

# ANALISIS DAMPAK BEBAN BERLEBIH (*OVERLOAD*) KENDARAAN TERHADAP UMUR RENCANA PERKERASAN JALAN MENGUNAKAN METODE AASHTO (STUDI KASUS: JALAN YOGYAKARTA-PRAMBANAN)

Widarto Sutrisno<sup>1</sup>, Krishadiyanto Dapa Beti<sup>2</sup>, Polykarpus Rera Wowa<sup>3</sup>, Dewi Sulistyorini<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa  
*widarto.sutrisno@ustjogja.ac.id*

<sup>2</sup>Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa  
*ridobeti04@gmail.com*

<sup>3</sup>Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa  
*polywowa@gmail.com*

<sup>4</sup>Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa  
*dewisulistyorini@ustjogja.ac.id*

## ABSTRAK

Ruas jalan Yogyakarta-Prambanan merupakan kawasan yang menuntut aktivitas lalu lintas kendaraan yang cukup padat. Jalan tersebut memiliki peran penting dalam mendistribusikan barang dan jasa. Jalan ini juga merupakan jalan utama untuk kendaraan barang maupun kendaraan penumpang yang melintas, sehingga menimbulkan pembebanan langsung yang dapat mempengaruhi umur rencana jalan itu sendiri. Dampak yang ditimbulkan oleh kendaraan yang bermuatan lebih adalah kerusakan jalan sebelum umur rencana itu tercapai, dan banyak ditemukan di beberapa wilayah. Dan dalam penelitian ini juga akan dihitung angka ekuivalen untuk setiap jenis kendaraan dan *Equivalent Standard Axle Load* (ESAL) pada keadaan beban normal dan beban berlebih. Untuk menghitung penurunan umur rencana jalan yang diakibatkan oleh beban berlebih (*overloading*) menggunakan nilai *Vehicle Damage Factor* (VDF) metode AASHTO 1993. Berdasarkan persamaan remaining life dari AASHTO 1993 sisa umur layan konstruksi perkerasan adalah sebesar 90,43% yang berarti usia perkerasan jalan berkurang sebesar 9,57%, dengan perbandingan angka ekuivalen terbesar adalah truk 2 as ringan yaitu sebesar 122,64%, hal ini menunjukkan bahwa tingkat kerusakan yang ditimbulkan kendaraan ini lebih besar dibandingkan dengan truk 2 as berat yaitu sebesar 24,007%.

**Kata-kata kunci:** perkerasan jalan, overload, umur rencana.

## ABSTRACT

*The Yogyakarta–Prambanan road section is an area that demands quite heavy vehicle traffic activities. The road has an important role in distributing goods and services. This road is also the main road for passing goods and passenger vehicles, thus causing direct loading that can affect the design life of the road itself. The impact caused by overloaded vehicles is road damage before the design life is reached, and is found in many areas. And in this study, the equivalent number for each type of vehicle and Equivalent Standard Axle Load (ESAL) will be calculated under normal and overload conditions. To calculate the decrease in the design life of the road caused by overloading, use the Vehicle Damage Factor (VDF) value of the AASHTO 1993 method. by 9.57%, with the largest equivalent ratio being a light 2 axle truck, which is 122.64%, this shows that the level of damage caused by this vehicle is greater than that of a heavy 2 axle truck, which is 24.007%.*

**Keywords:** road pavement, overload, design life.

## PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (UU No. 38 Tahun 2004). Jalan raya saat ini sering mengalami kerusakan dalam waktu yang relative sangat pendek (kerusakan dini) baik jalan yang baru dibangun maupun jalan yang baru diperbaiki (*overlay*). Beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan, penyebab utama kerusakan jalan adalah kualitas pelaksanaan, drainase, dan dari beban kendaraan yang melebihi ketentuan (*overloading*).

Secara definisi beban berlebih (*overloading*) adalah suatu kondisi beban gandar kendaraan melebihi beban standar yang digunakan pada asumsi desain perkerasan jalan atau jumlah lintasan operasional sebelum umur rencana tercapai, atau sering disebut dengan kerusakan dini. Sedangkan umur rencana perkerasan jalan adalah jumlah repetisi beban lalu lintas dalam satuan *Equivalent Standard Axle Load* (ESAL) yang dapat dilayani jalan sebelum terjadi kerusakan struktural pada lapisan perkerasan. Untuk menghitung sisa umur perkerasan yang diakibatkan oleh beban berlebih, maka digunakan metode AASHTO 1993. Salah satu penyebab kerusakan pada badan jalan diantaranya disebabkan oleh kendaraan dengan muatan berlebihan (*overloading*). Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mengetahui seberapa besar pengaruh beban berlebih (*overload*) terhadap umur rencana jalan, pada ruas jalan Yogyakarta-Prambanan dan mengetahui seberapa besar perbandingan angka ekuivalen sumbu kendaraan yang melewati ruas jalan Yogyakarta-Prambanan.

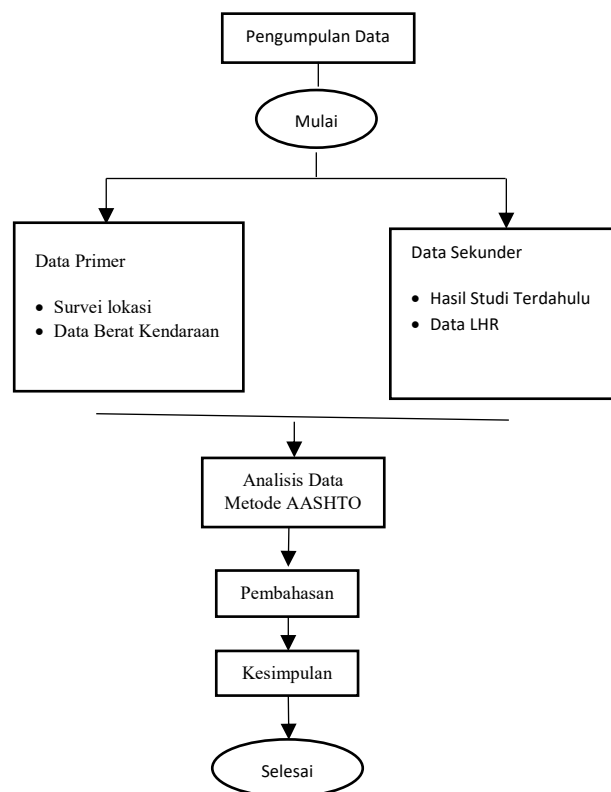
Menurut Eddy Gunawan (2019), beban berlebih (*overloading*) adalah suatu kondisi dimana kendaraan mengangkut muatan yang melebihi batas beban yang ditetapkan. Firdaus (1999) menyatakan bahwa kelebihan muatan 85,25% pada kendaraan 2 akan menaikkan *damage factor* sebesar 1077,81%, kelebihan muatan 82,20% pada kendaraan 3 akan menaikkan *damage factor* sebesar 1001,92%. Salah satu penyebab muatan berlebih masih terjadi adalah karena lemahnya penegakan hukum terhadap pelaku pelanggaran muatan berlebih, sedangkan peningkatan kerusakan jalan yang terjadi lebih besar dari kemampuan pendanaan yang tersedia untuk penanganan jalan.

Wartadinata dan Situmorang (2012) menyatakan apabila beban muatan dibiarkan terus menerus terjadi, maka pada umur tahun pelayanan akan dimungkinkan terjadi kerusakan, hal ini dapat menimbulkan kerugian ekonomi. Saleh, dkk. (2009) menyampaikan bahwa truk

bermuatan lebih sangat berpengaruh terhadap daya rusak jalan. Kerusakan jalan berbanding lurus terhadap persentase kelebihan muatan bila dibandingkan dengan muatan sesuai jumlah beban ijin (JBI). Muatan truk berlebih mencapai persentase 50% mempengaruhi biaya pemeliharaan jalan sampai 2,5 kali terhadap rencana biaya pemeliharaan rutin pertahun dalam rentang waktu masa pelayanan.

## METODE PENELITIAN

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi data primer yang didapat dari hasil survey dan pengamatan secara langsung di lokasi, dan data sekunder yang diperoleh dari berbagai sumber informasi dan intansi, pustaka dan literatur.



Gambar 1. Bagan alur penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur merupakan struktur perkerasan yang sangat cocok dipakai pada struktur jalan dan landasan pacu. Tujuan perkerasan lentur:

1. Supaya diatas perkerasan tersebut bisa dilewati setiap saat maka lapisan permukaan harus kedap air agar melindungi tanah dasar, sehingga kadar air lapisan tanah dasar tidak berubah.

2. Mendistribusi beban terpusat, sehingga tekanan yang terjadi pada lapisan tanah dasar menjadi lebih kecil. Oleh karena itu lapis struktur perkerasan harus dibuat dengan sifat modulus kekakuan (modulus elastifitas), agar lapis diatas lebih besar dari lapis yang dibawahnya, sehingga menyediakan kekesatan agar nyaman.

Pada perencanaan perkerasan lentur sendiri dapat menggunakan metode AASHTO 1993 dengan persamaan menentukan tebal lapisan tersebut:

$$\log_{10} W_{18} = Z_R S_0 + 9,36 \log_{10}(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,32 \log_{10}(Mg) 8,07 \times$$

$$\dots(1)$$

$$\log_{10} \frac{S_c + C_d \times [D^{0,75} - 1,132]}{215,63 \times J \times \left[ D^{0,75} - \frac{18,42}{(E_c : k)^{0,25}} \right]}$$

Dengan :

$W_{18}$  : traffic design, equivalent single axle load (ESAL)

$$W_{18} = \sum_{N1}^{Nn} LHR_j \times VDF_j \times D_D \times D_L \times 36$$

...(2)

$Z_R$  : standar normal deviasi

$S_o$  : standar deviasi

$D$  : tebal Aspal (inchi)

$\Delta PSI$  : Serviceability loss(po - pt)

$P_o$  : Initial serviceability

$P_t$  : Terminal serviceability index

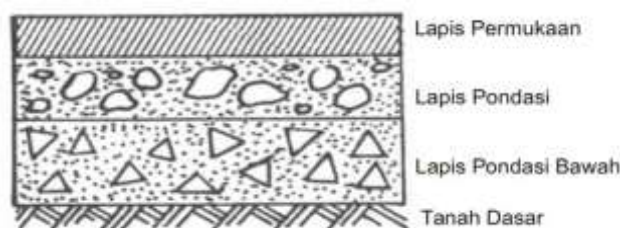
$S_c$  : Modulus of rupture (psi)

$C_d$  : Drainage coefficient

$J$  : Load transfer corfficient

$E_c$  : Modulus elastisitas tanah(psi)

$K$  : Modulus reaksi tanah (pci)



Gambar 2. Tipikal struktur perkerasan lentur  
(sumber : Darlan, S.T.,M.T)

### Beban Sumbu Standar

Konstruksi perkerasan dalam jalan direncanakan Dengan sejumlah repitisi beban kendaraan dalam satuan *standard axle load* (SAL) sebesar 18.000 lbs atau 8,16 ton untuk as tunggal roda ganda (*single axle dual wheel*). Dilapangan berat dan konfigurasi sumbu kendaraan didalam perhitungan perkerasan perlu terlebih dahulu ditransformasikan kedalam *equivalent standar axle load* (ESAL).

Angka ekuivalen beban sumbu kendaraan (E) adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintas beban sumbu tunggal/ganda kendaraan terhadap tingkat kerusakan beban standar sumbu tunggal seberat 8,163 ton (18.000 lb). menurut Koestalam dan Sutoyo (2010) formulasi perhitungan angka ekuivalen (E) yang diberikan oleh Binamarga dapat dilihat pada rumus berikut ;

$$E = k \left( \frac{L}{18,6} \right)^4 \quad \dots(3)$$

Dengan:

E :Angka ekuivalen beban sumbu kendaraan

L : Beban sumbu kendaraan (Ton)

k : 1 untuk sumbu tunggal

0,086 untuk sumbu *tandem*

0,031 untuk sumbu *triple*

### Pertumbuhan Lalulintas

Data primer yaitu volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) adalah data yang diperoleh melalui pengambilan data dari Dinas Perhubungan DIY dan pencacahan lalulintas secara manual pada ruas jalan Yogyakarta - Prambanan.

Untuk memprediksi pertumbuhan lalulintas menggunakan rumus:

$$LHR = (1 + i)^n \quad \dots(4)$$

atau:

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

Dengan: i = Pertumbuhan lalu lintas

n = Umur rencana

### Umur Sisa Perkerasan (*Remaining Life*)

Keberadaan aspal yang berlebih merupakan gagasan kerusakan fisik/kelelahan yang ditimbulkan oleh *rehashed* kendaraan, tumpukan yang merusak aspal dan mengurangi batas beban pengulangan yang ditanggung oleh aspal sampai aspal jatuh rata. Dibawah ini adalah rumus menentukan sisa umur perkerasan dari AASHTO (1993):

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

Dengan :

RL : *Remaining life* (%)

NP : Total *traffic* yang telah melewati perkerasan (ESAL)

$N_{1,5}$  : Total *traffic* pada kondisi perkerasan berakhir(*failure*) (ESAL)

### Data Berat Kendaraan

Data berat kendaraan adalah data kendaraan yang memiliki kelebihan beban atau beban normal, yaitu data yang diambil dari jembatan timbang Kalitirto secara manual untuk dijadikan bahan penelitian. Dibawah ini merupakan data berat kendaraan.

Jenis		Beban Kendaraan
No. Kendaraan	Data rencana	jembatan T.Kalitirto
1	Pick up	6
2	Truk 2 as ringan	8,416
3	Truck 2 as berat	17,706
4	Truck 3 as	22,427
5	Truck 4 as	33,109
6	Truck trailer	50,4

### Vehicle Damage Factor (VDF)

*Vehicle Damage Factor* atau daya rusak yang sesuai dengan spesifikasi Binamarga No. 01/MN/BM/83 seperti pada Tabel 4.

**Tabel 4. Vehicle Damage Factor**

vehicle damage faktor (VDF) kendaraan									
Bina Marga NO. 01/MN/BM/83									
no	type kendaraan dan konfigurasi sumbu	berat total		konfigurasi sumbu roda					VEHICLE DAMAGE FAKTOR
				depan SR-RT	KE-1	KE-2	KE-3	KE-4	
1	mobil penumpang	2	1,1	2,00	1,00	1,00	ST,RT		0,0005
2	pic-up, combi	3	1,2	8,30	2,82	5,48	STRG		0,2174
3	truck 2 as ringan	4	1,2L	8,30	2,82	5,48	STRG		0,2174
4	bus kecil	5a	1,2	8,30	2,82	5,48	STRG		0,2174
5	bus besar	5b	1,2	9,00	3,06	5,84	STRG		0,3006
6	truck 2 as berat	6	1,2H	15,15	5,15	10,00	STRG		2,4159
7	truck 3 as	7a	1,2,2	25,00	6,25	9,38	SG,RG	9,38	2,7416
8	truck 4 as	7b	1,2+1,2	31,40	5,65	8,79	STRG	8,48	3,9083
9	trailer	7c	1,2,2+2,2	40,13	5,88	10,00	STRG	10,00	4,1718
						7,00	STRG	7,25	

### Data LHR

Data LHR atau data volume rata-rata lalu-lintas harian adalah data pada tahun 2020 dan 2022 yang diambil dari Dinas Perhubungan DIY, seperti pada **Tabel 2**. Untuk menghitung data LHR menggunakan persamaan 4.

**Tabel 2. Data LHR**

NO	Kendaraan		Perbandingan	
	Golongan	Jenis	2020	2022
1.	I	sepeda motor	33367	33535
2.	II	mobil penumpang	3354	3372
3	III	mobil pick up/box	1168	1150
4	IV	angkutan non-bus	0	0
5	Va	bus sedang	32	36
6	Vb	bus besar	6	5
7	VIa	truck sedang	481	498
8	VIb	truck besar	20	23
9	VIIa	truck gandeng	0	0
10	VIIb	truk semi trailer	6	7

### Muatan Sumbu Terberat

Mengingat hasil perhitungan distribusi beban sumbu dan jenis sumbu dari setiap kendaraan, didapat bahwa beban sumbu kendaraan saat ini seperti yang terdapat pada **Tabel 3**.

**Tabel 3. Muatan Sumbu Terberat**

NO	Jenis Kendaraan	MTS		Kelebihan (%)
		J.T.Kalitirto	Izin	
1	truk 2 as ringan	7,640	8	
2	truk 2 as berat	11,960	8	49,50%
3	truk 3 as berat	8,380	8	4,75%
4	truk 4 as berat	8,420	8	5,25%
5	trailer	9,560	8	19,50%

### Angka Ekuivalen kendaraan (AE)

Angka Ekuivalen (AE) kendaraan didapat dengan penjumlahan ekuivalen dari setiap kendaraan. Untuk penjumlahan angka ekuivalen beban sumbu setiap kendaraan menggunakan persamaan 3.

**Tabel 5. Angka Ekuivalen Kendaraan**

NO	Jenis Kendaraan	beban kendaraan(T)		VDF		perbandingan Data AE perjenis kendaraan (%)
		J.T Kalitirto rencana	data	J.T kalitirto	rencana	
1	pick up	6				
2	truk 2 as R	8	8,416	0,0287	0,0352	122,468%
3	truk 2 as B	18	17,706	0,7368	0,1774	24,077%
4	truk 3 as	25	22,427	2,741	1,7757	64,783%
5	truk 4 as	42	33,109	3,8710	1,5360	39,680%
6	truk trailer	42	50,4	2,2369	5,2178	233,260%
Rata-Rata		27	23,00966	1,43585	1,801525	96,890%

Dengan perbandingan angka ekuivalen terbesar adalah truk 2 as ringan yaitu sebesar 122,64%, hal ini menunjukkan bahwa tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh kendaraan ini lebih besar dibandingkan dengan truk 2 as berat yang memiliki angka ekuivalen sebesar 24,077%

### Analisis Umur Rencana Berdasarkan Perhitungan Kumulatif ESAL

Umur rencana perkerasan jalan bisa dihitung berdasarkan hasil kumulatif ESAL menggunakan persamaan 2. Berdasarkan data perencanaan umur layan kontruksi faktor distribusi arah (DD) adalah 0,05, dan faktor distribusi jalur (DL) adalah 0,8.

Tabel 6. Perhitungan kumulatif ESAL pada tahun ke-1

Jenis kendaraan	LHR	VDF	ESAL
sepeda motor	33367		
mobil penumpang	3354	0,0005	24,1488
mobil pick up/box	1168	0,2174	3656,49408
angkutan non-bus	0	0	0
bus sedang	32	0,2174	100,17792
bus besar	6	0,3006	25,97184
truck sedang	481	0,2174	1505,79936
truck besar	20	2,4159	695,7792
truck gandeng	0	0	0
truk semi trailer	6	2,7416	236,87424
<b>Total</b>			<b>6245,24544</b>

Tabel 7. Perhitungan kumulatif ESAL tahun ke-2

Jenis kendaraan	LHR	VDF	ESAL
sepeda motor	33535		
mobil penumpang	3372	0,0005	26,220672
mobil pick up/box	1150	0,2174	3888,15552
angkutan non-bus	0	0	0
bus sedang	36	0,2174	121,7161728
bus besar	5	0,3006	23,374656
truck sedang	498	0,2174	1683,74039
truck besar	23	2,4159	864,4615424
truck gandeng	0	0	0
truk semi trailer	7	2,7416	298,4615424
<b>Total</b>			<b>6905,82672</b>



Sehingga untuk menghitung sisa umur perkerasan (*remaining life*) jalan menggunakan persamaan 5.

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

$$RL = 100 \left( 1 - \left( \frac{6245,24544}{6905,82672} \right) \right) = 90,43 \%$$

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis adampak bebana aberlebih overloading akendaraan terhadap aumur rencanaaperkerasan jalan (studiaakasuk ruasa aajalan Yogyakarta - Prambanan), sehingga dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan perhitungan persamaan *remaining life* dari AASHTO 1993 sisa umur layan konstruksi perkerasan adalah sebesar 90,43%. Yang berarti usia perkerasan jalan berkurang sebesar 9,57%.
2. Dengan perbandingan angka ekuivalen Terbesar adalah truk 2 as ringan yaitu sebesar 122,64%, hal ini menunjukkan bahwa tingkat kerusakan yang ditimbulkan kendaraan ini lebih besar. dibandingkan dengan truk 2 as berat yang memiliki angka ekuivalen sebesar 24,077%.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian dan penulisan jurnala ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat bantuan dari aberbagai pihak, untuka aitu kami ucapkan terimakasih kepada Kepala Kantor Jembatan Timbang Kalitirto dan Kepala Dinas Perhubungan Provinsi Yogyakarta atas kerja sama yang baik dalam penelitian ini, sehingaa akami dapat amenelesaikan pembuatan jurnal ini, dan terimakasih juga kepada Dosen pembimbing Bapak Widarto Sutrisno, S.T., M.T. dan Ibu Dewi Sulistyorini, S.T., M.Eng, yanga atelah meluangkanaawaktunya untukaamembimbing dalam penulisan jurnal ini.

### DAFTAR PUSATAKA

A.Wandi, S.M. Saleh and M.Isya, Analisis Kerusakan Jalan Akibat Beban Berlebih (Studi Kasus: Jalan Banda Aceh – Meulaboh Km 69 S/D Km 150), Vol 5, pp.317 –328, 2016.

AASHTO. 1993, *Guide for Design of Pavement Structures*, Washington DC.

- Apriyadi, F., & Fauziah, M. 2018. Pengaruh Beban Berlebih Kendaraan Berat Terhadap Umur Rencana Perkerasan Pada Jalan Diponegoro, Cilacap. Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2018. Surakarta: Fakultas Teknik Universitas Muhamadiyah.
- Arbani, Faisa Rifqi, (2018), Analisis Kerusakan Dini Akibat Perubahan Volume Lalu Lintas Pada Perkerasan Lentur (Studi Kasus: Ruas Jalan Ahmad Yani Kartasura) Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah, Surakarta.
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003, Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen.
- Ditjen Binamarga. 2013. Manual desain perkerasan jalan no 02/MN/Bm tahun 2013. Kementerian pekerjaan umum Jakarta.
- Eddy Gunawan. 2019. Beban Berlebih (*Overload*) dan Dimensi Berlebih. (*Overdimension*).
- Firdaus, 1999, Analisis Dampak Negatif Beban Berlebih (*Overload*) terhadap Perkerasan Jalan, Pekanbaru: *Prosiding Konferensi Regional Teknik Jalana Ke-6 Wilayah Barat*, 11-13 November.
- Handayahsari, I., & Cahyani, R.D. 2016, Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Umur Rencana Perkerasan Jalan (Studi Kasus: Ruas Jalan Soekarno Hatta Palembang) KILAT, 5 (1), 25-32.
- Helmi, A., 1999, Kajian Tentang Formula Daya Rusak Roda Kendaraan dari Beberapa Negara dan Instansi. Pekanbaru: *Prosiding Konferensi Regional Teknik Jalan Ke-6 Wilayah Barat*, 11-13 November.
- Koestalam, P., Sutoyo. 2010, Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Jenis Lentur dan Jenis Kaku. (Sesuai AASTHO, 1986 & 1993). Jakarta:PT. Mediatama Saptakarya.
- Leo Sentosa, Asri Awal Roza, 2012, Analisis Dampak Beban *Overloading* kendaraan Pada Struktur *Rigid Pevement* Terhadap Umur Rencana Perkerasan (Studi Kasus Ruas Jalan Simp Lago Sorek Km 77 S/D 78), Jurnal Teknik Sipil ITB, Vol.19 No.2.
- Mudianto, Arif, 2015. Analisis Dampak Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Jalan (Studi Kasus; Ruas Jalan Pahlawan, Kec.Citeureu, Kab. Bogor), Universitas Pakuan, Bogor.
- Novenrio Mandala Putra, Sutan P. Silitonga, Robby, Jurnal Teknik, Analisis Umur Rencana Jalan Berdasarkan Pertumbuhan lalu Lintas di Kota palangka Raya. Jurnal Teknik, Volume 4 No.2, 2021, 155-164.
- Nurkolis, H. 2018. Analisis Beban Berlebih Kendaraan Pada Perkerasan Lentur Terhadap Penurunan Umur Rencana Perkerasan Jalan. Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

- Pardosi, R. 2010. Studi Pengaruh Beban Berlebih (*Overload*) Terhadap Penggunaan RanganUmur Rencana Perkerasan Jalan Universitas Sumatra Utara.
- Putri Anggelina Safitra, Theo K. Sendow, SiscaV.Pandey, (2019), Analisa pengaruh Beban Berlebihan Terhadap Umur Rencana jalan (Studi Akasus, Ruas jalan Manado-Bitung), Jurnal sipil Statik Vol 7, No 3.
- Situmorang, Rikki Andreanus, DKK. 2012. Analisis Kinerja Jalan dan Perkerasana Lentur Akibat Pengaruh Muatan Lebih (*Overloading*) (Studi Kasus: Ruas Jalan Semarang - Kendal), Universitas Diponegoro, Semarang.
- Sukirman, Silva. 2010. Perencanaan Tebal Struktur Perkerasana Lentur, Penerbit Nova, Bandung.
- W. Moriska , 2014, EvaluasiaBeban Kendaraan Terhadap Derajat Kerusakan dan Umur Sisa Jalan (Studi Kasus: PPT. Simpang Nibung dan PPT. Merapi Sumatra Selatan), Vol 2, No 4, pp. 692-699.
- Wijaya, A.S., Syaputra, A. 2005. Tinjauan *Rigid Pavement* pada Proyek Pembangunan Jalan dan Jembatan Propinsi Riau Paket Simpang Lago–Sorek Bencana Alam. Laporan Kerja Praktek Jurusan Sipil FT. Pekanbaru.