

Analisis pengaruh beban berlebih truk *colt diesel double* terhadap umur jalan studi kasus Jalan Kartini (*bypass Klaten*)

Ramadhan Saifullah Imam Safari¹, Faizul Chasanah^{1,*}

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia

Article Info

Available online

Keywords:

AASHTO 1993
Colt Diesel Double (CDD)
Equivalent Single Axle Load (ESAL)
Flexible pavement
Klaten bypass road
Overloading
Vehicle Damage Factor (VDF)

Corresponding Author:

Faizul Chasanah
faizul_chasanah@uii.ac.id

Abstract

The increasing number of overloaded freight vehicles has become one of the major factors accelerating pavement deterioration on national roads in Indonesia. This study aims to analyze the impact of overloaded Colt Diesel Double (CDD) trucks on the service life of flexible pavement along Jalan Kartini (Bypass Klaten). The analysis was conducted using the American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) 1993 pavement design method. Data used in this study included pavement structure data, traffic volume data, road condition data, and vehicle weighing data collected from July to September 2025. A total of 127 CDD trucks were sampled using a simple random sampling method. The results showed that 85% of the observed vehicles were operating with loads exceeding the legal limit. The Vehicle Damage Factor (VDF) increased significantly from 0.266 under normal loading conditions to 3.12 under overloaded conditions, indicating that overloaded vehicles generate pavement damage approximately 11.7 times greater than normal vehicles. Furthermore, the annual Equivalent Single Axle Load (ESAL) increased from 82,750 ESA/year under normal conditions to 970,258 ESA/year under overloaded conditions. Based on the AASHTO 1993 analysis, the effective pavement service life decreased from the planned design life of 20 years to approximately 17 years, resulting in a service life reduction of 3 years. These findings demonstrate that overloaded freight transportation significantly contributes to the accelerated structural deterioration of road pavements and highlights the importance of stricter load control and road maintenance policies.

Copyright © 2026 Universitas Islam Indonesia
All rights reserved

Pendahuluan

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (UU No. 38 Tahun 2004). Beriringan dengan jumlah penduduk Indonesia yang semakin

bertambah setiap tahunnya dan semakin bertambahnya jumlah kendaraan, maka kebutuhan sarana transportasi jalan raya sangat besar. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan konstruksi jalan yang optimal dan memenuhi syarat teknis menurut fungsi, volume maupun sifat lalu lintas sehingga pembangunan tersebut dapat berguna maksimal bagi perkembangan daerah sekitarnya.

Pada dasarnya jalan akan mengalami penurunan kualitas strukturalnya 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 di perbaiki (*overlay*). Hasil penelitian Hadi (2023) dan Pebriana (2021) mengemukakan bahwa penyebab utama kerusakan jalan adalah dari beban kendaraan yang melebihi ketentuan (*overloading*).

Beban berlebih (*overloading*) adalah jumlah berat muatan kendaraan angkutan penumpang, mobil barang, kendaraan khusus, truk gandengan dan truk trailer yang diangkut melebihi dari jumlah yang di ijinakan (JBI) atau muatan sumbu terberat (MST) melebihi kemampuan kelas jalan yang ditetapkan (UU No 22 Tahun 2009). Sedangkan umur rencana perkerasan jalan adalah jumlah repitisi beban lalu lintas dalam satuan *Equivalent Standard Axle Load* (ESAL) yang dapat dilayani jalan sebelum terjadi kerusakan struktural pada lapisan perkerasan.

Jalan Kartini (*Bypass* Klaten) merupakan jalan Nasional yang berfungsi sebagai jalur penghubung utama antar-kabupaten dan provinsi, yaitu menghubungkan Kabupaten Klaten dengan wilayah di sekitarnya seperti Sukoharjo dan Yogyakarta melalui jalan nasional Yogyakarta–Solo. Jalur ini dibangun untuk mengalihkan arus kendaraan berat dan kendaraan antar-kota dari pusat Kota Klaten, sehingga secara fungsi tidak hanya melayani lalu lintas lokal, tapi lalu lintas regional. Kondisi Jalan Kartini (*Bypass* Klaten) saat ini banyak terjadi aspal mengelupas dan jalan bergelombang akibat aktifitas *overloading*.

Hadi (2023) melakukan penelitian mengenai identifikasi kerentanan kinerja perkerasan jalan terhadap aktivitas kendaraan overload menggunakan program KENPAVE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beban berlebih menyebabkan peningkatan regangan pada lapisan

perkerasan yang berdampak pada percepatan terjadinya retak lelah (*fatigue cracking*) dan deformasi permanen (*rutting*). Semakin besar tingkat overload kendaraan, semakin menurun kemampuan perkerasan dalam menahan repetisi beban, sehingga umur pelayanan jalan berkurang secara signifikan. Penelitian ini menegaskan bahwa kendaraan overload merupakan salah satu faktor utama yang mempercepat kerusakan struktural perkerasan dan menurunkan kinerja jalan sebelum mencapai umur rencana.

Iqbal dan Kushari (2021) melakukan penelitian mengenai evaluasi kerusakan dini lapis tambah dan umur sisa perkerasan pada Ruas Jalan Diponegoro (*Bypass*) Klaten–Solo menggunakan metode AASHTO 1993. Berdasarkan data LHR dan beban kendaraan, hasil penelitian menunjukkan bahwa kerusakan dominan yang terjadi adalah alur (*rutting*) akibat muatan berlebih yang meningkatkan nilai *VDF* pada beberapa golongan kendaraan. Kondisi *overload* menyebabkan penurunan umur layan jalan secara signifikan, dari 51,28% pada kondisi normal menjadi - 7,268% pada tahun 2021. Hasil tersebut menunjukkan bahwa beban berlebih menjadi faktor utama percepatan kerusakan perkerasan, sehingga diperlukan pengendalian muatan kendaraan, pemeliharaan berkala, dan perencanaan struktur perkerasan yang sesuai dengan kondisi lalu lintas aktual.

Irwan dan Wiyono (2019) meneliti pengaruh beban berlebih (*overload*) terhadap umur pelayanan perkerasan pada Ruas Jalan Dumai–Sepahat menggunakan *Nottingham Design Method*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *overload* sebesar 9%, 18%, 27%, dan 36% di atas beban gandar standar menyebabkan penurunan umur pelayanan jalan pada kondisi *fatigue* masing-masing sebesar 40,8%, 63,7%, 76,7%, dan 84,85%. Pada kondisi deformasi, penurunan umur pelayanan berturut-turut sebesar 25,5%, 43,3%, 55,55%, dan 65,11%. Hasil tersebut

menunjukkan bahwa semakin besar tingkat *overload*, semakin besar pula penurunan umur pelayanan perkerasan jalan.

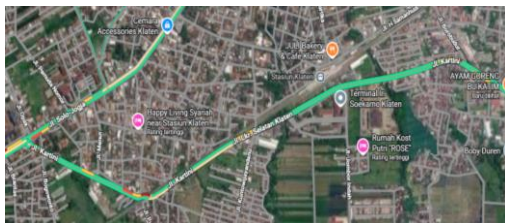
Tujuan penelitian ini Adalah :

1. Mengidentifikasi karakteristik operasional truk CDD yang membawa muatan berlebih di sepanjang ruas Jalan Kartini (*Bypass Klaten*).
2. Menganalisis dampak beban kendaraan berlebih (*overloading*) terhadap umur rencana perkerasan jalan dengan metode AASHTO 1993.
3. Memberikan rekomendasi teknis dan kebijakan pengendalian muatan kendaraan serta strategi pemeliharaan jalan secara efektif.

Metodologi

Lokasi penelitian

Lokasi penelitian dalam studi kasus ini adalah jalan Kartini Klaten (*Bypass Klaten*). Jalan ini memiliki lebar total 7 meter, dengan rincian 5 meter badan jalan dan 1 meter pada setiap sisi adalah bahu jalan, jalan ini bertipe 2 jalur 2 arah tanpa median jalan.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Data penelitian

Adapun data penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah:

- a. Data geometri jalan
- b. Foto berat kendaraan (jembatan timbang)
- c. Data kondisi perkerasan jalan
- d. Data beban berlebih kendaraan
- e. Data LHR 2022,2023,2024
- f. Data struktur perkerasan jalan
- g. Metode Analisa Data

Analisa data diawali dengan mencari tebal perkerasan jalan. Data perkerasan jalan didapatkan melalui wawancara dengan staff

DPU kabupaten Klaten, diketahui tebal perkerasan sebagai berikut.

<i>AC - BC</i>	4 cm
<i>AC - Base</i>	6 cm
<i>LPA Kelas A</i>	20 cm
<i>Subgrade</i>	30 cm

Gambar 2. Tebal perkerasan

Diketahui :

LHR tahun 2022 adalah 67754.

LHR tahun 2023 adalah 71686.

LHR tahun 2024 adalah 7926.

Pertumbuhan lalu lintas rata rata adalah 8,20%.

Periode survei yang bertepatan dengan musim panen tebu (Juli–September) menjadikan truk pengangkut tebu sebagai objek utama pengamatan dalam penelitian ini. Metode pengambilan data menggunakan metode simple random sampling, dimana dalam sehari truk pengangkut tebu yang melewati Jalan Kartini (*Bypass Klaten*) adalah 100 hingga 120 unit, kemudian diambil rata rata menjadi 127 unit sampel penelitian. Pengambilan sampel dilaksanakan pada malam hari, dengan pertimbangan faktor bahwa pengemudi truk CDD yang membawa muatan melebihi kapasitas cenderung beroperasi pada waktu malam untuk menghindari pengawasan pihak berwajib dan untuk menjaga suhu ban agar tidak panas.

Berdasarkan hasil survei, sebagian besar truk pengangkut tebu yang menjadi sampel penelitian berasal dari wilayah Sragen, Karanganyar, dan Klaten. Komoditas tebu tersebut diangkut menuju Pabrik Gula (PG) Madukismo, Yogyakarta. Diketahui jumlah sampel CDD adalah 127 unit, kendaraan yang mengalami *overload* berjumlah 108 unit dan CDD yang tidak mengalami *overload* berjumlah 19 unit, maka presentase kendaraan *overload* adalah 85% dari jumlah kendaraan sampel yang ada.

Tabel 1. Data Kendaraan yang Disurvey

Parameter Operasional	Kondisi Standar (Normal)	Kondisi Aktual (Overload Maksimum)	Keterangan
Jumlah Sampel Kendaraan	-	-	127 Unit (100%)
Kendaraan Patuh Beban	19 Unit	-	15% dari total sampel
Kendaraan Beban Berlebih	-	108 Unit	85% dari total sampel
Berat Total Truk + Muatan	8,5 Ton	17,7 Ton	Peningkatan beban sebesar 108,2%

Ditulis di dalam laman warensix.com Truk yang berjenis CDD biasanya memiliki memiliki 2 sumbu dan 6 roda, dengan konfigurasi 2 – 4 (2 ban depan dan 4 ban belakang). Istilah “double” sendiri merujuk pada ban belakangnya yang masing-masing menggunakan 2 ban di sisi kiri dan kanan. Kendaraan berjenis ini umumnya memiliki dimensi panjang 5,5 meter dan lebar 1,95 meter. Jumlah muatan yang mampu diangkut oleh truk CDD sendiri maksimal berkisar antara 6 ton dan volume berkisar antara 4-8 meter kubik.

Hasil dan Pembahasan

Pengolahan data dengan metode AASTHO 1993

Langkah langkah yang dilakukan untuk menganalisis dampak kerusakan jalan dengan metode AASHTO 1993 adalah :

1. Menentukan Nilai *Structural Number* (SN)

Tebal perkerasan D1 D2 D3 didapatkan dari wawancara dengan narasumber staff DPU Klaten tahun 2025,lalu di dicantumkan dalam Tabel 5.3 sebagai berikut.

D1= 10 cm = 3,94 inch

D2= 20 cm = 7,87 inch

D3= 30 cm = 11,81 inch

Koefisien drainase m_2 dan m_3 didapatkan adalah sebagai berikut :

$m_1=1$

$m_2= 1$

$m_3= 1$

Koefisien lapis perkerasan m_2 dan m_3 didapatkan dari Tabel 3.3 dengan data

yang terdapat pada Tabel 5.3 sebagai berikut:

$a_1= 0,40$

$a_2= 0,14$

$a_3= 0,12$

Berdasarkan data diatas, maka nilai SN dapat dihitung sebagai berikut :

$SN= a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$

$SN= 4,095 = 4,1.$

2. Menentukan Nilai Indeks Pelayanan (Po dan Pt)

Nilai *serviceability* untuk menentukan tingkat pelayanan fungsional dari sistem sebuah perkerasan jalan. Tingkat pelayanan menggunakan parameter *present serviceability index* dengan nilai Po dan Pt diketahui melalui:

a. Nilai (Po) = 4,0

b. Nilai (Pt) = 2,0

c. Nilai (Pf) = 1,5

Menurut AASTHO (1993) nilai kemampuan pelayanan awal (Po) untuk perkerasan lentur yaitu 4,2. Nilai indeks pelayanan akhir (Pt) ditentukan berdasarkan fungsi jalan tersebut, maka (Pt) untuk perkerasan lentur jalan Kartini (*bypass*) adalah 2,0. Karena jalan Klaten (*bypass*) adalah jalan raya utama.

3. Mencari *Vehicle Damage Factor* (VDF) normal.

Angka daya rusak kendaraan atau (VDF) dipakai untuk membandingkan besarnya daya rusak kendaraan pada saat kondisi normal dengan kendaraan pada saat (*overload*) atau mengalami beban berlebih. Contoh perhitungan VDF

kondisi kendaraan dengan beban normal direpresentasikan menggunakan golongan 6a dan dihitung menggunakan Persamaan 3.5 sampai dengan Persamaan 3.8.

Diketahui :

DD : 0,5

DL : 1 karena jalan arteri

g : 8,20%

n : 20 tahun

R : $\frac{(1+g)^n - 1}{g}$

R : 46,71

Truk CDD beban standar (Truk + Muatan) = 8,5 ton

8,5 ton = 18,74 kip

34% dari 18,74 = 6,37 kip

66% dari 18,74 = 12,37 kip

a. Menghitung nilai G_t

$$G_t = \log \left(\frac{4,2 - P_t}{4,2 - 1,5} \right)$$

$$G_t = -0,201$$

Jadi, nilai G_t yang digunakan adalah -0,201.

b. Menghitung nilai β_{18}

$$\beta_{18} = 0,40 + \frac{0,081(18 + 1)^{3,23}}{(SN + 1)^{5,19}}$$

$$\beta_{18} = 0,641$$

c. Menghitung nilai β_x depan

$$\beta_x \text{ depan} = 0,40 + \frac{0,081(6,37 + 1)^{3,23}}{(SN + 1)^{5,19}}$$

$$\beta_x \text{ depan} = 0,4115$$

d. Menghitung nilai β_x belakang

$$\beta_x \text{ belakang} = 0,40 + \frac{0,081(12,37 + 1)^{3,23}}{(SN + 1)^{5,19}}$$

$$\beta_x \text{ belakang} = 0,480$$

e. Menghitung nilai VDF normal

1) Menghitung LEF gandar depan

$$\frac{W_x}{W_{18}} =$$

$$\left[\frac{L_x + L_{25}}{L_{18} + L_{2x}} \right]^{4,79} \left[\frac{\frac{G}{10\beta_{18}}}{\frac{G}{10\beta_x}} \right] [l_{2x}]^{4,33}$$

$$\frac{W_x}{W_{18}} = (0,3879)^{4,79} \times 1,494 \times 1$$

$$LEF = 0,023$$

2) Menghitung LEF gandar belakang

$$\frac{W_x}{W_{18}} =$$

$$\left[\frac{L_x + L_{25}}{L_{18} + L_{2x}} \right]^{4,79} \left[\frac{\frac{G}{10\beta_{18}}}{\frac{G}{10\beta_x}} \right] [l_{2x}]^{4,33}$$

$$\frac{W_x}{W_{18}} = (0,7037)^{4,79} \times 1,274 \times 1$$

$$LEF = 0,243$$

$$VDF = \sum LEF$$

$$VDF = 0,243$$

LEF gandar depan

+ LEF gandar belakang

$$VDF = 0,023 + 0,243$$

$$VDF = 0,266$$

4. Mencari VDF Overload.

Dengan menggunakan data beban dengan data CDD yang melewati jalan Kartini sebanyak 127 unit. CDD yang bermuatan paling berat adalah dengan berat total yang tercatat adalah 17,7 ton.

Diketahui :

Truk CDD beban *Overload*

(Truk + Muatan) = 17,7 ton

17,7 ton = 39,02 kip

34% dari 39,02 = 13,27 kip

66% dari 39,02 = 25,75 kip

a. Menghitung nilai β_x depan

β_x depan

$$= 0,40 + \frac{0,081(13,27 + 1)^{3,23}}{(SN + 1)^{5,19}}$$

$$\beta_x \text{ depan} = 0,488$$

b. Menghitung nilai β_x belakang

β_x belakang

$$= 0,40 + \frac{0,081(25,27 + 1)^{3,23}}{(SN + 1)^{5,19}}$$

$$\beta_x \text{ belakang} = 1,066$$

c. Menghitung nilai VDF *overload*

d. Menghitung LEF gandar depan

$$\frac{W_x}{W_{18}} =$$

$$\left[\frac{L_x + L_{25}}{L_{18} + L_{2x}} \right]^{4,79} \left[\frac{\frac{G}{10\beta_{18}}}{\frac{G}{10\beta_x}} \right] [l_{2x}]^{4,33}$$

$$\frac{W_x}{W_{18}} = (0,7514)^{4,79} \times 1,254 \times 1$$

$$LEF = 0,315$$

- e. Menghitung LEF gandar belakang

$$\frac{W_x}{W_{18}} = \left[\frac{L_x + L_{25}}{L_{18} + L_{2x}} \right]^{4,79} \left[\frac{10^{\frac{G}{\beta_{18}}}}{10^{\frac{G}{\beta_x}}} \right] [l_{2x}]^{4,33}$$

$$\frac{W_x}{W_{18}} = (1,383)^{4,79} \times 0,750 \times 1$$

$$LEF = 2,80$$

$$VDF = \sum LEF$$

$$VDF = LEF \text{ gandar depan} + LEF \text{ gandar belakang}$$

$$VDF = 0,315 + 2,80$$

$$VDF = 3,12$$

$$\text{Diketahui } VDF \text{ normal} = 0,266$$

$$\text{sementara } VDF \text{ overload} = 3,12.$$

Hasil ini berbeda 11.7 kali lipat karena *overload* membuat beban gandar terutama yang belakang menjadi naik drastis dengan faktor pangkat 4,79. Jadi apabila 1 truk bermuatan *overload* melintas sama dengan 3 truk standar yang melintas.

- 1) Mencari akumulasi repetisi beban standar (W_{18}) normal

Dalam mencari angka akumulasi repetisi beban standar kondisi normal ini direpresentasikan menggunakan data LHR golongan 6a ditahun 2022. Hal ini dibuat karena Jalan Kartini (*Bypass* Klaten) dilakukan overlay pada 2022, contoh perhitungan akumulasi repetisi beban standar menggunakan persamaan yang diuraikan di bawah.

$$ESAL = LHR \times VDF \times 365 \times DD \times DL$$

$$ESAL = 1704 \times 0,266 \times 365 \times 0,5 \times 1,0$$

$$ESAL = 82.750 \text{ ESA/Tahun}$$

- 2) Mencari akumulasi repetisi beban (W_{18}) *Overload*.

Dalam mencari angka akumulasi repetisi beban standar kondisi normal ini direpresentasikan menggunakan data pada

kendaraan golongan 6a di tahun 2022. Contoh perhitungan akumulasi repetisi beban standar menggunakan persamaan yang diuraikan di bawah ini.

$$ESAL = LHR \times VDF \times 365 \times DD \times DL$$

$$ESAL = 1704 \times 3,12 \times 365 \times 0,5 \times 1$$

$$ESAL = 970.258 \text{ ESA/Tahun}$$

- 3) Mencari umur efektif jalan

Dalam mencari umur efektif jalan dilakukan perhitungan dengan menggunakan w_{18} golongan kendaraan 6a, baik dengan kondisi normal maupun kondisi *overload*. Adapun perhitungan umur efektif jalan adalah sebagai berikut.

Rumus :

$$\text{Umur Efektif} =$$

$$\frac{w_{18 \text{ normal}}}{w_{18 \text{ overload}}} \times \text{umur rencana}$$

$$\text{Umur Efektif} = \frac{82.720}{970.258} \times 20 \text{ tahun}$$

$$\text{Umur Efektif} = 0,853 \times 20$$

$$\text{Umur efektif} = 17,06 \text{ tahun atau (17 tahun)}$$

$$\text{Penurunan Umur jalan} =$$

$$\text{Umur rencana} - \text{Umur efektif}$$

$$\text{Penurunan Umur jalan} =$$

$$20 \text{ tahun} - 17 \text{ tahun}$$

$$\text{Penurunan Umur Jalan} = 3 \text{ tahun}$$

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *American Association of State Highway and Transportation Officials AASHTO 1993* ditemukan kesimpulan sebagai berikut :

Truk jenis CDD standar dirancang untuk mengangkut muatan maksimal berkisar antara 6 ton dengan total berat (kendaraan + muatan) ideal sebesar 8,5 ton. Namun, hasil survei lapangan menunjukkan bahwa 85% dari total sampel kendaraan beroperasi dalam kondisi beban berlebih (*overload*). Pada kondisi *overload* maksimum, berat total truk CDD pengangkut tebu tersebut melonjak drastis hingga mencapai 17,7 ton (terjadi peningkatan beban sebesar 108,2%).

Akibat adanya lonjakan beban muatan, nilai *Vehicle Damage Factor* (VDF). Pada kondisi beban normal, nilai VDF hanya sebesar 0,266, sedangkan pada kondisi *overload* nilainya melompat menjadi 3,12. Hal ini menunjukkan bahwa kendaraan *overload* menghasilkan kerusakan perkerasan jalan 11,7 kali lipat lebih besar dibandingkan dengan kendaraan berkondisi normal.

Peningkatan daya rusak kendaraan berdampak langsung pada nilai akumulasi beban gandar standar tahunan (*Equivalent Single Axle Load* / ESAL). Nilai akumulasi beban tahunan yang awalnya hanya sebesar 82.750 ESA/tahun pada kondisi normal, melonjak tajam menjadi 970.258 ESA/tahun akibat efek operasional truk CDD yang mengalami *overload*.

Struktur perkerasan jalan lentur pada lokasi studi awalnya direncanakan memiliki Umur Rencana (UR) selama 20 tahun. Namun, akibat tingginya repetisi beban *overload* dari transportasi angkutan tebu, umur efektif jalan terpankas menjadi hanya 17 tahun. Dengan demikian, aktivitas muatan berlebih ini mengakibatkan penurunan atau pengurangan umur layanan jalan sebesar 3 tahun sebelum mencapai umur rencana yang ditargetkan.

Saran

Berdasarkan hasil analisa menggunakan metode AASTHO 1993 penulis menyarankan kebijakan sebagai berikut :

1. Memperketat pengawasan kendaraan angkutan barang melalui UPPKB/jembatan timbang dan memastikan kendaraan beroperasi sesuai JBI (Jumlah Berat yang Diizinkan). Pengawasan perlu ditingkatkan terutama pada periode aktivitas angkutan tinggi seperti musim panen tebu.
2. Pemeliharaan jalan secara berkala dan berbasis kondisi.
Karena kerusakan yang muncul berupa aspal mengelupas dan jalan bergelombang, diperlukan:
 - a. Pemeliharaan rutin
 - b. Penutupan retak
 - c. Perbaikan lokal
 - d. Overlay

3. Evaluasi desain struktur perkerasan terhadap kondisi lalu lintas aktual
Meningkat nilai ESAL meningkat dari 82.750 menjadi 970.258 ESA/tahun, desain perkerasan ke depan perlu mempertimbangkan kondisi lalu lintas aktual dan potensi kendaraan berat agar umur layanan tidak kembali turun di bawah umur rencana.

Daftar Pustaka

- AASHTO. (1993). *Guide for design of pavement structure*. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Hadi, M. A. (2023). *Identifikasi kerentanan kinerja perkerasan jalan terhadap aktivitas overload kendaraan menggunakan program KENPAVE*. Siklus: Jurnal Teknik Sipil, 9(2), 95-104.
- Iqbal, M., & Kushari, B. (2021). *Evaluasi kerusakan dini pada lapis tambah dan umur sisa perkerasan menggunakan metode AASHTO 1993 pada ruas Jalan Diponegoro Klaten-Solo*.
- Irwan, & Wiyono, S. (2019). *Analisa pengaruh beban berlebih (overload) terhadap rencana perkerasan jalan menggunakan Nottingham Design Method pada ruas Jalan Dumai-Sepahat*
- Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (2004). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 132. Sekretariat Negara.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2011). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 13 Tahun 2011 tentang tata cara pemeliharaan dan penilikan jalan*.
- Kementerian Perhubungan. (2021). *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 18 Tahun 2021 tentang pengawasan muatan angkutan barang dan penyelenggaraan penimbangan kendaraan bermotor di jalan*.
- Kristanto, W. S., & Ratih, S. Y. (2021). *Evaluasi kerusakan jalan pada perkerasan lentur (Studi kasus Jalan Tawangmangu-Cemorosewu STA 2+000 sampai dengan 4+000)*. Surakarta Civil Engineering Review (SCER), 1(1), 34-39.
- Lestari, I. G. A. I., & Istri, G. A. A. (2013). *Perbandingan perkerasan kaku dan perkerasan lentur*. Jurnal Transportasi, 7(1), 133-134
- Pradasari, N. K., & Fauziah, M. (2023). *Evaluasi rancangan struktur perkerasan untuk memprediksi umur layan menggunakan metode Bina Marga 2017, AASHTO 1993 dan metode mekanistik empirik KENPAVE*. Universitas Islam Indonesia.

- Republik Indonesia. (2009). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 96. Sekretariat Negara.
- Warrantyo, M., & Mulki, A. (2019). *Analisis beban kendaraan terhadap kerusakan perkerasan lentur (aspal) di Jalan Hr. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru*. Universitas Islam Riau.
- Zulhafiz, M., & Wiyono, S. (2013). *Kerusakan jalan akibat beban berlebih (overload) pada ruas jalan lintas timur Km 98–Km 103 Sorek Kabupaten Pelalawan*. Universitas Islam Riau.