

PENGARUH BEBAN BERLEBIH KENDARAAN BERAT TERHADAP UMUR RENCANA PERKERASAN KAKU PADA JALAN DIPONEGORO, CILACAP

Fiky Apriyadi^{1*}, Miftahul Fauziah^{2*}

^{1,2} Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km 14,5, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta
*Email: fikyapriyadi8@gmail.com miftahul.fauziah@uii.ac.id

Abstrak

Jalan Diponegoro, Cilacap, Jawa Tengah merupakan jalur utama di wilayah selatan Jawa yang banyak dilalui oleh kendaraan berat, sehingga berpotensi sering terjadi pelanggaran muatan berlebih yang dapat berpengaruh terhadap kondisi perkerasan jalan yang telah direncanakan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh muatan berlebih pada kendaraan berat terhadap kondisi jalan, yaitu mencakup vehicle damage factor, umur rencana dan kebutuhan tebal perkerasan. Data yang digunakan menggunakan data sekunder berupa data berat kendaraan aktual dari jembatan timbang Wanareja, data perencanaan jalan dari P2JN, kemudian perhitungan presentase nilai VDF akibat muatan berlebih dan penurunan umur rencana menggunakan nilai vehicle damage factor metode AASHTO (1993), NAASRA (2004), dan Bina Marga (1987). Kemudian perhitungan kebutuhan tebal perkerasan dengan metode modifikasi AASHTO (1993). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan muatan berlebih aktual yang terjadi di Jalan Diponegoro, Cilacap diperoleh peningkatan nilai VDF kumulatif, berdasar metode Bina Marga (1987) sebesar 86,68%, berdasar metode NAASRA (2004) sebesar 81,57%, sedangkan dengan metode AASHTO (1993) sebesar 95,83%. Penurunan umur rencana akibat muatan berlebih aktual berdasar metode Bina Marga (1987) sebesar 4,137 tahun, berdasar metode NAASRA (2004) sebesar 3,954 tahun sedangkan dengan metode AASHTO (1993) sebesar 4,453 tahun. Kebutuhan tebal perkerasan akibat muatan berlebih aktual, berdasar metode Bina Marga (1987) diperoleh peningkatan 9,93% dari kondisi normal, berdasar metode NAASRA (2004) sebesar 9,41% sedangkan dengan metode AASHTO (1993) sebesar 10,69%. Pada simulasi persentase muatan berlebih diperoleh muatan berlebih 10% sudah berpengaruh terhadap kondisi jalan, diperoleh penurunan umur rencana 6 bulan dengan metode Bina Marga 1987, NAASRA (2004) dan AASHTO (1993). Kebutuhan tebal perkerasan meningkat sebesar 0,34 cm dengan nilai VDF Bina Marga (1987), dengan nilai VDF NAASRA 2004 sebesar 0,33 cm sedangkan dengan nilai VDF AASHTO (1993) sebesar 0,36 cm dari kondisi normal.

Kata kunci: AASHTO 1993, Bina Marga 1987, NAASRA 2004, Muatan Berlebih, Tebal Perkerasan Kaku, Umur Rencana.

PENDAHULUAN

Muatan berlebih merupakan salah satu jenis pelanggaran yang biasa terjadi pada kendaraan berat angkutan barang. Jalan Diponegoro, Cilacap merupakan jalan utama yang menjadi penghubung antar provinsi dan beberapa kota. Kondisi tersebut membuat jalan banyak dilalui oleh kendaraan berat yang bermuatan niaga. Beban *overloading* berpotensi berpengaruh terhadap beban lalu lintas yang terjadi, sehingga dapat mempengaruhi kondisi perkerasan jalan yang telah direncanakan. Menurut kepala jembatan Timbang Wanareja, pelanggaran muatan berlebih kendaraan berat masih sering terjadi meskipun sanksi yang diberikan sudah cukup tegas. Banyaknya pelanggaran yang terjadi akan berdampak pada meningkatnya beban lalu lintas yang terjadi pada jalan, sehingga akan mempengaruhi kondisi jalan tersebut terutama bagian strukturnya dan umur kemampuan pelayanan jalan tersebut.

Muatan berlebih akan meningkatkan kerusakan jalan dan memperpendek umur layanan jalan sehingga perlu pengendalian terhadap muatan berlebih berupa pengendalian terhadap muatan sumbu terberat (MST) (Ditjen Perhubungan Darat, 2005). Menurut Afrizal (2014) volume lalu lintas dan kapasitas muatan sangat berpengaruh langsung terhadap penurunan umur rencana jalan, terutama pada kendaraan yang mempunyai muatan melebihi kapasitas muatan izin sebesar 8,16 ton. Mulyono (2011) menyatakan bahwa penurunan kinerja jalan lebih dominan disebabkan pengaruh faktor eksternal (repetisi beban gandar kendaraan dan disfungsi sistem drainase spasial terhadap drainase jalan).

Paper ini menyajikan hasil penelitian tentang persentase muatan berlebih aktual di jalan Diponegoro, pengaruh beban *overloading* terhadap “*damage factor*” kendaraan pada perkerasan kaku, pengaruh beban *overloading* pada perkerasan kaku terhadap umur rencana perkerasan kaku, dan pengaruh beban *overloading* terhadap umur rencana jalan yang telah ditentukan.

Vehicles Damage Factor (VDF)

Formula VDF Bina Marga 1987

Angka Ekuivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu tiap golongan ditentukan menurut Persamaan 1 dan 2 di bawah ini sebagai berikut.

$$\text{Sumbu tunggal} = \left(\frac{\text{Beban satu sumbu tunggal dalam Kg}}{8160} \right)^4 \quad (1)$$

$$\text{Sumbu ganda} = 0,086 \left(\frac{\text{Beban satu sumbu tunggal dalam Kg}}{8160} \right)^4 \quad (2)$$

Formula VDF NAASRA 2004

Angka Ekuivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu tiap golongan ditentukan menurut Persamaan 3, 4 dan 5 di bawah ini sebagai berikut.

$$\text{Sumbu tunggal, roda tunggal} = \left(\frac{\text{Beban satu sumbu tunggal dalam Kg}}{5400} \right)^4 \quad (3)$$

$$\text{Sumbu tunggal, roda ganda} = \left(\frac{\text{Beban satu sumbu tunggal dalam Kg}}{8200} \right)^4 \quad (4)$$

$$\text{Sumbu ganda, roda ganda} = \left(\frac{\text{Beban satu sumbu ganda dalam Kg}}{13600} \right)^4 \quad (5)$$

Formula VDF AASHTO 1993

Nilai *VDF* tiap golongan kendaraan pada metode *AASHTO* 1993 menggunakan cara interpolasi, yaitu dengan menggunakan Tabel yang diberikan oleh *AASHTO* 1993. Cara menentukan nilai *VDF* pada tabel tersebut adalah dengan menghubungkan antara 3 parameter yaitu, beban sumbu (*Axle Load*), *Pavement Structural Number (SN)* dan nilai *Pt*.

Penurunan Umur Rencana

Sisa umur rencana adalah konsep kerusakan yang diakibatkan oleh jumlah repetisi beban lalu lintas dalam satuan satuan *Equivalent Standard Load (ESAL)* yang diperkirakan akan melintas dalam kurun waktu tertentu (*AASHTO*,1993). Perhitungan persentase umur sisa rencana menggunakan Persamaan 6 sebagai berikut.

$$RI = 100 \left[1 - \left[\frac{N_p}{N_{1,5}} \right] \right] \quad (6)$$

Dengan :

- RI* = persentase sisa umur rencana,
- N_p* = kumulatif *ESAL* pada akhir tahun, dan
- N_{1,5}* = kumulatif *ESAL* pada akhir umur rencana.

Modifikasi AASHTO 1993

Modifikasi rumus *AASHTO* 1993 dihasilkan dari kajian dengan pendekatan dan pengkondisian parameter-parameter perencanaan yang lazim di Indonesia sehingga menghasilkan penurunan rumus atau hubungan antara *ESAL* terhadap pelat beton perkerasan. Dari hasil kajian, rumus *AASHTO* 1993 dapat dimodifikasi, dengan mengambil tingkat *reability* 90%, menjadi seperti Persamaan 7 sebagai berikut.

$$\text{Log}_{10} W_{18} = -0,0759 + 7,35 \log_{10}(D+1) - \frac{0,1761 (D+1)^{8,46}}{(D+1)^{8,46} + 1,624 \times 10^7} + 3,42 \log_{10} \frac{D^{0,75} - 1,132}{D^{0,75} - 1,4631} \quad (7)$$

Dengan :

- W₁₈* = *traffic design (ESAL)*, dan
- D* = tebal pelat beton (Inci)

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu sebagai berikut.

a. Pengumpulan data

Data sekunder diperoleh dari jembatan timbang Wanareja, Cilacap berupa data hasil penimbangan berat muatan kendaraan berat angkutan barang, selain itu untuk data perencanaan perkerasan kaku Jalan Diponegoro berupa LHR, jenis perkerasan yang digunakan, dan umur rencana diambil dari Kantor Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional (P2JN) Provinsi Jawa Tengah.

b. Pengolahan data

Tahap pengolahan data dilakukan untuk memudahkan proses analisis data. Pada tahap ini data sekunder hasil penimbangan berat muatan kendaraan berat angkutan barang tiap golongan yang *overload* lalu dihitung berapa persentase kelebihan muatan pada tiap golongan. Tahapan analisis data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

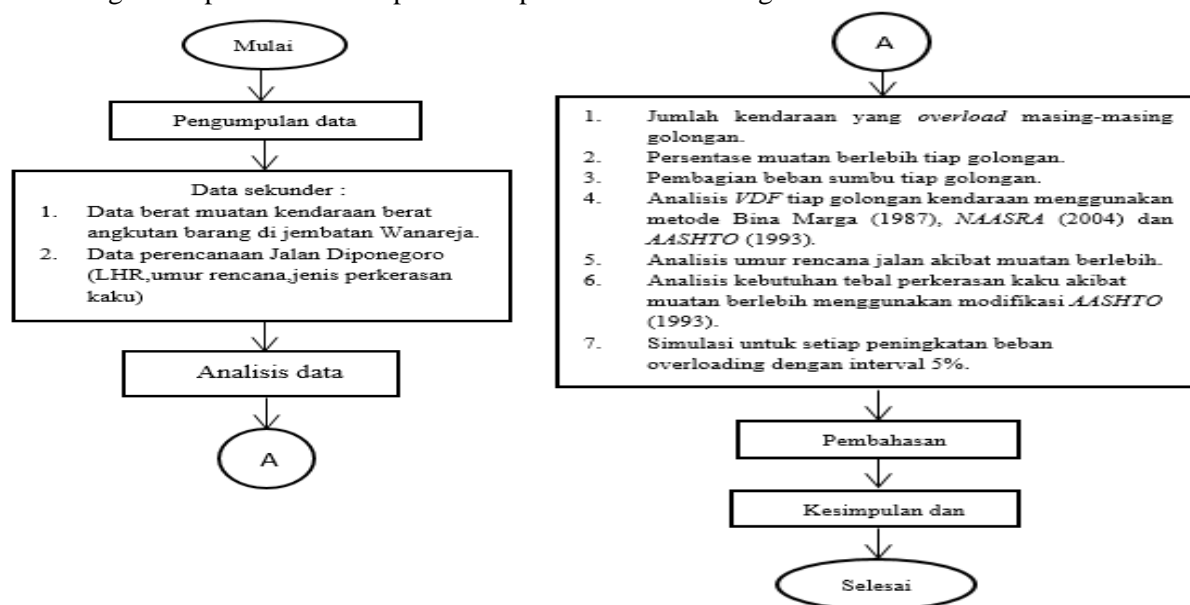
- 1) Perhitungan jumlah kendaraan yang *overload* masing-masing golongan.
- 2) Perhitungan nilai persentase muatan berlebih masing-masing golongan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.
- 3) Perhitungan pembagian beban sumbu masing-masing golongan kendaraan.
- 4) Perhitungan *vehicles damage factor* dan persentase akibat muatan berlebih tiap golongan kendaraan berat angkutan barang metode Bina Marga (1987), *NAASRA* (2004) dan *AASHTO* (1993).

Pada tahap ini langkah yang dilakukan antara lain sebagai berikut.

- a) Perhitungan *VDF* masing-masing kendaraan golongan metode Bina Marga (1987) menggunakan Persamaan 1 dan 2, metode *AASHTO* (1993) menggunakan metode interpolasi dan metode *NAASRA* (2004) dengan menggunakan persamaan 3, 4, dan 5.
- b) Perhitungan peningkatan *VDF* kendaraan setiap golongan dengan menggunakan Persamaan 8 sebagai berikut.

$$\text{Peningkatan } VDF = \text{Total } ESAL \text{ overload} - \text{Total } ESAL \text{ normal} \quad (8)$$
- 5) Perhitungan sisa umur rencana akibat beban *overloading* aktual menggunakan Persamaan (6)
- 6) Perhitungan kebutuhan tebal perkerasan sesuai umur rencana yang telah ditentukan menggunakan metode modifikasi *AASHTO* (1993) dengan beban *overloading* hasil penimbangan jembatan timbang Wanareja.
- 7) Simulasi untuk setiap peningkatan beban *overloading* dengan interval 5%, untuk mendapatkan minimal persentase yang tidak mempengaruhi umur rencana.

Bagan alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN**Pengaruh Beban Berlebih Terhadap *Damage Factor Vehicle (VDF)******VDF kumulatif Normal***

Hasil perhitungan *VDF* kumulatif normal berdasarkan metode Bina Marga (1987), *NAASRA* (2004) dan *AASHTO* (1993) dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. *VDF* Kumulatif Normal

No	Kendaraan	<i>VDF</i> kumulatif normal		
		Bina Marga (1987)	<i>NAASRA</i> (2004)	<i>AASHTO</i> (1993)
1	Gol 2	403,228	2102,502	684,179
2	Gol 3	71027,508	89356,436	62963,24
3	Gol 4	103124,95	129736,75	91416,427
4	Gol 5a	36784,939	46277,438	32608,479
5	Gol 5b	53537,111	67412,31	50051,639
6	Gol 6	1324386,4	1667221,98	1413986,167
7	Gol 7a	321216,342	633552,457	575399,145
8	Gol 7b	9987,431	12280,131	10293,009
9	Gol 7c	109666,402	189871,533	169620,617
	Total	2030134,31	2837811,547	2407022,906

VDF kumulatif akibat muatan berlebih aktual

Hasil perhitungan *VDF* kumulatif akibat muatan berlebih aktual berdasarkan metode Bina Marga (1987), *NAASRA* (2004) dan *AASHTO* (1993) dapat dilihat pada tabel 2 sebagai berikut.

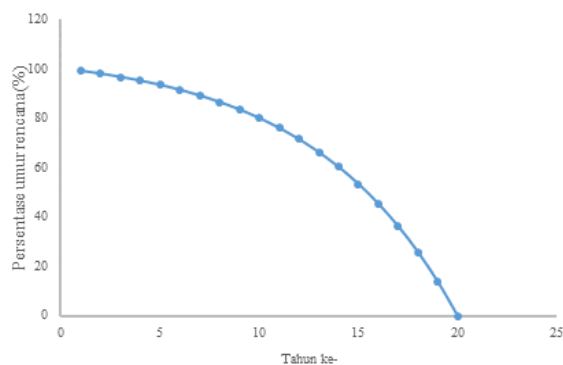
Tabel 2. *VDF* Kumulatif Akibat Muatan Berlebih Aktual

No	Kendaraan	<i>VDF</i> kumulatif akibat muatan berlebih aktual		
		Bina Marga (1987)	<i>NAASRA</i> (2004)	<i>AASHTO</i> (1993)
1	Gol 2	403,228	2102,502	684,179
2	Gol 3	91367,725	114945,526	83819,876
3	Gol 4	184787,197	232472,262	177255,245
4	Gol 5a	36784,939	46277,438	32608,479
5	Gol 5b	53537,111	67412,31	50051,639
6	Gol 6	2787166,476	3508662,739	3283276,039
7	Gol 7a	469216,372	925460,962	853701,022
8	Gol 7b	56911,521	65390,187	62737,366
9	Gol 7c	109666,402	189871,533	169620,617
	Total	3789840,973	5152595,464	4713754,466

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, diperoleh hasil Persentase peningkatan *VDF* kumulatif Bina Marga (1987) sebesar 86,68%, berdasar *NAASRA* (2004) sebesar 81,57%, dan berdasar *AASHTO* (1993) sebesar 95,83%.

Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Penurunan Umur Rencana***Penurunan umur rencana kondisi normal***

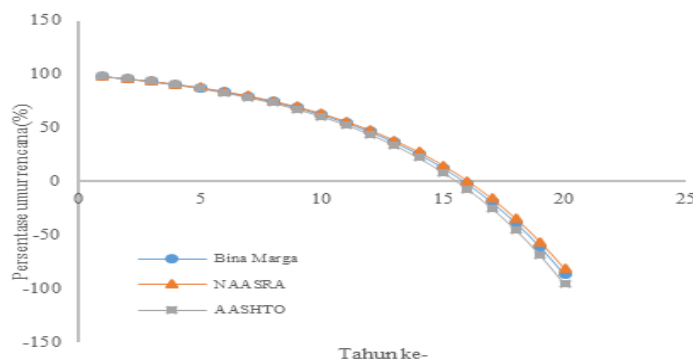
Penurunan umur rencana pada kondisi normal dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Penurunan Umur Rencana Kondisi Normal

Penurunan umur rencana akibat muatan berlebih aktual

Penurunan umur rencana akibat muatan berlebih aktual berdasarkan nilai *VDF* Bina Marga (1987), *NAASRA* (2004) dan *AASHTO* (1993) dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Penurunan Umur Rencana Akibat Muatan Berlebih Aktual Berdasarkan Nilai *VDF* Bina Marga (1987), *NAASRA* (2004) dan *AASHTO* (1993)

Berdasarkan grafik tersebut diperoleh penurunan umur rencana berdasarkan Bina Marga (1987) sebesar 4,1379 tahun (20,68%), berdasarkan *NAASRA* (2004) sebesar 3,954 tahun (19,77%) dan penurunan umur rencana berdasarkan *AASHTO* (1993) sebesar 3,45 tahun (22,26%).

Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Kebutuhan Tebal Perkerasan

Kebutuhan tebal perkerasan kondisi normal

Kebutuhan tebal perkerasan kondisi normal dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Kebutuhan Tebal Perkerasan Kaku

Nilai <i>VDF</i> metode	Kebutuhan tebal perkerasan kaku (cm)
Bina Marga (1987)	31
<i>NAASRA</i> (2004)	32
<i>AASHTO</i> (1993)	32

Kebutuhan tebal perkerasan akibat muatan berlebih aktual

Kebutuhan tebal perkerasan akibat muatan berlebih aktual dapat dilihat pada Tabel 4 di halaman berikut.

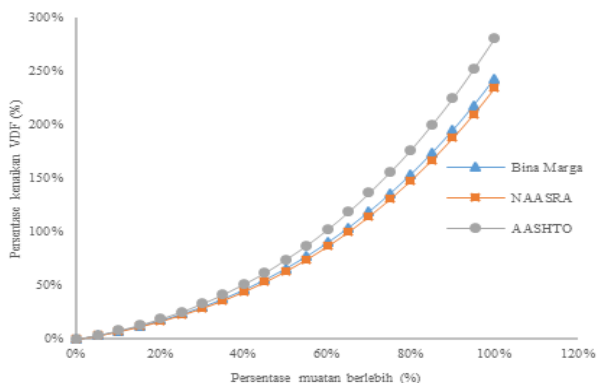
Tabel 4. *VDF* Kumulatif Akibat Muatan Berlebih Aktual

Nilai <i>VDF</i> metode	Kebutuhan tebal perkerasan kaku (cm)
Bina Marga (1987)	34
<i>NAASRA</i> (2004)	35
<i>AASHTO</i> (1993)	35

Berdasarkan hasil tersebut diperoleh peningkatan kebutuhan tebal perkerasan kaku akibat muatan berlebih aktual berdasarkan nilai *VDF* Bina Marga (1987) sebesar 9,93%, berdasar nilai *VDF* *NAASRA* (2004) sebesar 9,41% dan berdasar nilai *VDF* *AASHTO* (1993) sebesar 10,69%.

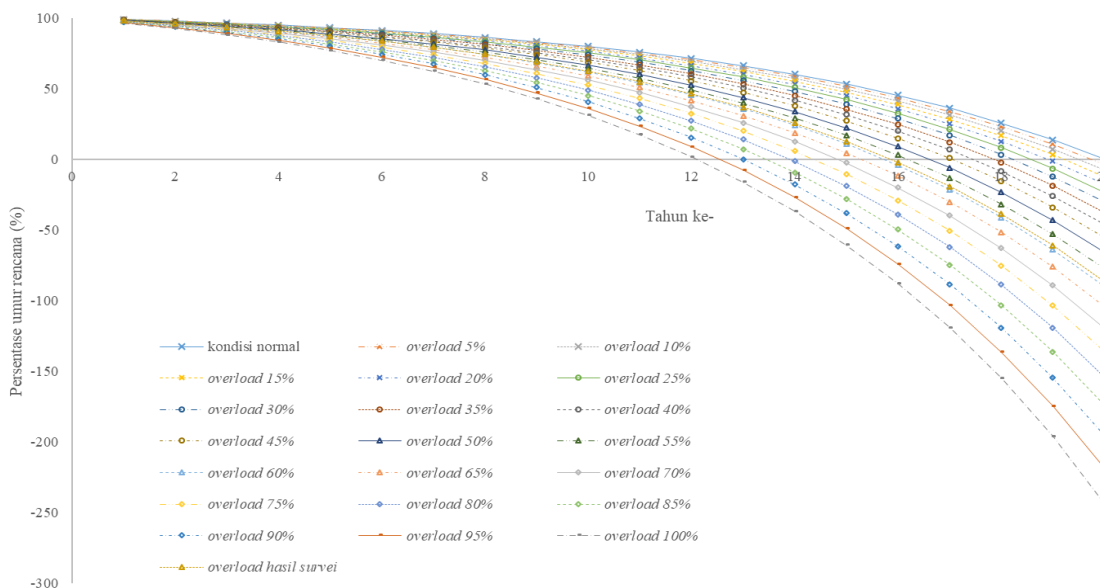
Simulasi muatan berlebih interval 5%-100%

Berdasarkan simulasi muatan berlebih interval 5%-100% diperoleh terjadi peningkatan kenaikan nilai *VDF* kumulatif yang dapat dilihat pada Gambar 4 di halaman berikut.

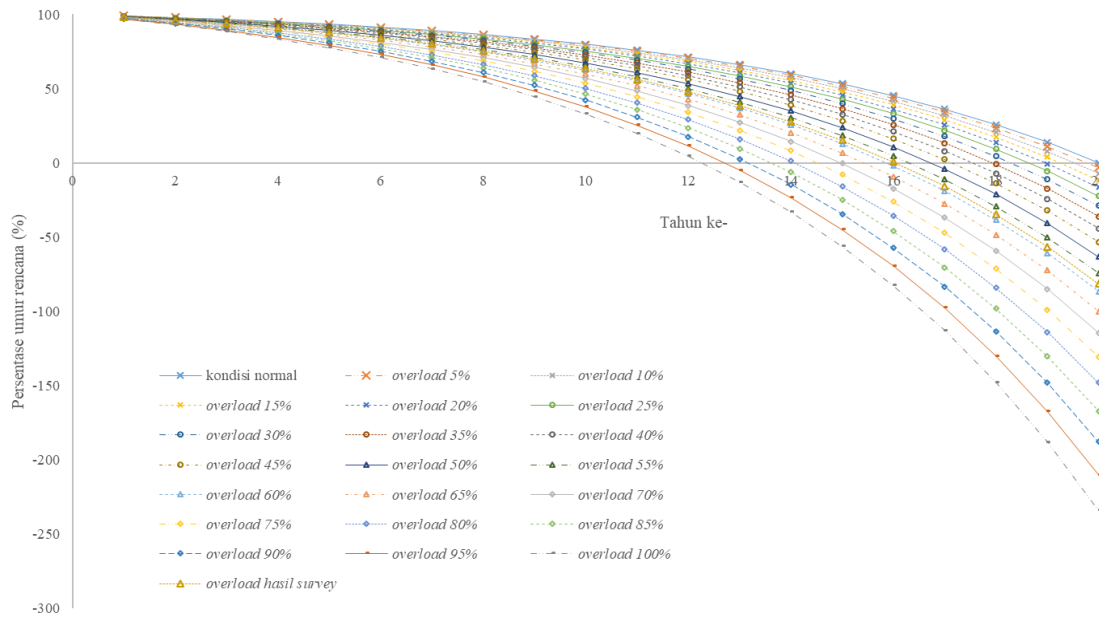


Gambar 4. Grafik Peningkatan VDF Kumulatif Akibat Muatan Berlebih Simulasi Berdasarkan Bina Marga (1987), NAASRA (2004) dan AASHTO (1993)

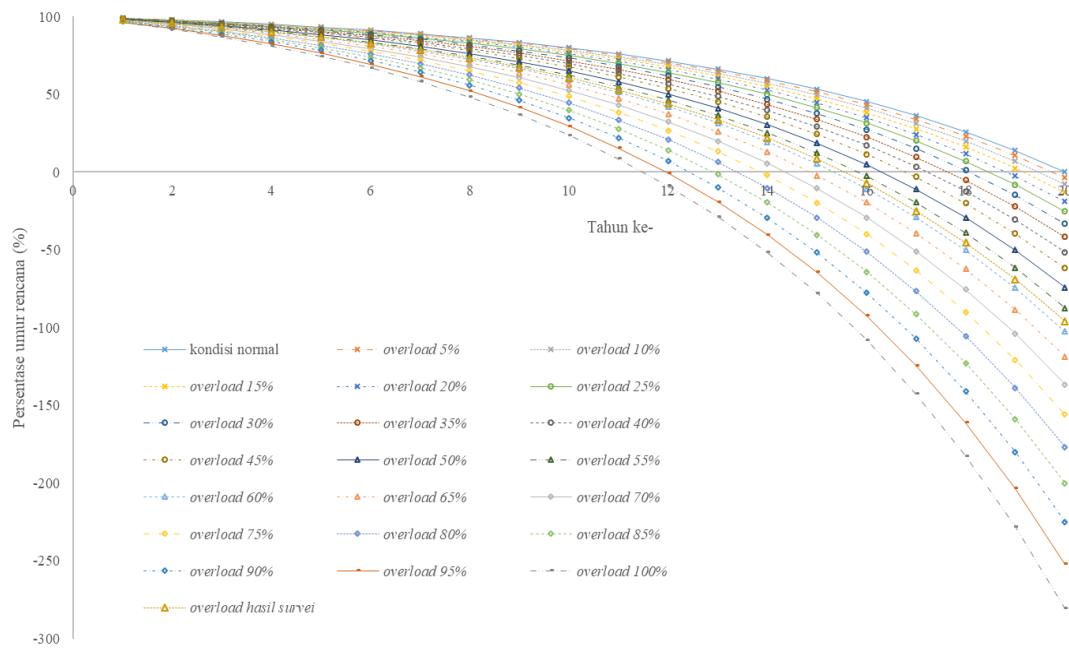
Selain itu diperoleh penurunan umur rencana akibat muatan berlebih simulasi berdasarkan Bina Marga (1987), *NAASRA* (2004), dan *AASHTO* (1993) yang dapat dilihat berturut-turut pada Gambar 5, 6 dan 7 sebagai berikut.



Gambar 5. Penurunan Umur Rencana Akibat Muatan Berlebih simulasi Berdasarkan Bina Marga (1987)

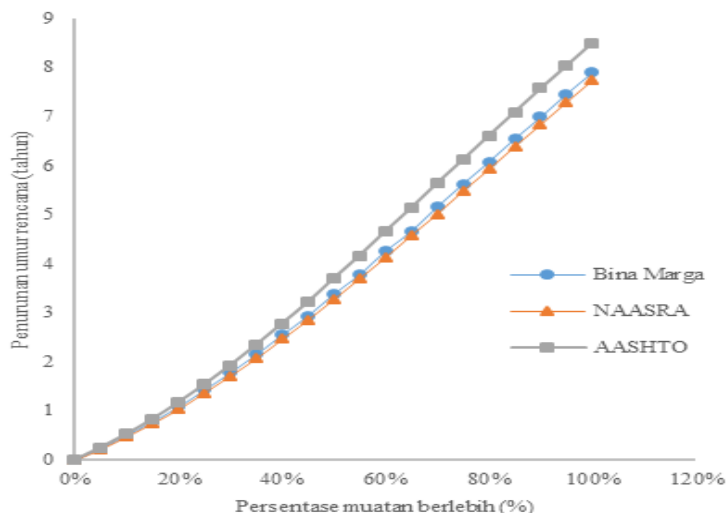


Gambar 6. Penurunan Umur Rencana Akibat Muatan Berlebih simulasi Berdasakan NAASRA (2004)



Gambar 7. Penurunan Umur Rencana Akibat Muatan Berlebih simulasi Berdasakan AASHTO (1993)

Berdasarkan grafik di atas diperoleh perbandingan penurunan umur rencana akibat muatan berlebih simulasi berdasar Bina Marga (1987), NAASRA (2004), dan AASHTO (1993) yang dapat dilihat pada Gambar 8 di halaman berikut.



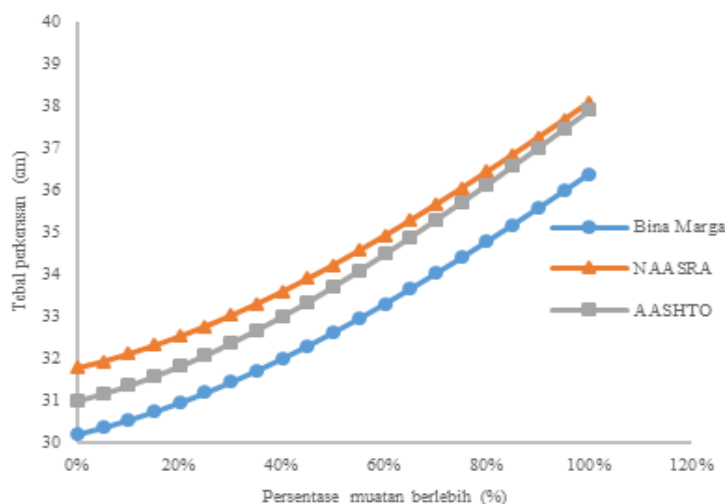
Gambar 8. Grafik Perbandingan Penurunan Umur Rencana Akibat Muatan Belebih Simulasi Berdasarkan Bina Marga (1987), NAASRA (2004), dan AASHTO (1993)

Pada simulasi muatan berlebih interval 5%-100% diperoleh kebutuhan tebal perkerasan kaku berdasarkan Bina Marga (1987), NAASRA (2004), dan AASHTO (1993) yang dapat dilihat pada Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Kebutuhan Tebal Perkerasan Kaku Akibat Muatan Berlebih Simulasi

No	Persentase muatan berlebih (%)	Tebal Perkerasan (cm)		
		Bina Marga (1987)	NAASRA (2004)	AASHTO (1993)
1	0	30,22346	31,80334	31,01848
2	5	30,38094	31,95574	31,18866
3	10	30,55874	32,13608	31,37916
4	15	30,75686	32,3342	31,60014
5	20	30,97276	32,55264	31,84144
6	25	31,20644	32,78886	32,10052
7	30	31,46044	33,0454	32,39516
8	35	31,72968	33,31972	32,69742
9	40	32,01924	33,61182	33,02762
10	45	32,3215	33,9217	33,3629
11	50	32,64154	34,24682	33,73628
12	55	32,97174	34,58718	34,10966
13	60	33,31718	34,94024	34,5059
14	65	33,67532	35,30346	34,90722
15	70	34,04362	35,68192	35,32124
16	75	34,41954	36,068	35,74034
17	80	34,80562	36,46424	36,16198
18	85	35,19678	36,86556	36,6014
19	90	35,59556	37,27704	37,03574
20	95	36,00196	37,6936	37,48278
21	100	36,4109	38,11524	37,9222

Berdasarkan hasil tersebut diperoleh perbandingan kebutuhan tebal perkerasan akibat muatan berlebih simulasi berdasar Bina Marga (1987), NAASRA (2004), dan AASHTO (1993) yang dapat dilihat pada Gambar 9 di halaman berikut.



Gambar 9. Grafik Perbandingan Kebutuhan Tebal Perkerasan Simulasi Akibat Muatan Belebih Berdasarkan Bina Marga (1987), NAASRA (2004) dan AASHTO (1993)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah diuraikan tentang pengaruh muatan berlebih terhadap umur rencana, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

- Persentase muatan berlebih aktual pada jalan Diponegoro, Cilacap diperoleh untuk golongan 3 sebesar 37,8%, golongan 4 sebesar 55,66%, golongan 6 sebesar 60,91%, golongan 7a sebesar 47,22% dan golongan 7b sebesar 59,97%.
- Muatan berlebih aktual di lapangan dapat mengakibatkan peningkatan nilai *VDF* kumulatif, berdasar metode Bina Marga (1987) diperoleh peningkatan *VDF* kumulatif sebesar 86,68%, berdasar metode NAASRA (2004) sebesar 81,57%, sedangkan dengan metode AASHTO (1993) sebesar 95,83%.
- Penurunan umur rencana akibat muatan berlebih aktual di lapangan, berdasar metode Bina Marga (1987) diperoleh penurunan umur rencana sebesar 4,137 tahun atau turun sebesar 20,69% dari umur rencana (20 tahun), berdasar metode NAASRA (2004) diperoleh penurunan umur rencana 3,954 tahun turun sebesar 19,77%, sedangkan dengan metode AASHTO (1993) terjadi penurunan umur rencana 4,453 tahun atau turun sebesar 22,26%.
- Kebutuhan tebal perkerasan akibat muatan berlebih aktual di lapangan, berdasar metode Bina Marga (1987) sebesar 109,93% terdapat selisih 3 cm lebih besar dari kebutuhan tebal perkerasan kondisi normal yaitu 31 cm, berdasar metode NAASRA (1993) sebesar 109,41% terdapat selisih 3 cm lebih besar dari kebutuhan tebal perkerasan kondisi normal yaitu 32 cm, sedangkan dengan metode AASHTO (1993) sebesar 110,69% terdapat selisih 3,3 cm lebih besar dari kebutuhan tebal perkerasan kondisi normal yaitu 32 cm.
- Berdasarkan analisis simulasi muatan berlebih 5%-100% diperoleh hasil pada kondisi muatan berlebih 10%, terjadi peningkatan *VDF* kumulatif sebesar 8% pada metode Bina Marga (1987), pada metode NAASRA (2004) terjadi peningkatan 7% sedangkan pada metode AASHTO (1993) terjadi peningkatan 8%. Selain itu terjadi penurunan umur rencana 2,4% (6 bulan) pada metode Bina Marga (1987), pada metode NAASRA (2004) 2,53% (6 bulan), sedangkan pada metode AASHTO (1993) 2,6% (6 bulan). Kebutuhan tebal perkerasan meningkat sebesar 1,1% (0,34 cm) pada metode Bina Marga (1987), pada metode NAASRA (2004) sebesar 1,05% (0,33 cm) sedangkan pada metode AASHTO (1993) sebesar 1,16% (0,36 cm). Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kenaikan persentase muatan berlebih 10% sudah dapat mempengaruhi keadaan jalan.

Merujuk pada hasil penelitian pengaruh muatan berlebih terhadap umur rencana jalan, maka penulis memberikan saran sebagai berikut.

- a. Masa evaluasi jalan dipercepat.
- b. Pengawasan pada jembatan timbang Wanareja diperketat agar tidak terjadi pelanggaran muatan berlebih.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO, 1993, *Guide For Design of Pavement Structures*, Washington DC.
- Afrizal, 2014, Analisa Pengaruh Muatan Berlebih Terhadap Umur Rencana Perkerasan Jalan, *Artikel*, Universitas Bung Hatta, Padang.
- Departemen Perhubungan, 2008, *Panduan Batasan Maksimum Perhitungan JBI (Jumlah Berat yang diizinkan) dan JBKI (Jumlah Berat Kombinasi yang diizinkan) Untuk Mobil Barang, Kendaraan Khusus, Kereta Penarik berikut Kereta Tempelan/Gandengan*, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2007, *Spesifikasi Umum Jalan dan Jembatan*.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2004, *Survai Pencacahan Lalu Lintas dengan Cara Manual*.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003, *Pedoman Perencanaan Perkerasan Lentur*.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003, *Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003, Pedoman Perencanaan Perkerasan Lentur*.
- Direktorat Bina Marga, 1987, *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan raya dengan Metode Analisa Komponen*.
- Hardiyatmo, H.C, 2011, *Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah*, UGM Press, Yogyakarta.
- Mulyono, 2011, Kepatuhan Penerapan Standar Mutu Untuk Mewujudkan Minded Penyelenggara Jalan Daerah, *Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar pada Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada*, Yogyakarta.
- NAASRA. 2004. *A Guide to The Visual Assesment of Pavement Condition*. Austrarlia.