

ANALISIS BEBAN BERLEBIH KENDARAAN PADA PERKERASAN LENTUR TERHADAP PENURUNAN UMUR RENCANA PERKERASAN JALAN

Hamam Nurkholis¹, Subarkah²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Islam Indonesia

Email: nurkholis.nurkholis@gmail.com

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Islam Indonesia

Email: subarkah@uii.ac.id.

Abstract: *Jogja – Purworejo highway is the main road that connects the city of Yogyakarta from several regions in Central Java such as Purworejo, Kebumen, and several areas in the south of Java. The road is heavily traversed by heavy cargo vehicles, so that the difficulties continue to occur excessively. Overload is now an improved road pavement condition. With this in mind, this study aims to determine the excessive costs of heavy vehicles on road conditions, namely the factor of double vehicle damage, age of pavement plan.*

The survey was conducted on Jogja - Purworjo road in 2018. Excess data can be obtained from the Kulwaru Kulon Progo UPPKB using direct data surveys in the field in 2018. LHR data obtained from P2JN DIY Yogyakarta office, the study was conducted using data from 2014 to 2017.

From the results of calculations using the Bina Marga 2013 method in the 10th year obtained a cumulative Equivalent Single Axle Load (CESA) plan of 77830685 ESAL and a Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESA) overload in the 10th year of 183879503 ESAL. Decrease in plan life due to overload of 1.86 years. The remaining service life from the pavement of Jogja - Purworejo road segment decreased by 18.6% with the remaining plan life remaining estimated at 91.22% and the remaining remaining life overload value at 81.15%.

Keywords : *Cumulative Equivalent Single Axle Load, Flexible Pavement, Overload, Plan Age, Remaining Life,*

1. LATAR BELAKANG

Jalan Raya Jogja–Purworejo merupakan jalur penghubung Provinsi Yogyakarta. Jalan Raya Jogja – Purworejo merupakan jalan utama yang digunakan menuju kota Yogyakarta dari beberapa daerah di Jawa Tengah Purworejo, Kebumen, dan beberapa daerah di provinsi Jawa Tengah lainnya. Seiring dengan tingkat kepadatan lalu lintas yang melintas di ruas jalan Jalan Raya Jogja – Purworejo tersebut menyebabkan berbagai kendala, salah satunya adalah kerusakan jalan lebih cepat daripada umur desain. . Beberapa penyebab utama kerusakan jalan ini adalah mutu pelaksanaan, drainase,

beban berlebih, dan cuaca (Pardosi, 2010; Saleh, et al., 2009).

Salah satu faktor penyebab kerusakan perkerasan jalan yaitu beban berlebih kendaraan. Beban berlebih berpotensi berpengaruh terhadap kondisi perkerasan jalan yang telah direncanakan. Dengan adanya permasalahan tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh muatan berlebih pada kendaraan berat terhadap kondisi jalan, yaitu mencakup *vehicle damage factor*, umur rencana perkerasan.

2. TUJUAN

Tujuan dari hasil penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

- Mengidentifikasi dan memperkirakan besarnya beban berlebih (*overloading*) yang terjadi pada ruas Jalan Raya Jogja – Purworejo Km 37 – Km 41.
- Mengetahui sisa umur (*remaining life*) atau tingkat penurunan umur perkerasan pada ruas Jalan Raya Jogja – Purworejo Km 37 – Km 41.

3. MANFAAT

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian sebagai berikut.

- Mengetahui kerusakan dini yang mungkin terjadi pada jalan raya akibat dilewati oleh kendaraan dengan muatan berlebih (*overloading*).
- Memberi masukan kepada pihak-pihak yang terkait dalam pembinaan Jalan Jogja-Solo agar memperhatikan perawatan pada jalan yang banyak dilewati oleh kendaraan dengan muatan berlebih.

4. BATASAN PENELITIAN

Sebelum melakukan pembahasan dalam penulisan karya tulis ini maka dibuat dahulu pembatasan-pembatasan yang meliputi:

- Lokasi penelitian di tetapkan pada ruas Jalan Raya Jogja–Purworejo Km 37 – Km 41.
- Jalan merupakan konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*).
- Data dan jumlah kendaraan berat yang masuk ke Jembatan Timbang Kulwaru dengan membawa muatan berlebih diperoleh dari Dinas Perhubungan Provinsi Yogyakarta.
- Pencatatan data sekunder berupa data beban aktual masing-masing kendaraan dibatasi pada jenis kendaraan yang terdapat dalam perencanaan jalan.
- Data Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR) ruas jalan Jogja-Purworejo diperoleh dari Kantor SNVT

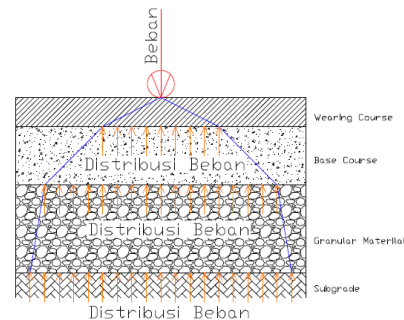
Perencanaan dan Pengawasan Jalan dan Jembatan Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga Yogyakarta.

5. LANDASAN TEORI

5.1 Beban Lalulintas

Beban lalulintas merupakan beban kendaraan yang dilimpahkan keperkerasan jalan melalui kontak antara ban dan lapis permukaan atas jalan secara dinamis dan berulang-ulang selama masa pelayanan jalan.

Beban kendaraan dilimpahkan melalui roda kendaraan yang terjadi berulang kali selama masa pelayanan jalan sebagai akibat repetisi kendaraan yang melintasi jalan tersebut.



Gambar 1. Distribusi beban kendaraan terhadap perkerasan lentur
(Sumber : Manual Desain Perkerasan, 2013)

5.2.1 Beban Berlebih (*Overloading*)

Beban berlebih (*overloading*) adalah suatu kondisi beban gandar (as) kendaraan melampaui batas beban maksimum yang diijinkan (*Hikmat Iskandar, Jurnal Perencanaan Volume Lalu-lintas Untuk Angkutan Jalan, 2008*).

Muatan lebih adalah muatan sumbu kendaraan yang melebihi dari ketentuan seperti yang tercantum pada peraturan yang berlaku (PP 43 Tahun 1993). Jumlah berat yang diizinkan disingkat JBI adalah berat maksimum kendaraan bermotor berikut muatannya yang diizinkan berdasarkan kelas jalan yang dilalui.

5.2 Lalulintas

Lalu lintas adalah semua kendaraan yang melewati jalan raya. Lalu lintas yang beragam baik ukuran, berat total, konfigurasi dan beban sambunya.

Pertumbuhan lalu lintas adalah penambahan atau perkembangan lalu lintas dari tahun ke tahun selama umur rencana. Untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

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

Keterangan :

- R : faktor pengali pertumbuhan lalu lintas
i : tingkat pertumbuhan tahunan (%)
UR : umur rencana (tahun)

5.3 Faktor Ekuivalen Beban Kendaraan (*Vehicle Damage Factor*)

Daya rusak jalan atau lebih dikenal dengan *Vehicle Damage Factor*, selanjutnya disebut *VDF*, merupakan salah satu parameter yang dapat menentukan tebal perkerasan cukup signifikan, dan jika makin berat kendaraan (khususnya kendaraan jenis Truck) apalagi dengan beban *overload*, nilai *VDF* akan secara nyata membesar, seterusnya *Equivalent Single Axle Load* membesar

Angka ekuivalen beban sumbu kendaraan (E) adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal/ganda kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban standar sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb)

Angka ekuivalen masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan dengan persamaan berikut.

Sumbu Tunggal

$$= \left[\frac{\text{Beban satu sumbu tunggal(ton)}}{8,16} \right]^4$$

Sumbu Ganda

$$= 0,086 \left[\frac{\text{Beban satu sumbu tunggal(ton)}}{8,16} \right]^4$$

5.4 Kumulatif Beban Sumbu Standar (*CESA*)

Didalam manual desain perkerasan jalan Nomor 02/M/BM/2013, beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESA)* merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana. *CESA* didapat dengan persamaan berikut. (3.1)

$$ESA = \left(\sum_{\text{jenis kendaraan}} \text{LHRT} \times \text{VDF} \times \text{Faktor Distribusi} \right)$$

$$CESA = ESA \times 365 \times R$$

Keterangan :

- ESA : lintasan sumbu standar ekuivalen (equivalent standard axle) untuk 1 (satu) hari
LHRT : lintas harian rata – rata tahunan untuk jenis kendaraan tertentu
VDF : Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)
CESA : Beban sumbu standar ekuivalen kumulatif
365 : Jumlah hari dalam satu tahun
R : faktor pengali pertumbuhan lalu lintas

5.5 Sisa Umur Rencana (*Remaining Life*)

Remaining life adalah penyusutan dari umur rencana karena faktor beban kendaraan yang melintas. Didalam AASHTO 1993 terdapat rumus untuk menentukan umur sisa perkerasan yaitu

$$\text{Nilai RL} = 100 \times \left(1 - \frac{N_p}{N_{1.5}} \right)$$

Keterangan :

- RL = *Remaining Life* .
N_p = Kumulatif W18 per tahun.
N_{1.5} = Kumulatif W18 tahun terakhir umur rencana.

(3.3)

6. METODE PENELITIAN

6.1 Metode Pengambilan Data

Jenis data-data yang diperlukan sebagai berikut.

- Data primer meliputi, lalu lintas harian rata-rata (LHR) dan data fisik jalan diperoleh dengan mengajukan permohonan pengambilan data ke badan atau instansi yaitu Kantor Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Yogyakarta.
- Data beban berlebih kendaraan (*overloading*) didapat dengan cara survei langsung di Kantor UPPKB Kulwaru.

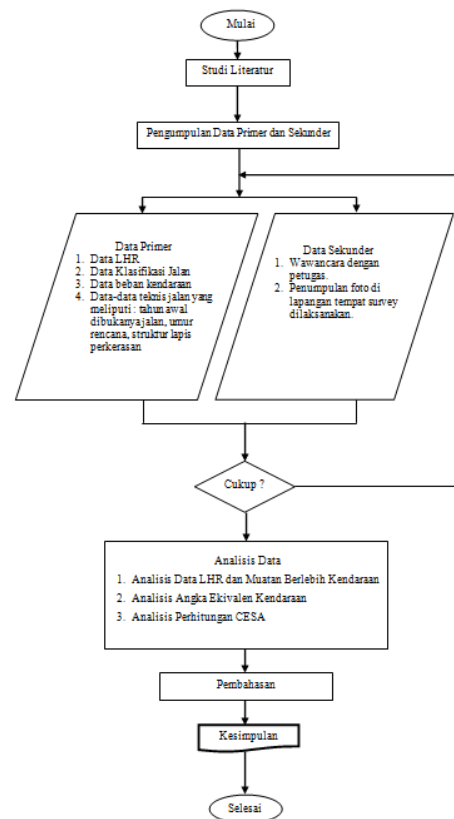
6.2 Rencana Analisis Data

Berikut ini adalah langkah-langkah perhitungan reduksi umur rencana perkerasan jalan akibat adanya beban berlebih pada perkerasan lentur.

- Menghitung pertumbuhan lalu lintas dari Data LHR yang diperoleh dari Kantor Satker Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional (P2JN).
- Mengidentifikasi dan menghitung muatan berlebih kendaraan yang masuk di Jembatan Timbang (UPPKB) Kulwaru Kulon Progo.
- Menghitung kembali angka ekuivalen (E) tiap kendaraan akibat adanya kenaikan beban (beban berlebih) di atas.
- Menghitung nilai *CESA* dengan menggunakan angka ekuivalen masing-masing jenis kendaraan. Skenario 1 untuk mengetahui nilai *CESA* Rencana pada akhir umur rencana perkerasan, dengan menggunakan data LHR dan berat kendaraan normal. Skenario 2 untuk mengetahui nilai *CESA* Normal selama umur desain, dengan menggunakan data pertumbuhan LHR dan beban kendaraan normal. Skenario 3 untuk mengetahui nilai *CESA Overload* selama umur desain, dengan menggunakan data LHR hasil survei dan beban muatan berlebih kendaraan.

- Kemudian didapat umur desain perkerasan berdasarkan hasil analisis nilai *CESA* pada masing-masing kondisi.
- Menghitung nilai *remaining life (RL)* untuk masing – masing kondisi dengan menggunakan perbandingan nilai *CESA* rencana dan nilai *CESA overload*
 Mengambil kesimpulan

6.3 Rencana Analisis Data



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

7. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

7.1 Hasil Pengambilan Data

Evaluasi penurunan umur rencana dilakukan dengan cara menghitung *Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESA)* pada ruas jalan Jogja – Purworejo Km 37 – Km 41 menggunakan data-data sekunder yaitu data lalu lintas harian rata-rata (LHR) dan data kendaraan dengan muatan berlebih yang masuk di Jembatan Timbang Kulwaru. Masing-masing data tersebut diperoleh dari Kantor Perencanaan Pengawasan Jalan Nasional

(P2JN) Provinsi D.I Yogyakarta dan Kantor UPPKB Kulwaru Kulonprogo Provinsi D.I Yogyakarta.

Perhitungan pada evaluasi ini menggunakan Metode Bina Marga 2013 dan jenis klasifikasi kendaraan yang disertakan dalam perhitungan yaitu golongan 3, 4, 5a, 5b, 6a, 6b, 7a, 7b, dan 7c. Sedangkan sepeda motor (golongan 1) dan kendaraan tidak bermotor (golongan 8) diabaikan karena dianggap tidak memberikan beban yang signifikan terhadap struktur perkerasan.

7.1.1 Data Lalu lintas Harian Rata-rata

Tabel 1. Data Lalulintas Harian Rata-rata (LHR) Pada Ruas Karang Nongko (Bts Prov. Jateng) – Toyan

Gol	LHR			
	Tahun 2014	Tahun 2015	Tahun 2016	Tahun 2017
	(kend)	(kend)	(ken)	(kend)
3	3913	3039	656	3039
4	793	1189	1351	1189
5a	96	336	196	336
5b	615	906	662	906
6a	201	743	745	743
6b	1587	2149	1679	2149
7a	310	695	564	695
7b	67	89	133	89
7c	106	86	173	86
	7688	9232	6159	9232

7.1.2 Data Muatan Kendaraan dari Jembatan Timbang

Data kendaraan dengan muatan berlebih didapat dari survei langsung di UPPKB Kulwaru selama dua hari. Kendaraan yang masuk ke Jembatan Timbang Kulwaru merupakan kendaraan angkutan barang yaitu kendaraan yang termasuk dalam golongan 4, 6a, 6b.1, 6b.2, 7a, 7b. Rekapitulasi jumlah kendaraan dan muatan berlebih per hari yang masuk di jembatan timbang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Jumlah Kendaraan dengan Muatan Berlebih

Gol	Konfigurasi Sumbu	JBI (Ton)	Jumlah kendaraan (kend/hari)	Melanggar	Berat Total (Ton)	Berat Overload (Ton)	Overload %
4	1.1	2	14	5	27,345	3,325	12,3
6a	1.2	8,3	83	26	644,521	78,924	11,5
6b	1.2	16	46	7	613,480	44,205	6,1
7a	1.2.2	24	72	54	2455,580	815,165	42,3
7b	1.2+2.2	40	7	6	269,365	47,330	18,2
Jumlah			222		4010,291	935,449	

7.1.3 Ruas Jalan Yogyakarta – Purworejo

Kondisi perkerasan lentur ruas jalan Yogyakarta – Purworejo sebagai berikut.

- Status jalan : Arteri
- Tipe Perkerasan : Perkerasan lentur
- Lebar jalan : 11m

Adapun struktur perkerasan ruas jalan Yogyakarta - Purworejo, seperti berikut.

- Lapis AC - WC : 4 cm
- Lapis AC – BC : 6 cm
- Lapis AC - Base : 7,5 cm
- Agregat A : 20 cm
- Agregat B : 30 cm

7.2 Analisis Data

7.2.1 Analisis Pertumbuhan Lalu lintas

Untuk memprediksi lalu lintas harian rata-rata (LHR) pada tahun-tahun berikutnya, maka akan dilakukan dengan menghitung faktor pertumbuhan lalu lintas. Sebelum menghitung faktor pertumbuhan lalu lintas terlebih dahulu dicari nilai tingkat pertumbuhan tahunan

Diketahui :

$$\begin{aligned} LHR_n &= 9232 \text{ kendaraan} \\ LHR_1 &= 7688 \text{ Kendaraan} \\ n &= 2017 - 2014 = 3 \end{aligned}$$

$$i = \left(\sqrt[n]{\frac{LHR_n}{LHR_1}} \right) - 1$$

$$i = \left(\sqrt[3]{\frac{9232}{7688}} \right) - 1 = 0,0629$$

Tingkat pertumbuhan tahunan lalu lintas yang terjadi pada masing-masing golongan kendaraan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Tingkat Pertumbuhan Tahunan lalu lintas.

Gol	LHR Tahun				Tingkat Pertumbuhan (i)
	2014 kend	2015 kend	2016 kend	2017 kend	
3	3913	3039	656	3039	-0,08
4	793	1189	1351	1189	0,14
5a	96	336	196	336	0,52
5b	615	906	662	906	0,14
6a	201	743	745	743	0,55
6b	1587	2149	1679	2149	0,11
7a	310	695	564	695	0,31
7b	67	89	133	89	0,10
7c	106	86	173	86	-0,07
	7688	9232	6159	9232	0,063

Tabel 4. Rekapitulasi Pertumbuhan Lalu lintas Untuk Setiap Golongan

Lalu Lintas Harian Rerata Tahun 2018 s/d 2024 (Hasil perhitungan dengan i pada tabel 5.3)							
Gol	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
3	3282	3545	3828	4135	4465	4823	5208
4	1361	1558	1783	2040	2335	2673	3059
5a	510	775	1176	1786	2711	4116	6249
5b	1031	1173	1335	1519	1728	1966	2237
6a	1149	1776	2747	4247	6566	10153	15698
6b	2378	2630	2910	3219	3562	3941	4360
7a	910	1191	1558	2039	2669	3493	4572
7b	98	108	118	130	143	157	173
7c	92	98	105	113	121	129	138
	10810	12853	15560	19227	24300	31450	41694

7.2.2 Perhitungan CESA Rencana

Angka ekivalen beban sumbu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal / ganda kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban standar sumbu tunggal.

Tabel 5. Nilai Faktor Ekivalen Beban (VDF) Standar.

Gol	Konf. Sumbu	Berat Kend. (Ton)	MST (Ton)	Nilai VDF
3	1.1	2	8,16	0,0007
4	1.1	2	8,16	0,0007
5a	1.1	6	8,16	0,0594
5b	1.2	9	8,16	0,3006
6a	1.2	8,3	8,16	0,2174
6b	1.2	16	8,16	3,0023
7a	1.2.2	25	8,16	2,7416
7b	1.2+2.2	36	8,16	6,7528
7c	1.2-2.2	40	8,16	10,2923

Jalan yang diteliti merupakan 2 lajur, 2 arah, maka nilai faktor distribusi lajur (DL) untuk kendaraan ringan (gol. 3, 5a) adalah 0,50, dan untuk kendaraan berat (Gol. 4, 5b, 6a, 6b, 7a, 7b, 7c) nilai yang digunakan 0,50.

Berdasarkan data - data di atas maka perhitungan *CESA* rencana menggunakan persamaan 3.5 dan 3.6.

Tabel 6. Rekapitulasi Nilai *ESA* dan Nilai *CESA* Selama Umur Rencana

Tahun	ESA	CESA Rencana
2015	5546,7253	2024555
2016	8320,088	3036832
2017	12480,132	4555248
2018	18720,198	6832872
2019	28080,297	10249308
2020	42120,445	15373962
2021	63180,668	23060944
2022	94771,001	34591415
2023	142156,502	51887123
2024	213234,753	77830685

7.2.3 Perhitungan CESA Normal

Perhitungan nilai *CESA* menggunakan Persamaan 3.5 dan Persamaan 3.6 dengan data yang diperlukan yaitu jumlah LHR, nilai *vehicle damage factor* (VDF), dan nilai DL. Nilai LHR yang digunakan yaitu LHR pada Tabel 5.4 dengan nilai VDF normal yaitu VDF pada Tabel 5.5.

Tabel 7. Rekapitulasi Nilai *ESA* dan Nilai *CESA* Normal Selama Umur Rencana.

Tahun	ESA	CESA Normal
2015	5150,170	1879812
2016	4819,914	3629203
2017	5150,170	6001619
2018	5916,414	9487729
2019	6844,491	14164697
2020	7981,688	20470507
2021	9392,366	29031928
2022	11164,986	40757235
2023	13422,311	56978784
2024	16336,301	79673997

7.2.4 Perhitungan CESA Overload

Perhitungan nilai faktor ekuivalen beban berlebih (*Overloading*) berdasarkan berat kendaraan hasil survei di Jembatan Timbang Kulwaru selama dua hari, kemudian dihitung rata-rata kendaraan per hari dari semua data kendaraan yang terekam untuk masing-masing jenis kendaraan. Lalu dihitung setiap jenis kendaraan untuk mengetahui seberapa besar persentase pelanggaran berat muatan terhadap Jumlah Berat yang Diizinkan (JBI). Dari persentase pelanggaran berat terhadap JBI akan ditambahkan ke berat kendaraan standar untuk mendapatkan nilai faktor ekuivalen beban berlebih.

Tabel 8. Rekapitulasi Pembagian Beban Sumbu Kendaraan *Overload*.

Gol	Sumbu	Berat Kend. (ton)	Konfigurasi Sumbu			VDF	
			Depan	Belakang			
				Ke-1	Ke-2		Ke-3
4	1.1	2,246	0,00008	0,00109		0,0012	
6a	1.2	9,2512	0,02208	0,31348		0,3356	
6b	1.2	16,976	0,25032	3,55432		3,8046	
7a	1.2.2	35,328	1,37238	9,56003		10,9324	
7b	1.2+2.2	42,552	0,77626	4,54518	3,9298	3,9298	13,1811

Nilai faktor ekuivalen (*VDF*) masing-masing jenis kendaraan termasuk kendaraan dengan beban *overload* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai Faktor Ekuivalen Beban Berlebih (*Overloading*).

Gol	Konf. Sumbu	Berat Kend (Ton)	MST (Ton)	Nilai VDF
3	1.1	2	8,16	0,0007
4	1.1	2,246	8,16	0,0012
5a	1.1	6	8,16	0,0594
5b	1.2	9	8,16	0,3006
6a	1.2	4	8,16	0,0117
6b	1.2	9,251	8,16	0,3356
7a	1.2.2	35,304	8,16	10,9027
7b	1.2+2.2	42,552	8,16	13,1811
7c	1.2-2.2	40	8,16	10,2923

Perbandingan nilai faktor ekuivalen (*VDF*) pada beban kendaraan standar

dan beban kendaraan berlebih (*overload*) dapat dilihat pada Tabel 9

Tabel 9. Perbandingan Nilai Faktor Ekuivalen (*VDF*).

Gol	Klasifikasi Kendaraan	Konf. Sumbu	Perbandingan VDF	
			Normal	Overload
3	Mobil Penumpang	1.1	0,0007	0,0007
4	Pick-up, Micro truck	1.1	0,0007	0,0012
5a	Bus Kecil	1.1	0,0594	0,0594
5b	Bus Besar	1.2	0,3006	0,3006
6a	Truck Ringan 2 sumbu	1.2	0,2174	0,3356
6b	Truck Berat 2 sumbu	1.2	3,0023	3,8046
7a	Truk 3 sumbu	1.2.2	2,3285	10,9324
7b	Truck Gandeng	1.2+2.2	6,7528	13,1811
7c	Truck Semi Trailer	1.2-2.2	10,2923	10,2923

Perhitungan *CESA Overload* merupakan nilai koreksi terhadap *CESA* rencana yang terjadi akibat adanya pelanggaran kelebihan muatan di jalan. Tidak semua kendaraan yang melewati ruas Jalan Jogja – Purworejo Km 37 – Km 41 melakukan pelanggaran muatan kendaraan, maka dilakukan koreksi terhadap jumlah LHR dengan asumsi kendaraan melanggar dan tidak melanggar. Pada perhitungan jumlah kendaraan melanggar dan tidak melanggar dihitung dari persentase kendaraan melanggar dan tidak melanggar yang terjadi di jembatan timbang.

Tabel 9. Persentase Kendaraan Melanggar dan Tidak Melanggar yang Terjadi di Jembatan Timbang.

Gol	JBI (Ton)	Jumlah Kend. (kend/hari)	Melan ggar (kend/hari)	% Melanggar	% Tidak melanggar
4	2	14	5	35,7	64,29
6a	8,3	83	26	31,3	68,67
6b	16	46	7	15,2	84,78
7a	24	72	54	75,0	25,00
7b	40	7	6	85,7	14,29

Dari Tabel diketahui kendaraan golongan 4 yang masuk di jembatan timbang berjumlah 14 kendaraan/hari dan dari 14 kendaraan yang melakukan pelanggaran muatan berjumlah 5 kendaraan. Maka presentase kendaraan yang melanggar pada golongan 4 sebesar 35,71%. Pada kendaraan golongan 6a presentase kendaraan yang melanggar sebesar 31,52%, golongan 6b presentase kendaraan yang melanggar sebesar 15,38%, golongan 7a presentase kendaraan yang melanggar sebesar 75%, dan golongan 7b persentase kendaraan yang melanggar sebesar 85,71%.

Dalam menghitung nilai ESA (*equivalent standard axle*) atau lintasan sumbu standar ekivalen menggunakan angka ekivalen (*VDF*) beban berlebih untuk kendaraan yang melanggar, sedangkan untuk kendaraan yang tidak melanggar muatan berlebih menggunakan angka ekivalen standar.

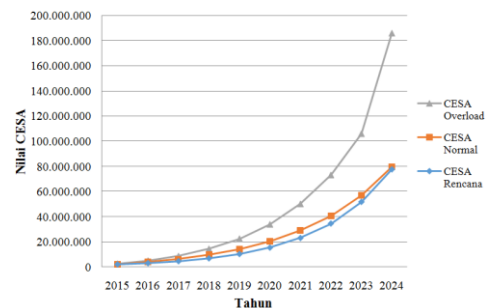
Tabel 10. Rekapitulasi Nilai ESA dan Nilai CESA Overload Selama Umur Rencana.

Tahun	ESA	CESA Overload
2015	3661,715	2801425
2016	7035,083	5297136
2017	7675,137	8944025
2018	9146,409	14667440
2019	10991,084	22746085
2020	13321,951	34166593
2021	16289,546	50351205
2022	20095,852	73358927
2023	25013,378	106183794
2024	38142,782	186026679

Perbandingan hasil perhitungan CESA Rencana, CESA Normal dan CESA Overload dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 11. Perbandingan Nilai CESA Rencana, Nilai CESA Normal dan Nilai CESA Overload

Tahun	CESA		
	Rencana	Normal	Overload
2015	2024555	1879812	2801425
2016	3036832	3629203	5297136
2017	4555248	6001619	8944025
2018	6832872	9487729	14667440
2019	10249308	14164697	22746085
2020	15373962	20470507	34166593
2021	23060944	29031928	50351205
2022	34591415	40757235	73358927
2023	51887123	56978784	106183794
2024	77830685	79673997	186026679



Gambar 1. Grafik Perbandingan Nilai Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESA)

7.2.5 Analisis Umur Sisa Perkerasana

Perhitungan nilai RL menggunakan persamaan 3.9, dengan menggunakan data nilai *Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESA)* tahun pertama dibagi dengan nilai *Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESA)* tahun terakhir dari umur rencana (Tabel 5.17) nilai RL juga dihitung setiap tahun selama umur rencana, berikut contoh perhitungannya.

Diketahui :

$$N_p = \sum W_{18} \text{ rencana } 2015 \\ = 2024555 \text{ ESA}$$

$$N_{1,5} = \sum W_{18} \text{ rencana } 2024 \\ = 77830685 \text{ ESA}$$

$$\text{Nilai RL} = 100 \times \left(1 - \frac{N_p}{N_{1,5}}\right) \\ = 100 \times \left(1 - \frac{2024555}{77830685}\right) \\ = 97,40 \%$$

Tabel 12. Rekapitulasi Perhitungan
Remaining Life Rencana.

Tahun	Np	N1,5	Remaining life (%)
2015	2024555	77830685	97,40
2016	3036832	77830685	96,10
2017	4555248	77830685	94,15
2018	6832872	77830685	91,22
2019	10249308	77830685	86,83
2020	15373962	77830685	80,25
2021	23060944	77830685	70,37
2022	34591415	77830685	55,56
2023	51887123	77830685	33,33
2024	77830685	77830685	0,00

Tabel 13. Rekapitulasi Perhitungan
Remaining life Normal.

Tahun	Np	N1,5	Remaining life (%)
2015	1879812	77830685	97,58
2016	3629203	77830685	95,34
2017	6001619	77830685	92,29
2018	9487729	77830685	87,81
2019	14164697	77830685	81,80
2020	20470507	77830685	73,70
2021	29031928	77830685	62,70
2022	40757235	77830685	47,63
2023	56978784	77830685	26,79
2024	79673997	77830685	-2,37

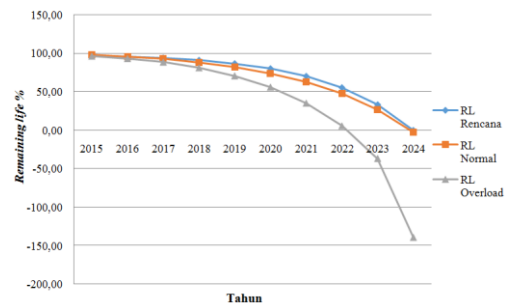
Tabel 14. Rekapitulasi Perhitungan
Remaining life Overload.

Tahun	Np	N1,5	Remaining life (%)
2015	2801425	77830685	96,40
2016	5297136	77830685	93,19
2017	8944025	77830685	88,51
2018	14667440	77830685	81,15
2019	22746085	77830685	70,77
2020	34166593	77830685	56,10
2021	50351205	77830685	35,31
2022	73358927	77830685	5,75
2023	106183794	77830685	-36,43
2024	186026679	77830685	-139,01

Berdasarkan perhitungan *remaining life* perkerasan dapat dibandingkan antara sisa perkerasan keadaan normal dengan sisa perkerasan yang terkena dampak *overload*.

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

Tahun	RL Rencana (%)	RL Normal (%)	RL Overload (%)
2015	97,40	97,58	96,40
2016	96,10	95,34	93,19
2017	94,15	92,29	88,51
2018	91,22	87,81	81,15
2019	86,83	81,80	70,77
2020	80,25	73,70	56,10
2021	70,37	62,70	35,31
2022	55,56	47,63	5,75
2023	33,33	26,79	-36,43
2024	0,00	-2,37	-139,01



Gambar 2. Perbandingan Nilai
Remaining Life

8. KESIMPULAN DAN SARAN

8.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan,

1. Hasil penelitian yang dilakukan di Jembatan Timbang Kulwaru menunjukkan bahwa telah terjadi penyimpangan beban kendaraan angkutan barang terhadap jumlah beban yang diizinkan (JBI). Dari Tabel 5.31 nilai faktor ekuivalen beban berlebih (*overloading*) tampak semakin besar beban kendaraan yang melanggar maka semakin besar pula nilai ekuivalen kendaraan. Ini menunjukkan semakin besar pula angka kerusakan yang ditimbulkan oleh kendaraan yang melanggar terhadap jalan. Besar rata-rata

penyimpangan muatan berlebih kendaraan sebagai berikut.

- a. Kendaraan ringan JBI 2 ton menjadi 2,246 ton.
 - b. Truk dengan JBI 8,3 ton menjadi 9,255 ton.
 - c. Truk dengan JBI 16 ton menjadi 16,976 ton
 - d. Truk dengan JBI 25 ton menjadi 35,328 ton.
 - e. Truk dengan JBI 36 ton menjadi 42,552 ton.
2. Berdasarkan analisis, nilai CESA perkerasan didesain dengan umur rencana 10 tahun dan menanggung beban sebesar 77830685 ESAL. Jika dihitung dengan kondisi beban berlebih, maka umur perkerasan hanya mampu bertahan selama 8,14 tahun atau terjadi penurunan umur perkerasan jalan sebesar 1,86 tahun, maka pada tahun 2022 diperlukan program penanganan berupa pemeliharaan berkala (rehabilitasi) atau rekonstruksi perkerasan jalan.

8.2 Saran

Untuk penelitian Tugas akhir selanjutnya agar mendapat hasil yang lebih baik dan objektif, disarankan untuk melakukan survey lebih lama sekiranya 7 hari dalam pengambilan jumlah kendaraan yang membawa muatan berlebih secara langsung di lokasi jembatan timbang. Selanjutnya, pelajari serta pahami metode yang akan digunakan sehingga dapat memperoleh konsep yang lebih matang dalam pengolahan data nantinya.

9. DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993, *Guide for Design of Pavement Structures*, Washington, D.C.
- Atiya, Arief F., Sari, Okty Diana W., Purwanto, Djoko., dan Setiadji, Bagus H. 2014. *Analisis Pengaruh Kinerja Jembatan*

Timbang Terhadap Kinerja Perkerasan Jalan dan Umur Rencana Jalan : Setudi kasus jembatan timbang salam, Magelang. Jurnal Teknik Sipil, 3 (2): 662-673.

- Departemen Pekerjaan Umum, 1987, *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisis Komponen*, SKBI 2.3.26. 1987 UDC : 625.73 (02), Badan Penerbit PU.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2005. *Pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Dengan Metode Lentutan (Pd. T-05-2005-B)*. Direktorat Jenderal Bina Marga. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1983, *Manual Perkerasan Jalan dengan Alat Benkelmen Beam Nomor 01/MN/BM/83*.
- Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 2013, *Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02*.
- Novita S, Dian., 2014, *Analisa Beban Kendaraan Terhadap Derajat Kerusakan Jalan dan Umur Sisa Jalan*, Jambi.
- Pemerintah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. 2002. *Perda Nomor 2 Tahun 2002 tentang Penertiban dan Pengendalian Kelebihan Muatan Barang*.
- Pemerintah Republik Indoneisa. 1993. *Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalulintas Jalan*.
- Sentosa, Leo. dan Roza, Asri A. 2012. *Analisis Dampak Beban Overloading Kendaraan pada Struktur Rigid Pavement terhadap Umur desain Perkerasan: Studi Kasus Ruas Jalan Simpang Lago-Sorek KM. 77 S/D 78*. Jurnal Teknik Sipil, 19 (2): 161-168.
- Undang-undang Republik Indonesia. 2004. *Undang undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan*.