



Analisis Dampak Beban Kendaraan Terhadap Umur Rencana Perkerasan Jalan (Studi Kasus : Ruas Jalan Manado – Tomohon)

Agung G. A. Sumartha^{#a}, Theo K. Sendow^{#b}, Mecky R. E. Manoppo^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^asumarthaagung29@gmail.com, ^btheosendow@unsrat.ac.id, ^cmeckymanoppo@yahoo.com

Abstrak

Ruas jalan raya Manado – Tomohon merupakan salah satu ruas yang menghubungkan antara Kota Manado dan Kota Tomohon dan memiliki peran yang sangat penting untuk pergerakan ekonomi antar dua daerah tersebut. Salah satu akibat dari pertumbuhan ekonomi adalah naiknya kebutuhan sarana transportasi sehingga berakibat pada peningkatan volume kendaraan roda dua dan roda empat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah beban kumulatif yang dipikul ruas Jalan Manado – Tomohon dan mengetahui dampak beban kendaraan terhadap umur rencana perkerasan jalan. Penelitian dilakukan di ruas Jalan Manado – Tomohon dengan titik pengamatan di depan Honda KMG Manado. Dalam pengolahan data akan dihitung pertumbuhan lalu lintas, beban kendaraan kumulatif (ESAL), dan menghitung sisa umur rencana menggunakan AASHTO 1993. Penelitian ini dilaksanakan selama 3 hari pada tanggal 2 Maret 2023 – 4 Maret 2023 dengan durasi 24 jam. Berdasarkan analisa lalu lintas harian rata – rata (LHR), ruas Jalan Manado – Tomohon pada tahun 2021 memiliki LHR berjumlah 14.573 kendaraan/hari/2arah dan 19.914 kendaraan/hari/2arah pada tahun 2023. Berdasarkan data tersebut, didapatkan angka pertumbuhan lalu lintas sebesar 16,897% serta kumulatif ESAL selama umur rencana sebesar 11.960.122,44 ESAL. Dengan menggunakan metode AASHTO 1993, sisa umur rencana pada tahun 2023 adalah sebesar 92.48375457 atau berkurang sebesar 7,524752.

Kata kunci: LHR, ESAL, AASHTO 1993, Sisa Umur Rencana

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Ruas jalan raya Manado – Tomohon merupakan salah satu ruas yang menghubungkan antara Kota Manado dan Kota Tomohon memiliki peran untuk mendistribusikan barang dan jasa pada daerah yang dilaluinya. Disamping itu, Kota Tomohon dan Kota Manado merupakan kota pariwisata sehingga mengakibatkan peningkatan perjalanan ke daerah tersebut. Oleh sebab itu, pengguna ruas jalan Manado – Tomohon ini bukan hanya dari Kota Manado dan Kota Tomohon juga daerah – daerah disekitarnya seperti Minahasa dan Minahasa Tenggara, sehingga ruas jalan ini sering mengalami penumpukan kendaraan dan mengakibatkan kemacetan serta peningkatan volume kendaraan yang dapat berakibat pada peningkatan waktu tempuh dan berkurangnya umur jalan.

Nurkholis (2020) menjelaskan dalam penelitiannya tentang pengaruh beban kendaraan terhadap kerusakan jalan mendapatkan hasil penurunan sebesar 18,74% dan membuktikan bahwa beban kendaraan berpengaruh terhadap penurunan umur perkerasan. Maka dari itu, perlu dilakukan penelitian sejenis di lokasi berbeda yaitu di ruas jalan Manado – Tomohon untuk mengetahui seberapa besar dampak dari beban kendaraan terhadap penurunan umur rencana perkerasan jalan.

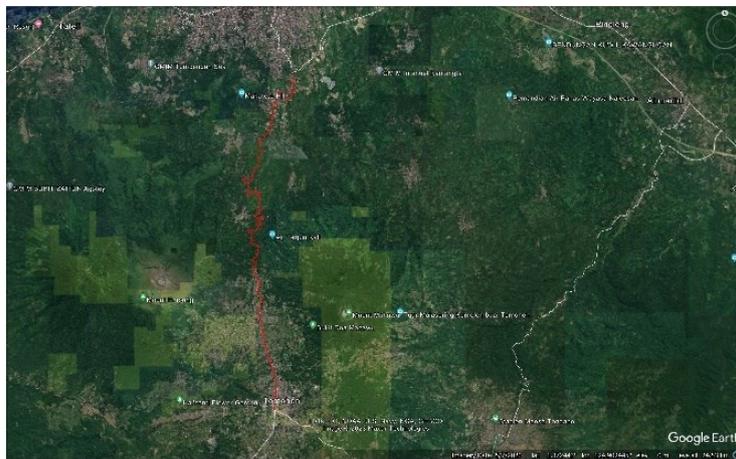
Berdasarkan uraian di atas, maka pada penelitian ini akan dikaji bagaimana dampak dari beban kendaraan terhadap struktur perkerasan lentur, sehingga bisa diketahui pengaruhnya terhadap umur rencana perkerasan jalan dan dapat menjadi pedoman dalam melakukan penentuan solusi untuk penanganan kerusakan jalan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan terkait berapa jumlah lalu lintas harian rata-rata (LHR) dan beban sumbu serta seberapa besar pengaruh beban kendaraan terhadap umur rencana perkerasan jalan?

1.3. Tujuan Penelitian

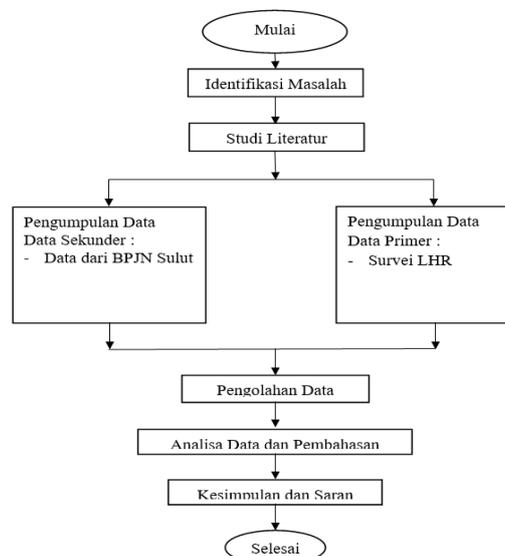
Tujuan penelitian ini antara lain mengetahui jumlah beban kumulatif yang dipikul ruas Jalan Manado – Tomohon dan mengetahui dampak beban kendaraan terhadap umur rencana perkerasan jalan. Lokasi penelitian berada di Ruas Jalan Manado – Tomohon, Sulawesi Utara. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2. Metode

Secara keseluruhan tahapan penelitian dapat digambarkan dalam bentuk diagram alir / *flow chart* pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir / *Flow Chart*

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) dan Data International Roughness Index (IRI)

a) Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) Tahun 2021

Berdasarkan data yang didapat dari Balai Pelaksanaan Jalan Nasional (BPJN) Sulawesi Utara, jumlah volume lalu lintas harian rata-rata di ruas jalan Manado – Tomohon di tahun 2021 yang terdiri dari beberapa kendaraan memiliki total LHR sebesar 14.573 kendaraan/hari/2 arah dan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahun 2021

Golongan & Konfigurasi Sumbu	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan/Hari/2 Arah	%
2	Sedan, jeep, st. wagon	12.108	83.085%
3	Oplet, Suburban, Combi & Minibus	127	0.871%
4	Pick Up, Micro Truck & Mobil Hantaran	1856	12.736%
5a	Bus Kecil	19	0.130%
5b	Bus Besar	87	0.597%
6b	Truk 2 Sumbu	340	2.333%
7a	Truk 3 Sumbu	30	0.206%
7b	Truk Gandengan	0	0%
7c	Truk Semi Trailer	6	0.041%
Total LHR (Kendaraan/Hari/2 Arah)		14.573	100%

b) Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahun 2023

Untuk analisis lalu lintas harian rata-rata (LHR) pada ruas jalan Manado – Tomohon pada tahun 2023 dilakukan selama 24 jam (kamis, jumat, sabtu), dimana lalu lintas harian rata-rata (LHR) kendaraan/hari/2 arah tahun 2023 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahun 2023

Golongan & Konfigurasi Sumbu	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan/Hari/2 Arah
2	Sedan & jeep	17.303
3	Oplet, Suburban, Combi & Minibus	135
4	Pick Up, Micro Truck & Mobil Hantaran	1889
5a	Bus Kecil	89
5b	Bus Besar	65
6b	Truk 2 Sumbu	371
7a	Truk 3 Sumbu	49
7b	Truk Gandengan	0
7c	Truk Semi Trailer	14
Total LHR (Kendaraan/Hari/2 Arah)		20.441

c) Prediksi Lalu Lintas Harian Rata-rata Selama Umur Rencana

Perbandingan jumlah LHR pada tahun 2021 dan LHR pada tahun 2023 tersebut dianalisis persentase pertumbuhan lalu lintas (i) untuk ruas jalan Manado – Tomohon, yaitu:

$$i = \left(\sqrt[n]{\frac{LHR_0}{LHR_n}} - 1 \right) \times 100\%$$

$$i = 16.897\%$$

Tabel 3. LHR Selama 20 Tahun

Jenis Kendaraan/Tahun	2	3	4	5	6a	6b	7a	7b	7c	Jumlah
2018	4745	50	727	8	222	133	12	0	3	5900
2019	7580	80	1162	12	139	213	19	0	4	9209
2020	10358	109	1588	16	102	291	26	0	5	12495
2021	12108	127	1856	19	87	340	30	0	6	14573
2022	14802	115	1616	76	76	317	42	0	12	17056
2023	17303	135	1889	89	65	371	49	0	14	19914
2024	20227	158	2208	104	56	434	57	0	16	23260
2025	23645	184	2581	122	48	507	67	0	19	27173
2026	27640	216	3017	142	41	593	78	0	22	31749
2027	32310	252	3527	166	35	693	91	0	26	37100
2028	37770	295	4123	194	30	810	107	0	31	43360
2029	44152	344	4820	227	25	947	125	0	36	50676
2030	51612	403	5635	265	22	1107	146	0	42	59232
2031	60334	471	6587	310	19	1294	171	0	49	69235
2032	70528	550	7700	363	16	1512	200	0	57	80926
2033	82446	643	9001	424	14	1768	233	0	67	94596
2034	96377	752	10522	496	12	2066	273	0	78	110576
2035	112662	879	12300	579	10	2416	319	0	91	129256
2036	131699	1028	14378	677	9	2824	373	0	107	151095
2037	153953	1201	16807	792	7	3301	436	0	125	176622

d) *Data International Roughness Index (IRI)*

Data IRI yang didapatkan dari Balai Pelaksana Jalan Nasional Sulawesi Utara adalah data IRI pada tahun 2022, dan berdasarkan data tersebut maka dapat dilihat pada tahun 2022 terjadi penurunan kualitas jalan sehingga diperlukan penanganan.

3.2. *Pembahasan*a) *Faktor Lalu Lintas Kendaraan*

Berdasarkan jumlah lalu lintas harian rata-rata, maka dapat dihitung beban lalu lintas yang berhubungan dengan nilai ESAL (Equivalent Single Axle Load) yang berpengaruh sebagai faktor perusak dari kendaraan terhadap struktur perkerasan jalan. Untuk perhitungan dapat dilihat di bawah.

Tabel 4. Nilai ESAL Tahun 2018

Jenis Kendaraan	Berat	Total Ekuivalen	Jumlah Kendaraan	Nilai ESAL
5a	6	0.2174	8	1.73920
5b	9	0.3006	222	66.73320
6b	18.2	2.4134	133	320.98220
7a	25	2.7416	12	32.89920
7b			0	0.00000
7c	38	4.1546	3	12.46380
			12	434.81760

Perhitungan *Traffic Design* tahun 2018:

$$\begin{aligned} W_{18} &= \text{ESAL} \times D_D \times D_L \times 365 \\ &= 434,81760 \times 0.5 \times 1 \times 365 \\ &= 79.354,212 \end{aligned}$$

Untuk tahun selanjutnya, dapat dilihat di Tabel 5.

Tabel 5. Analisis *Design Traffic* Tahun 2018-2037

Tahun	ESAL	Design ESAL
2018	434.82	79,354.21
2019	627.16	114,455.82
2020	828.49	151,200.08
2021	958.01	174,837.63
2022	969.42	176,918.82
2023	1,107.41	202,102.91
2024	1,309.60	239,002.66
2025	1,527.17	278,708.53
2026	1,779.59	324,774.74
2027	2,076.60	378,979.65
2028	2,428.19	443,144.93
2029	2,834.62	517,318.19
2030	3,310.62	604,189.03
2031	3,868.43	705,989.21
2032	4,517.92	824,520.18
2033	5,280.43	963,678.15
2034	6,170.04	1,126,031.86
2035	7,212.29	1,316,243.66
2036	8,432.49	1,538,928.66
2037	9,855.58	1,798,643.53

Berdasarkan analisis data pada Tabel 5, maka dapat dihitung Cumulative ESAL pada ruas jalan Manado – Tomohon.

$$\begin{aligned} \text{Cumulative ESAL 2019} &= \text{Design ESAL} + \text{Cumulative ESAL} \\ &= 114.455,82 + 79.354,21 \\ &= 193.810,04 \end{aligned}$$

Selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. *Traffic Design*

Tahun	ESAL	Design ESAL	Cumulative ESAL
2018	434.82	79,354.21	79,354.21
2019	627.16	114,455.82	193,810.04
2020	828.49	151,200.08	345,010.12
2021	958.01	174,837.63	519,847.75
2022	969.42	176,918.82	696,766.57
2023	1,107.41	202,102.91	898,869.48
2024	1,309.60	239,002.66	1,137,872.13
2025	1,527.17	278,708.53	1,416,580.66
2026	1,779.59	324,774.74	1,741,355.40

Tahun	ESAL	Design ESAL	Cumulative ESAL
2027	2,076.60	378,979.65	2,120,335.04
2028	2,428.19	443,144.93	2,563,479.97
2029	2,834.62	517,318.19	3,080,798.16
2030	3,310.62	604,189.03	3,684,987.18
2031	3,868.43	705,989.21	4,390,976.39
2032	4,517.92	824,520.18	5,215,496.57
2033	5,280.43	963,678.15	6,179,174.72
2034	6,170.04	1,126,031.86	7,305,206.58
2035	7,212.29	1,316,243.66	8,621,450.23
2036	8,432.49	1,538,928.66	10,160,378.89
2037	9,855.58	1,798,643.53	11,959,022.43

b) Menghitung Sisa Umur Perkerasan Jalan

Umur rencana perkerasan dapat dianalisis berdasarkan hasil kumulatif ESAL pada masing masing skenario. Kumulatif ESAL dihitung per tahun sejak tahun pertama hingga akhir masa layan. Dari perhitungan akan diperoleh nilai kumulatif ESAL pada tahun pertama jalan dibuka yaitu tahun 2018 sampai dengan akhir umur rencana yaitu 2037. Analisis sisa umur pelayanan perkerasan didapatkan dengan membandingkan nilai ESAL pada tahun survei dengan nilai ESAL pada akhir umur rencana. Dari analisis ini akan didapat besar persentase umur sisa dari perkerasan.

1. Tahun ke-1

$$RL = 100 \left(1 - \frac{79354.21}{11959022.43} \right) = 99.33644901$$

2. Tahun ke-2

$$RL = 100 \left(1 - \frac{193810.04}{11959022.43} \right) = 98.37938228$$

3. Tahun ke-3

$$RL = 100 \left(1 - \frac{345010.12}{11959022.43} \right) = 97.11506421$$

4. Tahun ke-4

$$RL = 100 \left(1 - \frac{519847.75}{11959022.43} \right) = 95.65309164$$

5. Tahun ke-5

$$RL = 100 \left(1 - \frac{696766.57}{11959022.43} \right) = 94.17371636$$

6. Tahun ke-6

$$RL = 100 \left(1 - \frac{898869.48}{11959022.43} \right) = 92.48375457$$

7. Tahun ke-7

$$RL = 100 \left(1 - \frac{1137872.13}{11959022.43} \right) = 90.48524124$$

8. Tahun ke-8

$$RL = 100 \left(1 - \frac{1416580.66}{11959022.43} \right) = 88.15471191$$

9. Tahun ke-9

$$RL = 100 \left(1 - \frac{1741355.40}{11959022.43} \right) = 85.4389821$$

10. Tahun ke-10

$$RL = 100 \left(1 - \frac{2120335.04}{11959022.43} \right) = 82.26999694$$

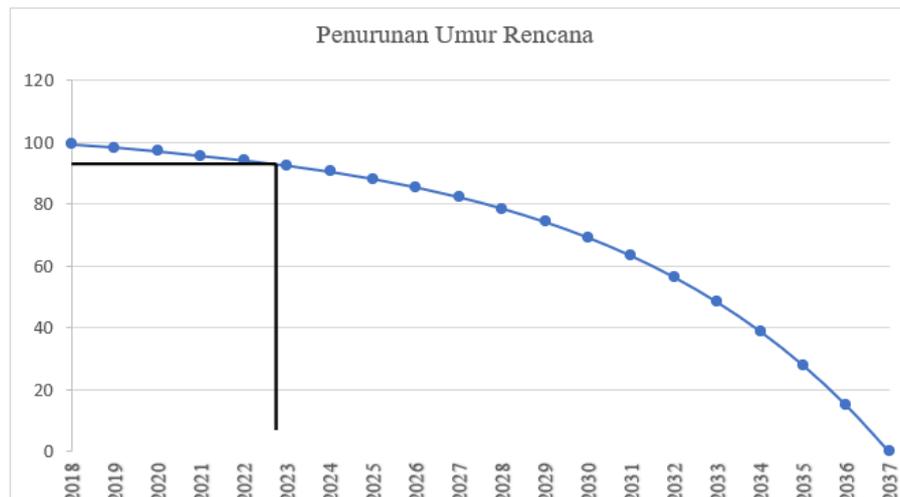
11. Tahun ke-11

$$RL = 100 \left(1 - \frac{2563479.97}{11959022.43} \right) = 78.56446889$$

12. Tahun ke-12
 $RL = 100 \left(1 - \frac{3080798.16}{11959022.43} \right) = 74.23871242$
13. Tahun ke-13
 $RL = 100 \left(1 - \frac{3684987.18}{11959022.43} \right) = 69.18655176$
14. Tahun ke-14
 $RL = 100 \left(1 - \frac{4390976.39}{11959022.43} \right) = 63.28314946$
15. Tahun ke-15
 $RL = 100 \left(1 - \frac{5215496.57}{11959022.43} \right) = 56.38860448$
16. Tahun ke-16
 $RL = 100 \left(1 - \frac{6179174.72}{11959022.43} \right) = 48.33043624$
17. Tahun ke-17
 $RL = 100 \left(1 - \frac{7305206.58}{11959022.43} \right) = 38.9146845$
18. Tahun ke-18
 $RL = 100 \left(1 - \frac{8621450.23}{11959022.43} \right) = 27.90840315$
19. Tahun ke-19
 $RL = 100 \left(1 - \frac{10160378.89}{11959022.43} \right) = 15.04005485$
20. Tahun ke-20
 $RL = 100 \left(1 - \frac{11959022.43}{11959022.43} \right) = 0$

Tabel 7. Penurunan Sisa Umur Rencana tahun 2018-2037

Tahun	Np (ESAL)	N1,5 (ESAL)	%
2018	79354.21	11959022.43	99.33644901
2019	193810.04	11959022.43	98.37938228
2020	345010.12	11959022.43	97.11506421
2021	519847.75	11959022.43	95.65309164
2022	696766.57	11959022.43	94.17371636
2023	898869.48	11959022.43	92.48375457
2024	1137872.13	11959022.43	90.48524124
2025	1416580.66	11959022.43	88.15471191
2026	1741355.40	11959022.43	85.4389821
2027	2120335.04	11959022.43	82.26999694
2028	2563479.97	11959022.43	78.56446889
2029	3080798.16	11959022.43	74.23871242
2030	3684987.18	11959022.43	69.18655176
2031	4390976.39	11959022.43	63.28314946
2032	5215496.57	11959022.43	56.38860448
2033	6179174.72	11959022.43	48.33043624
2034	7305206.58	11959022.43	38.9146845
2035	8621450.23	11959022.43	27.90840315
2036	10160378.89	11959022.43	15.04005485
2037	11959022.43	11959022.43	0



Gambar 3. Grafik Penurunan Umur Rencana Perkerasan Lentur

Berdasarkan perhitungan sisa umur rencana, diperoleh grafik penurunan umur rencana pada perkerasan lentur di Ruas Jalan Manado – Tomohon diperoleh pada tahun 2023 sisa umur rencana sebesar 92,48375457% dan terjadi pengurangan sebesar 7,524752%.

4. Kesimpulan

- 1) Analisis data lalu lintas harian rata-rata (LHR) pada ruas jalan Manado – Tomohon tahun 2023 sebanyak 19.914 kendaraan/hari/2 arah. Dan untuk beban sumbu kumulatif selama 20 tahun umur rencana adalah 11.959.022,43 ESAL.
- 2) Perhitungan beban sumbu kumulatif selama umur rencana yaitu sebesar 11.959.022,43 ESAL dan dengan teori Remaining Life AASHTO 1993 diperoleh angka persentase penurunan sisa umur rencana pada tahun 2023 sebesar 92,48375457% dan terjadi penurunan sebesar 7,516245%.

Referensi

- lan (Studi Kasus: Ruas Jalan Manado - Bitung). *Jurnal Sipil Statik*. AASHTO. (1993). *Guide for Design of Pavement Structure 1993*. Washington, D.C, USA: American Association of State Highways and Transportation Officials.
- Atmanegara, R. F., & Kushari, B. (2017). Pengaruh Beban Berlebih Kendaraan Terhadap Umur Rencana Pada Perkerasan Lentur : Studi Kasus Ruas Jalan Jogja - Magelang.
- Dwiputra, A. Y., Tri Utomo, S. H., & Mulyono, A. T. (2021). Prediksi Sisa Umur Perkerasan Lentur dengan Metode Mekanistik-Empirik Ruas Jalan Prof. Dr. Wirjono Prodjodikoro, Yogyakarta. *Jurnal Transportasi*.
- Lasarus, R., Lalamentik, L. G., & Waani, J. E. (2020). Analisa Kerusakan Jalan dan Penanganannya dengan Metode PCI (Pavement Condition Index) (Studi Kasus: Ruas Jalan Kauditan (by pass) - Airmadidi ; STA 0+770 - STA 3+770). *Jurnal Sipil Statik*.
- Lutfah, I. U., & Agus, T. M. (2015). Analisis Dampak Bebaan Overloading Kendaraan Berat Angkutan Barang Terhadap Umur Rencana dan Biaya Kerugian Penanganan Jalan.
- Nabillah, J. A., & Radam, I. F. (2019). Pengaruh Beban Lalu Lintas Terhadap Kerusakan Perkerasan Jalan (Studi Kasus Segmen Jalan Banjar Baru - Bati-Bati). *Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*.
- Nasional, B. S. (2004). *Geometri Jalan Perkotaan (RSNI-T-14-2004)*. Jakarta: Badan Penerbit Standar Nasional Indonesia.
- Nurkholis. (2020). Dampak Beban Kendaraan Terhadap Umur Rencana Jalan Kabupaten Kampar Provinsi Riau (Studi Kasus : Jalan Lingkar Pasir Putih KM. 13-15).
- Safitra, P. A., Sendow, T., & Pandey, S. (2019). Analisa Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Umur Rencana Ja
- 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 77 s/d 78).

- Simanjuntak, G., Pramusetyo, A., Riyanto, B., & Supriyono. (2014). Analisis Pengaruh Muatan Lebih (Overloading) Terhadap Kinerja Jalan dan Umur Rencana Perkerasasan Lentur (Studi Kasus Ruasa Jalan Raya Pringsurat, Ambarawa-Magelang). *Jurnal Karya Teknik Sipil*.
- Sukirman, S. (2010). *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasasan Lentur*. Bandung: Penerbit Nova.
- Warrantyo, M. M. (2019). Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Perkerasasan Lentur (Aspal) Di Jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru.
- Wilayah, D. P. (2004). *Survai Pencacah Lalu Lintas Dengan Cara Manual (Pd. T-19-2004-B)*. Jakarta.