

# Analisis Perkerasan Lentur Akibat Beban Berlebih Menggunakan Program Circlly 6.0 dengan Metode AASHTO

*Analysis of the Effect of Vehicle Overload on Flexible Pavement Using Program Circlly 6.0 with AASHTO Method.*

**Avliya Bella Marinda, Anita Rahmawati**

*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*

**Abstrak.** Jalan raya adalah fasilitas umum yang memfasilitasi pertumbuhan dan perkembangan lalu lintas disetiap wilayah sehingga menunjang segala aspek bidang ekonomi, sosial, budaya dan lain sebagainya. Seiring berkembangnya pergerakan di suatu wilayah, tentunya berpengaruh pada ketahanan suatu lapisan perkerasan jalan yang dilewati pergerakan lalu lintas di atasnya. Sehingga mengakibatkan kerusakan pada jalan, yang salah satu faktornya adalah kelebihan beban muatan kendaraan yang melewati suatu jalan atau *overloading*. Pengaruh beban berlebih tersebut pastinya berpengaruh pada umur rencana jalan dan tebal lapis perkerasan suatu struktur jalan. Maka dari itu pada penelitian ini ditunjukkan untuk meneliti ketahanan tebal perkerasan yang sudah direncanakan jika diberi beban berlebih di atasnya. Dalam penelitian ini digunakan metode AASHTO tahun 1993 dan selanjutnya akan dianalisis menggunakan sebuah program Circlly 6.0 sehingga *output* yang dihasilkan akan menentukan kuat atau tidaknya struktur lapisan perkerasan tersebut jika menerima beban berlebih. Data-data yang digunakan adalah nilai jumlah beban gandar standar kumulatif, beban lalu lintas, material yang akan digunakan, tebal perkerasan yang direncanakan, dan lain sebagainya. Dari hasil perhitungan jumlah beban gandar standar kumulatif didapatkan nilai untuk beban standar adalah  $8,01 \times 10^6$  dan untuk beban berlebih sebesar  $29,6 \times 10^6$ . Hasil analisis menggunakan program Circlly 6.0 didapatkan tebal perkerasan yang memenuhi dengan beban standar yaitu Laston 191 mm, Lapis pondasi atas 109 mm, lapis pondasi bawah 225 mm dengan CBR 5,4%. Sedangkan untuk beban berlebih yaitu Laston 222 mm, Lapis pondasi atas 94 mm, Lapis pondasi bawah 209 mm dengan CBR 5,4%. Berdasarkan analisis jumlah beban gandar standar kumulatif (Wt), nilai Wt perkerasan jalan didesain dengan beban standar umur rencana 20 tahun. Jika dihitung dengan kondisi beban berlebih, maka umur layan perkerasan jalan bertahan selama 15 tahun.

Kata kunci: Beban berlebih, AASHTO 1993, Circlly 6.0

**Abstract.** Road is a public facility that facilitates the growth and development of traffic in each region so that it supports all aspects of the economic, social, cultural and so on. As the movement develops in a region of a ballot, it certainly affects the resistance of a pavement layer that passes through the movement of the road above. This results in damage to the road, which is one factor which is an overload of the vehicle passing through a road or overloading. The effect of the excess load must have an effect on the age of the road plan and the thickness of the pavement layer of a road structure. Therefore, this study aims to examine the resistance of pavement thickness that has been planned if given an overload on it. In this study, the method used AASHTO 1993 and then it will be analyzed using the Circlly 6.0 program so that the output produced will determine whether or not the structure of the pavement layer is strong if it receives excessive loads. The data used are the value of the cumulative standard axle load amount, traffic load, material to be used, planned pavement thickness, and so forth. From the calculation results the number of cumulative standard axle loads is obtained for the standard load is  $8,01 \times 10^6$ , and for excessive brackets of  $29,6 \times 10^6$ . The results of the analysis using the Circlly 6.0 program showed that the thickness of the pavement that meets the standard load

is 191 mm Laston, base course is 109 mm, subbase is below 225 mm with CBR 5,4%. Whereas for overloading is Laston 222 mm, base course is 94 mm, subbase is below 209 mm with CBR 5,4%. Based on the analysis of the cumulative standard axle load (Wt), the value of the pavement is designed with a standard load age of 20 years. If calculated with overload conditions, then the life of the pavement service lasts for 15 years.

Keywords : AASHTO 1993, Circlly 6.0, Overloading.

## 1. Pendahuluan

Jalan raya merupakan fasilitas umum yang sangat penting untuk mobilitas guna mendukung kegiatan masyarakat dengan mudah dan efektif. Seiring bertumbuhnya perkembangan jumlah kegiatan mobilitas, akan mempengaruhi ketahanan struktur lapisan perkerasan jalan dibawahnya. Pau dan Oktavia (2015) melakukan penelitian tentang pengaruh beban lebih (*overload*) terhadap pengurangan umur rencana perkerasan. pengaruh beban lebih (*overload*) terhadap pengurangan umur rencana perkerasan. Safitra dkk. (2019) tentang pengaruh beban berlebih terhadap umur rencana jalan pada ruas jalan Manado – Bitung. Dampak dari beban berlebih mengakibatkan penurunan umur rencana, berdasarkan metode AASHTO 1993 penurunan umur rencana yaitu sebesar 28,08% atau terjadi penurunan umur rencana sebesar 2,808 tahun. Dari penelitian ini juga dapat diketahui umur rencana jalan menurun akibat beban berlebih dengan nilai penurunan umur sebesar 4,93 tahun. Simanjuntak dkk.(2014) melakukan enelitian pada ruas Jalan Bawen – pringsuraty Km 15 sampai Km 19 untuk mengetahui dampak kinerja jalan dan umur rencana terhadap beban berlebih dengan hasil Umur rencana awal pada desain perkerasan adalah sepuluh tahun, namun didapatkan hasil dari pengamatan di lapangan yang sesungguhnya umur pelayanan jalan menjadi 5,6 tahun. Pandey (2013) membahas tentang dampak beban berlebih (*overloading*) yaitu kerusakan jalan daerah Sulawesi Utara Berdasarkan survey yang dilakukan untuk mengetahui penyebab kerusakan jalan yaitu didapat nilai paling tinggi adalah akibat beban berlebih yaitu sebesar 25%. Penelitian oleh Situmorang dan Wartadinata (2013) dianalisis menggunakan perhitungan tebal perkerasan lentur untuk *overlay* dengan umur rencana 10 tahun menurut beban yang diijinkan JBI adalah 2,31 inchi

atau sebesar 6 cm. Sedangkan untuk beban actual tebal perkerasannya yaitu sebesar 4,06 inchi atau sebesar 10 cm. 48,93%. Wandi dkk.(2016) mengenai kerusakan jalan yang diakibatkan beban berlebih terjadi pelanggaran beban berlebih setiap harinya sebesar 45,57% penuruna umur layanan selama 11 tahun

Hatmoko dkk. (2017) membahas tentang pengaruh beban berlebih terhadap perkerasan jalan. Terjadi kerusakan dipengaruhi karena jumlah jembatan timbang yang berkurang hingga 50% di tahun 2015. Hal tersebut menyebabkan nilai CESAL yang meningkat secara signifikan. Karena jalan harus memikul beban lalu lintas yang lewat dari yang diperbolehkan.

Syafriana dkk.(2015) tentang umur layanan jalan yang dipengaruhi oleh beban berlebih kendaraan pada Ruas Jalan Lintas Timur Provinsi Aceh. Diperoleh presentase total kendaraan yang melanggar sesuai aturan JBI per hari sebesar 31, 50%. Kendaraan tersebut didominasi oleh truk dua sumbu dan truk tiga sumbu. Berdasarkan perhitungan nilai CESA dengan umur rencana 10 tahun yang mampu menahan beban 8.936.958 SAL degan perhitungan beban standar. Sedangkan jika diperhitungkan denagn beban berlebih, maka umur layan perkerasan jalan tersebut hanya mampu bertahan 5,7 tahun dengan artian mengalami penurunan umur layan sebanyak 4,3 tahun.

Sentosa (2012) meneliti tentang dampak beban berlebih kendaraan terhadap umur rencana. Pengaruh beban berlebih pada jalan mengakibatkan penurunan umur rencana jalan menjadi 12 tahun sehingga mengalami penurunan layanan sebesar delapan tahun. Perhitungan dilakukan menggunakan *remaining life* dimana saat dilakukannya survei didapatkan nilai 80,69% sedangkan jika beban berlebih diperhitungkan maka sisa umur rencana hanya sampai 54,75% atau

mengalami penurunan layanan sebesar 25,94%. Pais dkk. (2013) menganalisis tentang dampak dari kelebihan beban lalu lintas terhadap kinerja . Dampak kelebihan beban terhadap kinerja

yang berbeda dapat diwakili dengan mengubah semua kendaraan menjadi kendaraan

yang representatif (lebih tepatnya, menjadi poros representatif), yang dalam desain perkerasan disebut sebagai poros standar .

Permasalahan yang sering terjadi pada struktur lapis perkerasan jalan adalah terjadinya deformasi atau perubahan yang disebabkan oleh beban berlebih atau *overloading* pada kendaraan yang melewati suatu struktur jalan. Kendaraan yang melewati seringkali melebihi batas muatan yang diijinkan dan mengakibatkan banyaknya pelanggaran dan rusaknya perkerasan jalan mempengaruhi umur layan rencana pada jalan tersebut. Maka dari itu, dilakukan analisis pada tebal struktur perkerasan jalan menggunakan perhitungan AASHTO 1993 dan

perkerasan dipelajari dengan menghitung efek semua kendaraan terhadap kinerja perkerasan. Efek dari berbagai jenis kendaraan dengan muatan

dianalisa menggunakan sebuah program Circlly untuk mengetahui kekuatan tebal perkerasan tersebut.

## 2. Beban Berlebih

Pelanggaran yang dilakukan oleh kendaraan saat melewati suatu struktur perkerasan jalan dengan beban berlebih akan mengakibatkan terjadinya kerusakan dan penurunan umur layan pada perkerasan tersebut. Dari sekian banyak pelanggaran yang terjadi pada ruas Jalan Raya Solo – Yogyakarta Km 19 – Km 15 pada jembatan timbang Tamanmartani dan jembatan timbang Kalitirto disajikan pada tabel.

Tabel 1. Data pelanggaran kendaraan dengan beban berlebih pada Jembatan Timbang Kalitirto dan Tamanmartani (Dishub DIY Bidang Angkutan Darat, 2015)

Golongan	JBI Kendaraan	Pelanggaran	
		Kalitirto	Tamanmartani
I	JBI < 8 ton	8650	11780
II	8 ton ≤ JBI ≤ 14 ton	13723	13894
III	14 ton < JBI ≤ 21 ton	6992	7302
IV	21 ton < JBI ≤ 28 ton	5564	5871
	<b>Jumlah</b>	<b>34929</b>	<b>38847</b>

Tabel 2. Beban berlebih (*overloading*) pada jeembatan Timbang Kalitirto dan Tamanmartani berdasarkan hasil survei

Golongan	JBI Kendaraan	Presentase		Rata-Rata
		Kalitirto	Tamanmartani	
I	JBI < 8 ton	24,8 %	30,3 %	27,5 %
II	8 ton ≤ JBI ≤ 14 ton	39,3 %	35,8 %	37,5 %
III	14 ton < JBI ≤ 21 ton	20 %	18,8 %	19,4 %
IV	21 ton < JBI ≤ 28 ton	15,9 %	15,1 %	15,5 %

**3. Metode Penelitian**

Pada penelitian ini, dilakukan tahapan – tahapan yaitu mulai dari persiapan data – data yang akan digunakan, pengumpulan data, analisis perhitungan, menyiapkan program untuk analisis tebal perkerasan, pengambilan kesimpulan. Data – data yang digunakan untuk analisis adalah data sekunder yang meliputi data LHR, LHRT, beban kendaraan hasil timbang, jumlah kendaraan yang melanggar beban standar. Setelah dilakukan analisis perhitungan dengan metode AASHTO 1993 maka dilanjutkan untuk menganalisis menggunakan program Circly.

**a. AASHTO 1993**

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah AASHTO 1993.

1. Menginput nilai untuk perhitungan koefisien relatif untuk mendapatkan nilai modulus elastisitas, menginput koefisien drainase, faktor distribusi dan faktor distribusi lajur, nilai reliabilitas, *serviceability*.
2. Menginput data LHR, nilai faktor pertumbuhan lalu lintas, angka ekuivalen kendaraan untuk beban standar dan berlebih. Setelah semua nilai didapat, selanjutnya untuk mencari nilai beban gandar tunggal kumulatif ( $W_t$ ) dengan rumus sebagai berikut :

$$W_t = W_{18} \times \frac{(1+g)^n - 1}{g} \dots\dots\dots(1)$$

(1)

Keterangan :

$W_t$  =Jumlah beban gandar standar tunggal standar kumulatif

$W_{18}$  =Nilai beban gandar standar kumulatif selama satu tahun

$n$  = Umur pelayanan (tahun)

$g$  = Perkembangan lalu lintas (%)

$W_{18}$  dengan rumus :

$$W_{18} = LHR \times E \times D_D \times D_L \times 365 \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- LHR = Lalu lintas harian rata – rata
- E = Angka ekuivalen kendaraan
- $D_D$  = faktor distribusi arah
- $D_L$  = faktor distribusi lajur

3. Menentukan nilai CBR tanah dasar
4. Menentukan tebal perkerasan dari perhitungan yang didapat menggunakan *Structural Number*.  
 $SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3 \dots\dots\dots(3)$

Keterangan :

- $a_1, a_2, a_3$  = koefisien relatif masing-masing lapisan
- $D_1, D_2, D_3$  = tebal masing-masing lapisan perkerasan
- $m_2, m_3$  = koefisien drainase masing-masing lapisan

**b. CIRCLY 6.0**

Program Circly merupakan sebuah *software* yang digunakan untuk menganalisis tebal lapis perkerasan suatu struktur lapisan yang telah disusun, sehingga dapat diketahui aman atau tidaknya sebuah lapisan dengan ketebalan yang sudah ditentukan dengan beban yang diterima di atasnya dan jenis material yang digunakan. Langkah – langkah menggunakan program circly 6.0 adalah :

1. Menginput data – data yang digunakan untuk dianalisis dengan hasil perhitungan sebelumnya yaitu nilai Jumlah beban gandar tunggal standart kumulatif, jenis material yang digunakan, beban yang kendaraan, serta ketebalan lapisan yang sudah ditentukan.
2. Data sudah diinputkan semua kemudian menganalisis ketebalan tersebut sehingga didapat nilai regangan horizontal serta nilai regangan vertical untuk setiap lapisan.
3. Setelah anallisis dilakukan, akan didapat hasil nilai CDF yang memenuhi dengan nilai kurang dari sama dengan 1. Jika lapisan belum memenuhi nilai tersebut, maka diperlukan untuk menginput data – data atau menggantinya dengan jenis material yang digunakan.

**4. Hasil dan Pembahasan**

**a. AASHTO 1993**

Hasil perhitungan menggunakan metode AASHTO yang menggunakan umur rencana selama 20 tahun sehingga nilai pertumbuhan lalu lintas sebesar 7,5%. Diperoleh nilai nilai beban gandar standar kumulatif

( $W_{18}$ ) untuk beban standar 185.906,39 dan untuk beban berlebih sebesar 6.721.364,10. Selisih yang terjadi adalah sebesar 487.039,12. Diperoleh juga nilai jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif

( $W_t$ ) untuk beban standar sebesar 8.050.617,05 dan untuk beban berlebih sebesar 29.106.644,02. Selisih yang diantara keduanya yaitu 21.110.404

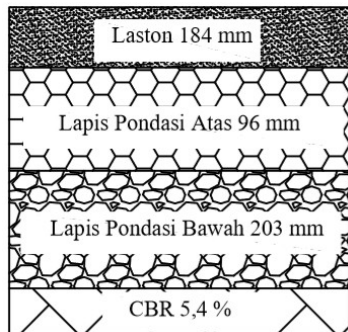
Tabel 3. Hasil perhitungan nilai beban gandar standar kumulatif ( $\hat{W}_{18}$ ) dan Jumlah beban gandar standar kumulatif ( $W_t$ ) akibat beban standar

JB1	Golongan	Jenis Kendaraan	LHR	DD	DL	E	$\hat{W}_{18}$	$W_t$
I	2	Sedan	33977	0,5	0,5	0,00045	1395,18	60417,83
I	3	Mobil Pick up mobil hantaran mobil box	2097	0,5	0,5	0,00423	809,42	35051,68
I	4	Angkutan non bus	282	0,5	0,5	0,01762	453,41	19634,78
I	5A	Bus sedang	378	0,5	0,5	0,05937	2047,82	88680,19
II	5B	Bus Besar	694	0,5	0,5	0,04392	2781,34	120445,04
III	6B	Truk sedang	1702	0,5	0,5	0,73454	114079,57	4940179,43
IV	7A	Truks besar	809	0,5	0,5	0,64384	47529,07	2058231,23
IV	7B	Truk gandeng	68	0,5	0,5	0,54649	3390,97	146844,88
IV	7C	Truks trailer	79	0,5	0,5	1,74929	12610,19	546080,26
Jumlah							18.5096,97	8.015.565,30

JB1	Golongan	Presentase	LHR	LHR *)	DD	DL	E	$\hat{W}_{18}$	$W_t$
I	2	100%	33977	33977	0,5	0,5	0,00045	1395,18	60417,85
I	3	27,5%	2097	577	0,5	0,5	0,03018	1589,01	68811,78
		72,7%		1525	0,5	0,5	0,00423	588,63	25490,48
I	4	100%	282	282	0,5	0,5	0,01762	453,41	19634,63
I	5A	100%	378	378	0,5	0,5	0,05937	2047,82	88680,18
II	5B	100%	694	694	0,5	0,5	0,04392	2781,34	120445,21
III	6B	37,5%	1702	638	0,5	0,5	7,92777	461534,95	19986623,93
		62,5%		1064	0,5	0,5	0,73454	71316,49	3088337,81
IV	7A	19,4%	809	157	0,5	0,5	5,22121	74800,36	3239205,74
		80,6%		652	0,5	0,5	0,64384	38305,26	1658797,11
IV	7B	15,5%	68	11	0,5	0,5	3,11513	3126,81	135405,59
		84,5%		57	0,5	0,5	0,54649	2842,43	123090,57
IV	7C	100%	79	79	0,5	0,5	1,74929	12610,19	546080,45
Jumlah								673.424,53	29.161.021,33

Tabel 4. Hasil perhitungan nilai beban gandar standar kumulatif ( $\hat{W}_{18}$ ) dan Jumlah beban gandar standar kumulatif ( $W_t$ ) akibat beban berlebih

Setelah perhitungan  $W_t$  diperoleh nilai untuk masing – masing beban, selanjutnya dapat diketahui pengurangan umur layan jalan yaitu sebesar 5 tahun dari umur rencana desain 20 tahu. Umur layan jalan menjadi 15 tahun. Selanjutnya setelah dilakukan perhitungan tersebut, diperoleh nilai *Structural Number* untuk masing masing lapisan dan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan tebal masing masing lapisan. Dari perhitungan didapatkan tebal perkerasan untuk beban standar yaitu Laston 63 mm, lapis pondasi atas 133 mm, dan lapis pondasi bawah 165 mm. Sedangkan tebal lapis perkerasan untuk beban berlebih didapatkan yaitu laston 222 mm, lapis pondasi atas 238 mm, lapis pondasi bawah 196 mm.



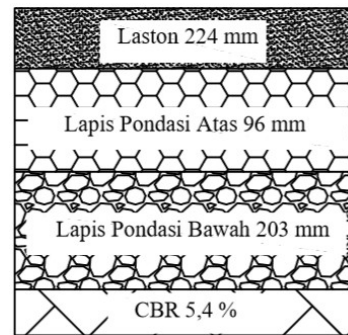
Gambar 1. Tebal lapis perkerasan dengan beban standar

Tabel 6. Hasil *output* untuk beban standar

Jenis material	Tebal (mm)	Regangan Tarik Horizontal	Regangan Tekan Vertikal
Laston	191	0,000192	-
Lapis pondasi atas granular	109	-	-
Lapis pondasi bawah granular	225	-	-
Tanah dasar	-	-	0,000403

Tabel 7. Hasil *output* untuk beban berlebih

Jenis material	Tebal (mm)	Regangan Tarik Horizontal	Regangan Tekan Vertikal
Laston	222	0,000165	-



Gambar 2. Tebal lapis perkerasan dengan beban berlebih

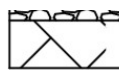
### b. Analisis Circly 6.0

Analisis menggunakan program Circly untuk mengetahui memenuhi atau tidaknya suatu tebal pekrasan dengan syarat nilai CDF harus kurang dari sama dengan satu ( $CDF \leq 1$ ). CDF adalah *Cumulative Damage Factor* adalah sebuah parameter unutk kerusakan sebuah perkerasan. Jika nilai  $CDF > 1$  maka perkerasan tersebut belum memenuhi.

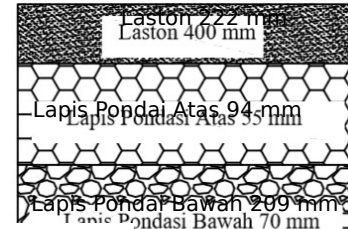
Lapis pondasi atas granular	94	-	-
Lapis pondasi bawah granular	209	-	-
Tanah dasar		-	0,000358



Gambar 3. Tebal lapis perkerasan dengan



Gambar 4. Tebal lapis perkerasan dengan beban berlebih



menggunakan program secara  
 CBR 5,4% 6.0 sebagai berikut .

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis akibat beban berlebih pada perkerasan jalan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut

- Nilai beban gandar standar kumulatif ( $W_{18}$ ) dalam satu tahun akibat beban standar diperoleh nilai 185.906,39 dan akibat beban berlebih diperoleh nilai 6721.364,10 dengan nilai selisih dari kedua nilai tersebut adalah 487.039,12.
- Nilai jumlah beban gandar standar kumulatif ( $W_t$ ) akibat beban standar diperoleh sebesar 8.050.617,05 dan akibat beban berlebih diperoleh nilai sebesar 29.161.021,33 dengan selisih nilai keduanya sangat besar yaitu sebesar 21.110.404.
- Tebal perkerasan akibat beban standar pada lapis permukaan 191 mm, lapis pondasi atas 109 mm, lapis pondasi bawah 185 mm.
- Tebal perkerasan akibat berlebih pada lapis permukaan 222 mm, lapis pondasi atas 94 mm, lapis pondasi bawah 220 mm.
- Berdasarkan analisis  $W_t$ , nilai  $W_t$  perkerasan jalan didesain dengan beban standar umur rencana 20 tahun. Jika dihitung dengan kondisi beban berlebih, maka umur layan perkerasan jalan bertahan selama 15 tahun.

Berdasarkan hasil perhitungan manual, dapat diketahui hasil analisis tebal perkerasan

- Tebal perkerasan dengan beban standar yang telah memenuhi  $CDF \leq 1$

- 1) Laston 2500 Mpa dengan ketebalan 191 mm
- 2) Lapisan pondasi atas granular 207 MPa dengan ketebalan 109 mm.
- 3) Lapisan pondasi bawah granular 117 MPa dengan ketebalan 255 mm

- Tebal perkerasan dengan beban berlebih yang telah memenuhi  $CDF \leq 1$

- 1) Laston 2500 Mpa dengan ketebalan 222 mm
- 2) Lapisan pondasi atas granular 207 MPa dengan ketebalan 94 mm.
- 3) Lapisan pondasi bawah granular 117 MPa dengan ketebalan 209 mm

## 6. Daftar Pustaka

- AASHTO, 1993, *Guide for Design of Pavement Structures*, Washington DC.
- Dishub DIY Bidang Angkutan Darat, 2015, *Jumlah Pelanggaran Kelebihan Beban (Overloading) pada Jembatan Timbang Kalitirto dan Tamanmartani Tahun 2015*, Yogyakarta.
- Hatmoko, J.U.D, Setiadji, B.H, & Wibowo, M.A., 2017, Analisis pengaruh banjir, beban berlebih, dan mutu konstuksi pada kondisi jalan, *Jurnal Transportasi*, 17(2), 89-98.

- Pais, J. C., Amorim, S. I., & Minhoto, M. J., 2013, Impact of Traffic Overload on Road Pavement Performance, *Journal of Transportation Engineering*, 139(9), 873-879.
- Pandey, S.V., 2013, Kerusakan jalan daerah akibat beban overloading, *Journal of Civil Engineering*, 11(58),1-8.
- Pau, D.I., & Oktavia, S., 2009, Pengaruh Beban Lebih (Overload) Terhadap Pengurangan Umur Rencana Perkerasan Jalan Pada Ruas Jalan Hasanudin – Yos Sudarso Di Kabupaten Sikka), *Jurnal Teknik Sipil*, 3(2), 29-36.
- Safitra, P.A., Sendow, T.K., Pandey, S.V., 2019, Analisa Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Umur Rencana Jalan (Studi Kasus: Ruas Jalan Manado - Bitung) . *Jurnal Sipil Statik*, 7(3), 319-328..
- Sentosa, L., & Roza, A.A., 2012, Analisis Dampak beban *overloading* kendaraan pada struktur *Rigid Pavement* terhadap umur rencana perkerasan (Studi kasus ruas jalan simp Lago – sorek Km 77s/d 78). *Journal of Civil Engineering*, 19(2), 161-170.
- Simanjuntak, G.I., Pramusetyo, A., & Riyanto, B., Supriyono. 2014. Analisis pengaruh muatan lebih (overloading) terhadap kinerja jalan dan umur rencana perkerasan lentur (Studi kasus ruas Jalan Raya Pringsurat, Ambarawa – Magelang). *Journal of Civil Engineering*, 3(3), 539-551.
- Situmorang, R.A., & Wartadinata, P.W, 2013, Analisis Kinerja jalan dan perkerasan lentur akibat pengaruh muatan lebih (*overloading*), *Journal of Civil Engineering*, 30(4188-78876-1), 1-12.
- Syafriana., Saleh, M.S., & Anggraini, R., 2015. Evaluasi Umur Layan Jalan Dengan Memperhitungkan Beban Berlebih Di Ruas Jalan Lintas Timur Provinsi Aceh *Jurnal Transportasi*, 15(2), 115-124.
- Wandi, A., Saleh, S. M., & Isya, M., 2016, Analisis Kerusakan Jalan Akibat Beban Berlebih (Studi Kasus Jalan Banda Aceh – Meulaboh Km. 69 s/d Km. 150), *Jurnal Teknik Sipil*, 5(3), 317-328