

**PEGARUH BEBAN BERLEBIH KENDARAAN BERAT (*OVERLOAD*)
TERHADAP UMUR RENCANA PERKERASAN JALAN
(STUDI KASUS : RUAS JI. NAROGONG, KEC. CILEUNGI, KAB. BOGOR)**

Afrilla Ezha Nugraha¹⁾, Arif Mudianto²⁾ Heny Purwanti³⁾

ABSTRAK

Kualitas prasarana transportasi di suatu wilayah tertentu dipengaruhi oleh pelayanan jalan bagi kendaraan muatan normal dan muatan berlebih (*overloading*) yang melintasi jalan tersebut. Ruasjalan Narogong, yang merupakan jalur akses ke kawasan industri di Kecamatan Cileungsi, Kabupaten Bogor, sering digunakan oleh kendaraan berat dengan muatan melebihi batas yang ditentukan. Hal ini menyebabkan kerusakan jalan lebih cepat dari yang ditentukan umur rencana. Dalam penelitian ini menghitung angka ekivalen dan *Equivalent Standart Axle Load* (ESAL) untuk kendaraan dalam kondisi beban normal dan berlebih. Penurunan umur rencana jalan akibat beban berlebih (*overload*) dapat dihitung menggunakan *Vehicle Damage Factor* metode AASHTO1993.

Data dikumpulkan melalui survey lapangan, referensi yang terkait dengan perhitungan dan dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Provinsi Jawa Barat. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa persentase muatan berlebih (*overload*) dapat mengurangi umur rencana jalan. Angka ekivalen (*VDF*) untuk muatan normal selama 10 tahun adalah 2.231.410,29 ESAL, sementara untuk muatan berlebih selama 10 tahun adalah 3.540.819,84 ESAL. Ini mengindikasikan peningkatan sebesar 58,68 % dalam nilai *VDF* kumulatif akibat muatan berlebih. Akibatnya, rencana desain lalu lintas diperkirakan akan mencapai batas umur pada tahun ke 6,819, mengurangi umur rencana 10 tahun menjadi sekitar 3,181 tahun.

Kata Kunci: AASHTO 1993, Beban Berlebih, Umur Rencana

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan 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).

Seiring dengan pertumbuhan penduduk yang meningkat maka jumlah kendaraan yang digunakan juga akan terus meningkat. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan konstruksi jalan yang ideal dan memenuhi syarat teknis untuk fungsinya. Dengan begitu dalam kurun waktu yang cepat, kualitas fungsional dan struktural jalan akan menurun. Terutama jika kendaraan bermuatan berat melebihi persyaratan melewatinya.

Saat ini, jalan-jalan, baik yang baru dibangun maupun yang baru diperbaiki (*overlay*), seringkali rusak dalam waktu yang relatif singkat. Studi menunjukkan bahwa kualitas konstruksi, drainase, dan beban kendaraan yang melebihi syarat (*overloading*) adalah penyebab utama kerusakan jalan. Beban berlebih (*overloading*) adalah kondisi dimana kendaraan membawa muatan lebih dari batas muatan yang telah ditetapkan baik oleh kendaraan maupun jalan. Namun, umur rencana perkerasan jalan adalah jumlah repetisi beban lalu lintas dalam satuan *Equivalent Standart Axle Load* (ESAL) yang dapat dilayani jalan sebelum terjadi kerusakan struktural pada lapisan perkerasan. Untuk menghitung sisa umur perkerasan yang disebabkan oleh beban berlebih, maka digunakan metode AASHTO 1993.

Kerusakan pada badan jalan disebabkan oleh kendaraan yang kelebihan muatan (*overloading*) dan konstruksi jalan yang tidak dirancang dengan baik, yang pada nyatanya menyebabkan kerusakan pada badan jalan sebelum mencapai umur rencananya. Kendaraan yang kelebihan muatan juga menyebabkan tingkat keselamatan berkendara berkurang, kemacetan lalu lintas, dan kerusakan suku cadang kendaraan yang lebih cepat. Kerusakan perkerasan jalan disebabkan oleh banyak faktor yang saling berhubungan.

Salah satunya pada studi kasus pada penelitian ini adalah Jalan raya Narogong yang paling sering digunakan oleh berbagai jenis mobil seperti kendaraan bermotor, sedan, mobil penumpang, bus, truk, tronton, dan lainnya. Sesuai dengan fungsi utamanya sebagai jalan provinsi kelas I dengan beban as yaitu > 10 ton, sehingga jalan ini lebih banyak digunakan oleh kendaraan berat yang mengangkut barang dan jasa. Oleh karena itu, penulis ingin melakukan analisa tentang dampak beban berlebih kendaraan berat (*overload*) terhadap umur rencana perkerasan jalan pada Ruas Jalan Narogong, Kec. Cileungsi, Kab. Bogor.

1.2 Maksud Penelitian

Maksud dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk membuat analisa dan kajian mengenai karakteristik kendaraan beban berat yang meliputi berat dan konfigurasi sumbu kendaraan pada ruas jalan Narogong, Kec. Cileungsi, Kab. Bogor.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin diperoleh dari penelitian tugas akhir ini adalah

1. untuk mendapatkan hasil dari penelitian serta analisa dampak beban kendaraan berlebih (*overloading*) terhadap umur rencana perkerasan jalan.
2. Mengetahui pengaruh beban *overloading* terhadap “*damage factor*” kendaraan pada perkerasan lentur.
3. Mengetahui persentase beban *overloading* actual di jalan raya Narogong – Cileungsi, Kab. Bogor.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian Tugas Akhir ini meliputi studi literatur dan pencarian data primer dengan cara pengamatan secara langsung dilapangan mengenai beban bermuatan berlebih dari suatu kendaraan berat terhadap umur rencana perkerasan jalan.

1.5 Batasan Masalah

Adapun yang menjadi batasan masalah sebagai berikut:

1. Melihat pengaruh beban kendaraan dengan muatan normal dan berlebih (*overload*) terhadap konstruksi perkerasan jalan, khususnya perkerasan lentur pada ruas jalan raya Narogong – Cileungsi (Sta 23 + 00 – Sta 24 + 00), dengan titik koordinat di -6.408326° bagian lintang dan 106.961460° bagian bujur.
2. Metode perhitungan menggunakan metode AASHTO 1993

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Jalan

Berdasarkan UU RI No. 38 Tahun 2004 Tentang Jalan, pengertian dari Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu-lintas, yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. Oleh karena itu, salah satu prasarana yang sangat penting untuk mempercepat pertumbuhan dan perkembangan suatu wilayah adalah jalan raya, yang memungkinkan hubungan sosial, ekonomi, dan budaya yang lebih luas diantara daerah tersebut. Menurut UU RI No. 38 Tahun 2004 tentang jalan, peran jalan sangat penting untuk kelangsungan hidup masyarakat.

2.2 Konstruksi Perkerasan

Menurut Sukirman (1999), konstruksi perkerasan jalan pada dasarnya merupakan perpaduan antara campuran kerikil dan pasir dengan bahan pengikat semen atau aspal, berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas :

- Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*)
- Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*)
- Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*)

2.3 Klasifikasi Jalan

Fungsi jalan dapat menggambarkan jenis kendaraan pengguna jalan dan beban lalu lintas yang akan dipikul oleh struktur perkerasan jalan (Sukirman, 2010). Sebagai contoh, lalu lintas angkutan barang yang menggunakan truk berat, trailer tunggal, atau trailer ganda pada umumnya melintasi jalan- jalan arteri suatu wilayah. Berdasarkan undang-undang No 38 Tahun 2004 tentang jalan, maka jalan dapat diklasifikasikan menjadi 3 yaitu:

- Klasifikasi jalan menurut peran dan fungsi,
- Klasifikasi jalan menurut wewenang, dan
- Klasifikasi jalan berdasarkan muatan sumbu.

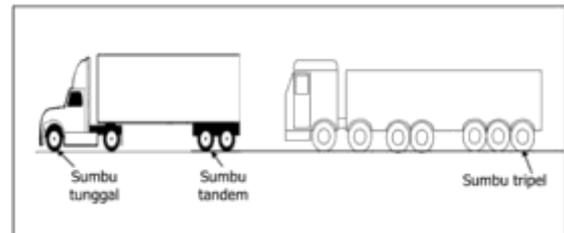
2.4 Beban Pada Struktur Jalan

Beban lalu lintas adalah beban dinamis yang diteruskan oleh kendaraan ke perkerasan jalan saat ban berkontak langsung dengan permukaan jalan. Beban lalu lintas dipengaruhi oleh sejumlah variabel, termasuk distribusi kendaraan per lajur, berat kendaraan, ukuran ban, laju pertumbuhan lalu lintas, beban sumbu setiap kendaraan, dan umur rencana. Besarnya lalu lintas dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain sebagai berikut.

1. Konfigurasi Sumbu Dan Roda Kendaraan
Setiap kendaraan memiliki dua sumbu (sumbu kendali) dan sumbu belakang (sumbu penahan beban), masing-masing dengan satu atau dua roda. Konfigurasi sumbu dan jumlah roda di ujungnya membedakan sumbu kendaraan menjadi berikut:

- Sumbu tunggal roda tunggal
- Sumbu tunggal roda ganda
- Sumbu ganda atau sumbu tandem roda tunggal
- Sumbu ganda atau sumbu tandem roda ganda
- Sumbu tripel roda ganda

Kendaraan dengan konfigurasi sumbu tunggal, sumbu tandem, dan sumbu tripel digambarkan pada Gambar 1. Digunakannya kode angka dan simbol selama proses perencanaan untuk mempermudah membedakan berbagai jenis kendaraan.



Gambar 1. Konfigurasi Sumbu Kendaraan
Sumber: Sukirman 2010

Konfigurasi sumbu dan kode untuk setiap jenis-jenis kendaraan dapat dilihat pada Gambar 2.3 dibawah ini :

Kendaraan komersial bersumbu kaku		Kendaraan komersial gandengan/trailer	
	1.1		1.1-1
	1.2		1.1-11
	1.11		1.1-22
	1.22		1.2-1
	11.11		1.2-11
	11.2		1.2-2
	11.22		1.2-22
	+1.1		1.22-2
	+1.2		1.22-22
	+2.2		1.22-111

Gambar 2. Konfigurasi Sumbu dan Kodenya
Sumber : Sukirman, 2010

Pada Tabel dibawah ini menunjukkan distribusi beban sumbu dari berbagai jenis kendaraan.

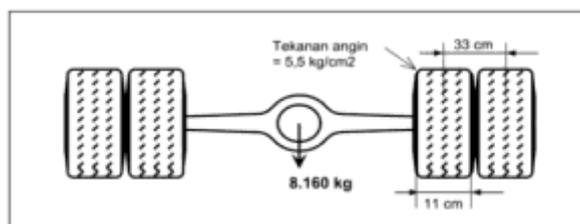
Tabel 1. Distribusi Beban Sumbu dan Beban Kendaraan

Konfigurasi Sumbu & Tipe	Berat Kosong (Ton)	Beban Muatan Maksimum (Ton)	Berat Total Maksimum (Ton)	
1.1 Mobil Perumpang	1,5	0,5	2	
1.2 Bus	3	6	9	
1.3 Truk	2,3	6	8,3	
1.3H Truk	4,2	14	18,2	
1.32 Truk	5	20	25	
1.2+2.2 Trailer	4,4	25	31,4	
1.2+2 Trailer	4,2	20	26,2	
1.2+2.2 Trailer	10	32	42	
1.2+2.2.2 Trailer	11	34	45	

Sumber : Sukirman, 2010

2. Repetisi Lintas Sumbu Standar Kendaraan yang memiliki berbagai konfigurasi sumbu, roda, dan bervariasi dalam total beban yang diangkutnya, diseragamkan dengan menggunakan satuan sumbu standar (ISS), dikenal juga dengan (ESAL). Kriteria beban sumbu standar menurut Bina Marga adalah sebagai berikut:

1. Beban sumbu 8160 kg
2. Tekanan roda 1 ban + 5,5 kg/cm² (0,55 Mpa)
3. Lebar bidang kontak ban 11 cm
4. Jarak antara masing-masing sumbu roda ganda 33 cm.



Gambar 3. Sumbu Standar 8,16 ton

Sumber : Sukirman, 2010

2.5 Penurunan Umur Rencana

Sisa umur rencana (*Reamining Life*) adalah konsep kerusakan fatik/Lelah yang diakibatkan oleh beban repetisi kendaraan secara berulang-ulang yang merusak perkerasan dan mengurangi kapasitas beban repetisi perkerasan tersebut mengalami keruntuhan (*failure*). Dalam metode AASHTO (1993) memberikan rumus untuk menentukan umur sisa perkerasan yaitu:

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

2.6 Vehicle Damage Factor (VDF)

Salah satu faktor yang mempengaruhi ketebalan dasar jalan adalah nilai daya rusak, juga dikenal sebagai *Vehicle Damage Factor (VDF)*. Nilai *VDF* akan meningkat secara signifikan jika dasar jalan lebih tebal, terutama dalam kasus dimana kendaraan berlebih melewati jalan, dan *Equivalent Single Axle Load* akan meningkat. Angka ekivalen adalah angka yang menunjukkan jumlah lintasan dari sumbu tunggal seberat 8160 kg atau 8,16 ton yang akan menyebabkan kerusakan. Angka ekivalen (E) masing-masing golongan kendaraan dapat ditentukan berdasarkan beban sumbu setiap kendaraan dengan rumus:

a. Angka ekivalen sumbu tunggal

$$E = 1 \left(\frac{L}{8160} \right)^4$$

b. Angka ekivalen sumbu ganda

$$E = 0,086 \left(\frac{L}{8160} \right)^4$$

c. Angka ekivalen sumbu triple

$$E = 0,031 \left(\frac{L}{8160} \right)^4$$

Dimana :

E: Angka ekivalen beban sumbu kendaraan

L: Beban sumbu kendaraan (kg)

K: 1 untuk sumbu tunggal

0,086 untuk sumbu tandem

0,031 untuk sumbu triple

2.7 AASHTO 1993

Perencanaan mengacu pada AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials guide for design of pavement structure* (1993).

Parameter-parameter perencanaan yaitu sebagai berikut.

1. Analisis Lalu Lintas
2. *Equivalency factor* (E)
3. *Traffic Design*

Data dan parameter lalu lintas yang digunakan suatu perencanaan tebal atau menghitung umur rencana perkerasan meliputi sebagai berikut.

a. Jenis Kendaraan

b. Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama satu satuan waktu (hari, jam, atau menit). Lalu lintas harian adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari (Sukirman, 2010). Dari lama waktu pengamatan untuk mendapatkan nilai lalu lintas harian rata-rata, dikenal 2 jenis lalu lintas harian rata-rata:

- 1) Lalu lintas Harian Rata-Rata Tahunan (LHRT) merupakan jumlah lalu lintas kendaraan rata-rata yang melewati satu jalur jalan selama 24 jam dan diperoleh dari data selama satu tahun penuh.

$$LHRT = \frac{\text{jumlah lalu lintas dalam 1 tahun}}{365}$$

LHRT dinyatakan dalam smp/hari/2 arah atau kendaraan/hari/2 arah untuk jalan 2 lajur 2 arah, smp/hari/1 lajur atau kendaraan/hari/1 arah untuk jalan berlajur banyak dengan median.

- 2) Lalu lintas Harian Rata-Rata (LHR) merupakan LHR adalah jumlah rata-rata lalu lintas kendaraan bermotor, roda empat atau lebih selama 24 jam untuk kedua arah.

$$LHR = \frac{\text{jumlah lalu lintas selama pengamatan}}{\text{jumlah hari pengamatan}}$$

LHR dinyatakan dalam kendaraan/hari 2 arah untuk jalan 2 arah tanpa median atau kendaraan/hari/arah untuk jalan 2 jalur dengan median.

c. Pertumbuhan Lalu Lintas Tahunan

Yang dimaksud dengan pertumbuhan lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang memakai jalan dari tahun ke tahun. Pertumbuhan lalu lintas

pertahun dihitung dengan mengubah persamaan diatas menjadi persamaan berikut :

$$i = \sqrt[n]{\frac{LHR_1}{LHR_n}}$$

Faktor pertumbuhan lalu lintas didasarkan pada data-data pertumbuhan historis atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang valid. Bila tidak ada makan pada Tabel 2. Digunakan sebagai nilai minimum.

Tabel 2. Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%)

Fungsi Jalan	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata - Rata Indonesia
Arteri	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan desa	1	1	1	1

Sumber : *Manual Desain Perkerasan Jalan No.04/SE/Db/2017*

d. *Damage Factor*

e. Umur Rencana

f. Faktor Distribusi Arah

g. Faktor Distribusi Lajur

h. *ESAL* Selama Umur Rencana

Umur Rencana (UR), yang biasanya digunakan dalam perencanaan jalan adalah 10 tahun. UR ditentukan oleh jenis atau fungsi jalan, dan ditentukan oleh berapa lama jalan dibuka atau digunakan sampai diperbaiki (*overlay*). Untuk menghitung lalu lintas kumulatif selama umur rencana, rumus berikut dapat digunakan:

$$W_{18} = \sum_{N_1}^{N_n} LHR_j \times VDF_j \times D_D \times D_L \times 365$$

4. *Reabilitas* (R)

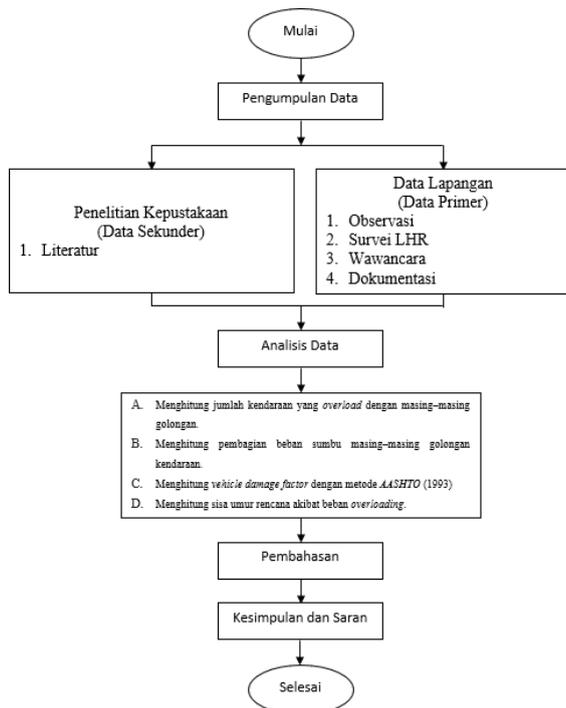
5. Kemampuan Pelayanan

6. *CBR*

2.8 Beban Berlebih

Beban berlebih (*overloading*) adalah jumlah berat muatan kendaraan angkutan penumpang, mobil barang, kendaraan khusus, kereta gandeng, dan kereta tempelan yang diangkut melebihi dari jumlah berat yang diijinkan (JBI) atau Muatan Sumbu Terberat (MST) melebihi kelas jalan yang ditetapkan (Perda Pov. Kaltim No. 09 Tahun 2006).

III. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

IV. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) adalah satuan yang paling umum digunakan untuk mengukur jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, atau menit). Data LHR untuk ruas Jalan Raya Narogong, Kec. Cileungsi, Kab. Bogor adalah sebagai berikut:

Tabel 3. LHR Ruas Jalan Narogong Kec. Cileungsi (Kendaraan/hari)

No	Jenis Kendaraan	Karakteristik	Volume Kendaraan
1	Sedan/mobil penumpang	LV	5708
2	Bus Kecil	LV	60
3	Bus Besar	HV	56
4	Pick Up	LV	592
5	Truk Ringan	HV	420
6	Truk Sedang	HV	24
7	Truk Tandem	HV	108
8	Semi Trailer 1.2-2	HV	76
9	Semi Trailer 1.2-2.2	HV	34
10	Truk Gandeng 1.2+2.2	HV	42
11	Sepeda Motor	MC	22608
12	Kend. Tak Bermotor		48
Jumlah			29098

Sumber : Survei LHR Lapangan, 2023

4.2 Data Beban Kendaraan

Untuk data beban dari setiap jenis kendaraan bermuatan normal dapat dilihat pada Tabel 4. Dibawah ini:

Tabel 4. Berat Muatan Normal Kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Berat Muatan Normal (Kg)
1	Sedan/mobil penumpang	2000
2	Bus Kecil	6000
3	Bus Besar	8000
4	Pick Up	2300
5	Truk Ringan	6000
6	Truk Sedang	8000
7	Truk Tandem	15000
8	Semi Trailer 1.2-2	13500
9	Semi Trailer 1.2-2.2	17000
10	Truk Gandeng 1.2+2.2	15500

Sumber : Dinas PUPR Pusat Kota Jakarta, 2022

Di bawah ini adalah data berat muatan berlebih yang diperoleh dari literatur atau penelitian sebelumnya, di mana kendaraan melebihi batas berat yang diizinkan:

Tabel 5. Berat Muatan Berlebih (*Overload*)

No	Jenis Kendaraan	Berat Muatan Berlebih (Kg)
1	Pick Up	3500
2	Truk Ringan	9000
3	Truk Sedang	14000
4	Truk Tandem	20000
5	Semi Trailer 1.2-2	19500
6	Semi Trailer 1.2-2.2	32000
7	Truk Gandeng 1.2+2.2	25500

Sumber : Dinas PUPR Pusat Kota Jakarta, 2022

4.3 Data Jumlah Kendaraan *Overload*

Untuk jumlah kendaraan *Overload* perhari dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Data Jumlah Kendaraan *Overload*

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan <i>Overload</i> perhari
1	Pick Up	60
2	Truk Ringan	42
3	Truk Sedang	15
4	Truk Tandem	68
5	Semi Trailer 1.2-2	47
6	Semi Trailer 1.2-2.2	24
7	Truk Gandeng 1.2+2.2	32

Sumber : Survei LHR Lapangan, 2023

4.4 Menghitung Angka Ekuivalen Kendaraan atau *Vehicle Damage Factor (VDF)*

Rekapitulasi perhitungan kumulatif angka ekuivalen kendaraan atau *Vehicle Damage Factor (VDF)* muatan normal dan muatan berlebih dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Dari perhitungan kumulatif angka ekuivalen kendaraan atau *Vehicle Damage Factor (VDF)* untuk muatan normal diatas, kumulatif *VDF* yaitu sebesar 223.141,03 *ESAL* per tahun.

Sehingga kumulatif *VDF* untuk muatan normal selama umur rencana 10 tahun yaitu :

$$= \text{Kumulatif } VDF \text{ per tahun} \times \text{Umur Rencana}$$

$$= 223.141,03 \times 10$$

$$= 2.231.410,29 \text{ ESAL}$$

Dari perhitungan kumulatif angka ekuivalen kendaraan atau *Vehicle Damage Factor (VDF)* untuk muatan berlebih (*overload*) diatas, kumulatif *VDF* yaitu sebesar 354.081,98 *ESAL* per tahun.

Sehingga kumulatif *VDF* untuk muatan berlebih (*overload*) selama umur rencana 10 tahun yaitu :

$$= \text{Kumulatif } VDF \text{ per tahun} \times \text{Umur Rencana}$$

$$= 354.081,98 \times 10$$

$$= 3.540.819,84 \text{ ESAL}$$

4.5 Persentase Peningkatan *VDF* Kumulatif Akibat Muatan Berlebih

Dari perhitungan sebelumnya diperoleh hasil sebagai berikut :

- VDF* kumulatif muatan normal selama umur rencana 10 tahun yaitu 2.231.410,29 *ESAL*
- VDF* kumulatif muatan berlebih (*overload*) selama umur rencana 10 tahun yaitu 3.540.819,84 *ESAL* Maka diperoleh peningkatan *VDF* sebagai berikut :
Peningkatan *VDF* per tahun
= Total *VDF* kumulatif muatan berlebih
– *VDF* muatan normal
= 3.540.819,84 – 2.231.410,29
= 1.309.409,55

Sehingga persentase *VDF* kumulatif muatan berlebih adalah sebagai berikut: Persentase peningkatan *VDF* kumulatif

$$= \frac{\text{Peningkatan } VDF}{\text{Total } VDF \text{ kumulatif muatan normal}} \times 100\%$$

$$= \frac{1.309.409,55}{2.231.410,29}$$

$$= 58,68 \%$$

Tabel 7. Kumulatif *Vehicle Damage Factor (VDF)* Muatan Normal

NO	JENIS KENDARAAN	JUMLAH KENDARAAN/HARI	JUMLAH KENDARAAN/TAHUN	VDF Muatan Normal	Kumulatif VDF Muatan Normal
1	Mobil Penumpang	5708	2083420	0,00045	939,8232605
2	Pick Up	592	216080	0,00079	170,4807288
3	Bus Kecil	60	21900	0,31058	6801,699175
4	Bus Besar	56	20440	0,98159	20063,61304
5	Truk Ringan	420	153300	0,31058	47611,89423
6	Truk Sedang	24	8760	0,98159	8598,691303
7	Truk Tandem	108	39420	1,12295	44266,61408
8	Truk Trailer 1.2-2	76	27740	1,90543	52856,66124
9	Truk Trailer 1.2-2.2	34	12410	1,80997	22461,77461
10	Truk Gandeng 1.2+2.2	42	15330	1,26352	19369,77716
total					223141,0288

Sumber : Hasil Pengolahan Data 2023

Tabel 8. Kumulatif *Vehicle Damage Factor (VDF)* Muatan Berlebih

NO	JENIS KENDARAAN	JUMLAH KENDARAAN/HARI	JUMLAH KENDARAAN/TAHUN	VDF Muatan Berlebih	Kumulatif VDF Muatan Berlebih
1	Pick Up	60	21900	0,00423	92,654319
2	Truk Ringan	42	15330	0,98159	15047,70978
3	Truk Sedang	15	5475	4,96928	27206,7967
4	Truk Tandem	68	24820	2,57778	63980,39882
5	Semi Trailer 1.2-2	47	17155	5,54085	95053,20057
6	Semi Trailer 1.2-2.2	24	8760	9,36183	82009,65475
7	Truk Gandeng 1.2+2.2	32	11680	6,05236	70691,56937
total					354081,9843

Sumber : Hasil Pengolahan Data 2023

4.6 Umur Rencana Jalan Berdasarkan Analisa Kumulatif ESAL

a. Persentase Penurunan Umur Rencana Pada Muatan Normal

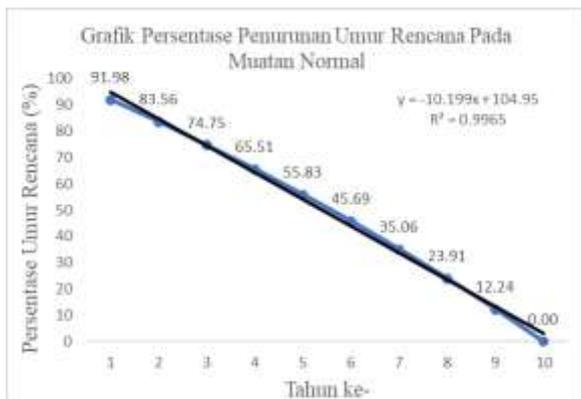
Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut.

Tabel 9. Persentase Umur Rencana Muatan Normal

No	Tahun ke-	N_p (ESAL)	N_{15} (ESAL)	RJ (%)
1	1	1.115.705,65	13.902.910,07	91,98
2	2	2.284.965,16	13.902.910,07	83,56
3	3	3.510.349,13	13.902.910,07	74,75
4	4	4.794.551,54	13.902.910,07	65,51
5	5	6.140.395,66	13.902.910,07	55,83
6	6	7.550.840,29	13.902.910,07	45,69
7	7	9.028.986,27	13.902.910,07	35,06
8	8	10.578.083,26	13.902.910,07	23,91
9	9	12.201.536,90	13.902.910,07	12,24
10	10	13.902.910,07	13.902.910,07	0,00

Sumber : Hasil Pengolahan Data 2023

Dari perhitungan dan data tabel di atas dapat diperoleh grafik persentase penurunan umur rencana pada muatan normal, seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 5. Grafik Persentase Penurunan Umur Rencana pada Muatan Normal

b. Persentase Penurunan Umur Rencana pada Muatan Berlebih (Overload)

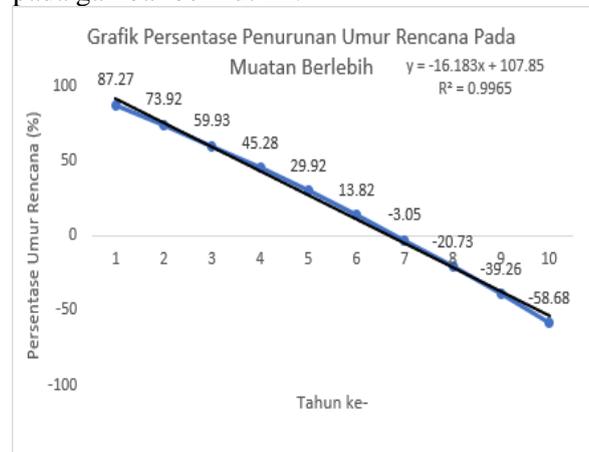
Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut.

Tabel 10. Persentase Umur Rencana Muatan Berlebih

No	Tahun ke-	N_p (ESAL)	N_{15} (ESAL)	RJ (%)
1	1	1.770.409,92	13.902.910,07	87,27
2	2	3.625.799,52	13.902.910,07	73,92
3	3	5.570.247,82	13.902.910,07	59,93
4	4	7.608.029,63	13.902.910,07	45,28
5	5	9.743.624,98	13.902.910,07	29,92
6	6	11.981.728,90	13.902.910,07	13,82
7	7	14.327.261,81	13.902.910,07	-3,05
8	8	16.785.380,30	13.902.910,07	-20,73
9	9	19.361.488,47	13.902.910,07	-39,26
10	10	22.061.249,84	13.902.910,07	-58,68

Sumber : Hasil Pengolahan Data 2023

Dari perhitungan dan data tabel diatas maka diperoleh grafik persentase penurunan umur rencana pada muatan berlebih (overload), seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 6. Grafik Persentase Penurunan Umur Rencana pada Muatan Berlebih (Overload)

Dari grafik tersebut dapat diperoleh nilai umur rencana pada saat persentase umur rencana 0%, diketahui dari grafik tersebut persentase 0% terjadi diantara tahun ke-6 dan tahun ke-7. Pada tahun ke-6 persentase umur rencana 13,82% dan pada tahun ke-7 persentase umur rencana 3,05 %. Sehingga, perhitungannya menjadi sebagai berikut:

Rumus :

$$\frac{P_i + P_n}{t_n - t_i} = \frac{P_i}{x}$$

Dimana :

x = Nilai umur rencana pada saat persentase 0%

Pi = Nilai persentase di atas 0%

Pn = Nilai persentase dibawah 0%

ti = Tahun ke-i di atas persentase 0%

tn = Tahun ke-n dibawah persentase 0%

$$\frac{13,82 \% + 3,05 \%}{7 - 6} = \frac{13,82 \%}{x}$$
$$x = \frac{7 - 6}{13,82 \% + 3,05 \%} \times 13,82 \% = 0,819$$

Sehingga nilai umur rencana pada saat nilai persentase umur rencana mencapai 0% adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Nilai umur rencana} &= 6 + x \\ &= 6 + 0,819 \\ &= 6,819 \text{ tahun} \end{aligned}$$

Jadi, berdasarkan perhitungan di atas diperoleh terjadinya penurunan umur rencana akibat muatan berlebih yaitu, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Penurunan umur rencana} &= 10 - 6,819 \\ &= 3,181 \text{ tahun} \\ &= 31,81 \% \end{aligned}$$

Berikut merupakan perbandingan persentase penurunan pada muatan normal dengan muatan berlebih (*overload*)



Gambar 7. Grafik Perbandingan Penurunan Umur Rencana pada Muatan Normal dan Muatan Berlebih

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan serta pembahasan terhadap hasil penelitian ini, maka dapat disimpulkan beberapa hal yaitu :

1. Kelebihan muatan pada kendaraan atau bisa dikatakan (*Overloading*) akan menimbulkan dampak yang cukup serius seperti berkurangnya umur permukaan jalan yang diharapkan sesuai dengan umur rencana yang telah ditentukan di awal sehingga jalan cepat rusak. Berdasarkan analisa yang dilakukan pada Jalan Narogong, Kec. Cileungsi, Kab. Bogor, Jawa Barat. Umur rencana perkerasan jalan untuk kendaraan bermuatan normal diperoleh 10 tahun sesuai dengan umur rencana sedangkan untuk kendaraan muatan berlebih adalah 6,819 tahun berkurang 3,181 tahun dari umur rencana.
2. Angka ekuivalen atau *Vehicle Damage Factor (VDF)* untuk muatan normal selama umur rencana 10 tahun yaitu 2.231.410,29 *ESAL*. Sedangkan angka ekuivalen atau *Vehicle Damage Factor (VDF)* untuk muatan berlebih selama umur rencana 10 tahun yaitu 3.540.819,84 *ESAL*.
3. Dampak dari beban berlebih mengakibatkan penurunan umur rencana, berdasarkan metode *AASHTO 1993* penurunan umur rencana yaitu sebesar 31,18% atau terjadi penurunan umur rencana sebesar 3,181 tahun. Sehingga persentase peningkatan *VDF* kumulatif akibat muatan berlebih (*overload*) adalah sebesar 58,68%.
4. Dari hasil analisis didapat *Damage Factor* seluruh jenis kendaraan, faktor kerusakan muatan per ton Muatan Berlebih terbesar adalah Semi Trailer 1.2-2.2 sebesar 31,75 %
5. Faktor lain yang mempengaruhi umur layanan jalan yaitu saluran drainase yang tidak terkontrol berhubung lingkungan studi kasus pada penelitian ini yaitu di area pasar sehingga banyak adanya genangan air di badan jalan pada saat hujan turun dan kebanyakan membuang air sembarang.

5.2. Saran

Berdasarkan pada hasil penelitian, maka penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Diperlukan kesadaran dari pengguna jalan untuk mematuhi peraturan agar supaya tidak melanggar ketentuan untuk berat muatan maksimum kendaraan yang diijinkan.
2. Untuk menjaga keawetan lapis perkerasan pada jalan, maka perlunya pengawasan terhadap sistem drainase agar air hujan yang turun tidak menggenangi badan jalan, serta pelaksanaan rehabilitasi atau perbaikan perkerasan jalan lebih dini.
3. Kerja sama dengan pihak berwenang, asosiasi industri dan lembaga terkait lainnya untuk mengatasi masalah beban berlebih kendaraan berat berhubung lingkungan Jalan Narogong, Kec. Cileungsi yaitu kawasan industri.
4. Lebih sering melakukan perawatan dan pemeliharaan rutin pada jalan raya yang menerima beban berlebih kendaraan berat. Tindakan ini dapat membantu memperpanjang umur perkerasan.

DAFTAR PUSTAKA

1. AASHTO.1993. *Guide for Design of Pavement Structure 1993. American Association of State Highways and Transportation Officials*, Washington, D.C, USA.
2. Departemen Pekerjaan Umum. 1987, *Petunjuk Perancangan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen*, Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta
3. Departemen Pekerjaan Umum. 1987, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.
4. Departemen Pekerjaan Umum. 2004. *Standar Geometri Jalan Perkotaan (RSNI T- 14 – 2004)*, Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta
5. Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. 2002. *Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Pt T-01-2002- B)*, Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta
6. Pandey, Sisca V. 2013. *Kerusakan Jalan Daerah Akibat Beban Overloading*. Jurnal Sipil Statik. Volume 11 No. 58 April 2013
7. Peraturan Direktur Jendral Perhubungan Darat Nomor: KP.4413/AJ.307/DRJD/2020
8. Safitri AP, Sendow KT, Pandey Vs. 2019, *Analisa Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Umur Rencana Jalan*, Jurnal Sipil Statik. Volume 7 No. 3 Maret 2019
9. Sukirman, S. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Bandung: Nova.

9. Sukirman, S. 2010. *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*, Bandung: Nova
10. Suryawan, Ari. 2009. *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement) Perencanaan Metode AASHTO 1993*. Yogyakarta. Beta Offset.
11. Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 *Tentang Jalan*.
12. Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 *Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*.

RIWAYAT PENULIS

1. Afrilla Ezha Nugraha, ST. (Alumni 2019) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Pakuan Bogor.
E-mail (afrilla.ezha@gmail.com)
2. Ir. Arif Mudianto, MT. Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Pakuan Bogor.
3. Heny Purwanti ST., MT. Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Pakuan Bogor.