signifikan. Hal ini disebabkan kelebihan muatan di jalan tol terjadi pada seluruh golongan kendaraan mulai dari Golongan I sampai dengan Golongan V.
2. Dari hasil survei WIM pada ruas Tol Jakarta-Bogor – Ciawi, Tol JORR E dan Tol Padalarang Cileunyi diketahui beban sumbu kendaraan ODOL naik bahkan sampai puluhan kali lipat dari beban ijin yang ditetapkan oleh Kementerian Perhubungan.
3. Dampak dari kendaraan ODOL adalah terjadi peningkatan biaya pemeliharaan jalan tol diatas 10% dari biaya normal untuk tahun 2025 sampai dengan tahun 2030. Hal ini perlu di antisipasi dan sekaligus menjadi tantangan pengelola jalan tol untuk membatasi dan mengurangi jumlah kendaraan ODOL.

4.1. Saran

Dalam upaya membatasi dan melakukan tindakan penertiban kendaraan ODOL, disarankan memasang alat WIM tambahan di beberapa ruas seperti tol Jakarta – Cikampek, tol Jakarta – Tangerang dan ruas jalan tol dengan lalu lintas berat lainnya. Alat WIM tidak hanya difungsikan untuk mengukur beban sumbu kendaraan namun juga dapat digunakan sebagai sistem peringatan dini dan sistem deteksi e-Tilang. Pada penelitian selanjutnya disarankan melakukan kajian penyesuaian tarif tol dengan mempertimbangkan dampak kendaraan ODOL.

Daftar Pustaka

Anugrah, D. (2011). Mnalisis biaya rehabilitasi dan pemeliharaan jalan akibat muatan lebih (Ruas Jalan Puding Besar–Kota Waringin Kabupaten Bangka) (Doctoral dissertation, UNS (Sebelas Maret University)).

Asie, H., Dwimawanti, I. H., Astuti, R. S., & Afrizal, T. (2022). Advokasi kebijakan zero overloading angkutan barang di kabupaten lamandau. *Perspektif*, 11(3), 1050-1060.

Cahyani, N. K. A. G., Sumanjaya, A. A. G., & Aryastana, P. (2024). Penilaian Konsekuensi Beban Lalu Lintas Terhadap Pengurangan

Umur Rencana Jalan. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, 10(2), 189-202.

Erzag, A. N., Sentosa, L., & Putra, B. H. R. (2023). Perbandingan VDF Jembatan Timbang Tanjung Balik Terhadap VDF MDPJ 2017 Berdasarkan Beban Aktual. *Cantilever: Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 12(2), 103-110.

Febriani, S. P., & Mintarsih, M. (2023). Penegakan Hukum Dalam Kebijakan Zero Overdimension dan Overloading Terhadap Pengangkutan Barang: Law Enforcement in Zero Over Dimension and Over Loading Policy for Transportation of Goods. *Reformasi Hukum*, 27(1), 42-50.

Hadi, M. A. (2023). Identifikasi Kerentanan Kinerja Perkerasan Jalan Terhadap Aktivitas Overload Kendaraan Menggunakan Program KENPAVE. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, 9(2), 95-104.

Hidayat, A. I., & Barus, R. (2020). Analysis of The Effects of Overloading on The Age of The Toll Road Case Study Tangerang-Merak Km 72 S/D Km 77. *Neutron*, 20(01), 72-80.

Jihanny, J., Subagio, B. S., & Hariyadi, E. S. (2018). The analysis of overloaded trucks in indonesia based on weigh in motion data (east of sumatera national road case study). In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 147, p. 02006). EDP Sciences.

Oktarinda, E., Prihutomo, N. B., & Maulani, E. O. (2022). Analisis Pengaruh Kendaraan Odol Terhadap Tingkat Kecelakaan Di Jalan Tol. *Construction and Material Journal*, 4(1), 49-57.

Pardede, J. P., Putranto, L. S., & Aji, R. B. (2025). Road Pavement Repair Methods to Achieve SDG9: Due to the Impact of Overloading Vehicles on Jorr E Toll Road. *Journal of Lifestyle and SDGs Review*, 5(1), e04171-e04171.

Paterson, W., & Attoh-Okine, B. (1992). Summary models of paved road deterioration based on HDM-III. *Transportation Research Record*, (1344).

Rolt, J., & Parkman, C. C. (2000). Characterisation of Pavement Strength in HDM III and changes adopted for HDM-4. In *10th International Conference of the Road Engineering Association of Asia and Australia*.

- Saleh, S. M., Tamin, O. Z., Sjafruddin, A., & Frazila, R. B. (2009). Pengaruh muatan truk berlebih terhadap biaya pemeliharaan jalan. *Jurnal Transportasi*, 9(1).
- Sowolino, B. O. (2023). Penentuan bobot komponen indikator kinerja Program Kondisi Jalan Nasional (Doctoral dissertation, Program Studi Teknik Sipil Program Doktor Fakultas Teknik-UNPAR)
- Tjahjono, T., & Setiawan, D. (2019). Dampak Kendaraan Overloading Terhadap Kinerja Lalu Lintas Jalan Tol Jakarta-Cikampek. Depok, sn.
- Zukhruf, F., Frazila, R. B., Burhani, J. T., & Ag, R. A. S. (2019). Pengembangan Model Optimasi Pemeliharaan Jalan Tahun Jamak dengan Batasan Anggaran

