

# ANALISIS KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA TAHAP PENGGUNAAN PERKERASAN KAKU RUAS JALAN KABUPATEN (Studi Kasus: Ruas Jalan Kabupaten Sragen)

Muhammad Caesayuda Wijaya<sup>1)</sup>, Ary Setyawan<sup>2)</sup>, Fajar Sri Handayani<sup>3)</sup>, Florentina Pungky Pramesti<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Fakultas Teknik, Prodi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

<sup>2) 3) 4)</sup> Pengajar Fakultas Teknik, Prodi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: [caesayuda@gmail.com](mailto:caesayuda@gmail.com)

## Abstract

*Pavement is one of the most important means in human life today. In ancient times before the discovery of transportation equipment that used mechanical power as a driving force, road pavement as a means of transportation still uses broken rocks and subgrade, this is because there has been no technological progress that requires road pavement as it is now.*

*The main function of the road hardening is to spread the load to the subgrade, at the usage stage, the road pavement serves as a means of transporting various types of vehicles ranging from motorcycles, trucks, buses and other heavy vehicles. The development of the times and means of transportation in the form of adequate roads have an impact on the growth of vehicles that cause positive and negative impacts. The positive impact of good means of transportation is as a support for the economy of the country where with good means of transportation it will accelerate and increase the quality of the economic movement in the form of delivery of goods and services in an area. However, the negative impact of good transportation means that massive vehicle movements cause energy consumption and the resulting emissions affect the surrounding environment. Therefore, research is needed on how much energy consumption and fuel emissions of vehicles are issued, so that in the future it can be used as a reference and control of road and vehicle use. In addition, this research also examines how influential the road surface conditions are to vehicle speed which is related to the amount of fuel consumption needed and influences the amount of energy consumption and greenhouse gas emissions (GHG).*

*In this study taking a sample of the Sragen Regency road segment, namely Jalan HOS Cokroaminoto and Jalan KH Agus Salim at the operational stage (use phase). This study uses the Life Cycle Assessment (LCA) approach with this method will be produced in the form of energy consumption and GHG emissions, after that to get fuel consumption used by the equation through the guidelines for calculating vehicle operating costs (BOK) released by the Research and Development Agency PUPR to determine fuel consumption and use the guidelines in the methodology book for calculating GHG emission levels released by the Ministry of Environment which contains a database of energy consumption and GHG emissions for each type of fuel to determine the amount of energy consumption and GHG emissions. To find out the functional condition of the road using the Pavement Condition Index (PCI) method.*

**Key words:** *rigid pavement, use-phase, life cycle assessment (LCA), vehicle operational cost, IPCC, pavement condition index (PCI), energy consumption, green house gases, operational road*

## Abstrak

Perkerasan jalan merupakan salah satu sarana terpenting dalam kehidupan manusia masa kini. Pada zaman dahulu sebelum ditemukannya alat transportasi yang menggunakan tenaga mesin sebagai penggerakannya, perkerasan jalan sebagai sarana transportasi masih menggunakan batu – batuan pecah maupun tanah dasar, hal tersebut dikarenakan belum ada kemajuan teknologi yang membutuhkan perkerasan jalan seperti sekarang.

Fungsi utama perkerasan jalan yaitu menyebarkan beban ke tanah dasar, pada tahap penggunaan, perkerasan jalan berfungsi sebagai sarana transportasi berbagai jenis kendaraan mulai dari motor, truck, bus maupun kendaraan berat lainnya. Perkembangan zaman dan sarana transportasi berupa jalan yang memadai berdampak pada bertumbuhnya kendaraan yang menimbulkan dampak positif maupun negatif. Dampak positif dari sarana transportasi yang baik yaitu sebagai penopang perekonomian negara dimana dengan sarana transportasi yang baik maka akan mempercepat serta menambah kualitas pergerakan ekonomi berupa pengiriman barang dan jasa di suatu daerah. Namun dampak negatif dari sarana transportasi yang baik menimbulkan adanya pergerakan kendaraan yang masif menimbulkan konsumsi energi dan emisi yang dihasilkan mempengaruhi lingkungan sekitar. Maka dari itu diperlukan penelitian mengenai seberapa besar konsumsi energi dan emisi bahan bakar kendaraan yang dikeluarkan, agar kedepannya dapat dijadikan acuan serta kontrol terhadap penggunaan jalan maupun kendaraan. Selain itu penelitian ini juga meneliti seberapa berpengaruhnya kondisi permukaan jalan terhadap kecepatan kendaraan yang berhubungan dengan besarnya konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan dan berpengaruh terhadap besarnya konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca (GRK).

Pada penelitian ini mengambil sampel ruas Jalan Kabupaten Sragen yaitu ruas Jalan HOS Cokroaminoto dan ruas Jalan KH Agus Salim pada tahap operasional ( *use phase* ). Penelitian ini menggunakan pendekatan *Life Cycle Assesment* (LCA) dengan metode ini akan dihasilkan berupa konsumsi energi dan emisi GRK, setelah itu untuk mendapatkan konsumsi bahan bakar digunakan perasamaan melalui pedoman perhitungan biaya operasional kendaraan (BOK) yang dirilis oleh Balitbang PUPR untuk mengetahui konsumsi Bahan Bakar dan menggunakan

pedoman didalam buku metodologi perhitungan tingkat emisi GRK yang dirilis oleh Kementerian Lingkungan Hidup yang berisi *database* konsumsi energi dan emisi GRK setiap jenis bahan bakar untuk mengetahui besarnya konsumsi energi dan emisi GRK. Untuk mengetahui kondisi fungsional jalan menggunakan metode *Pavement Condition Index (PCI)*.

**Kata Kunci:** *perkerasan lentur, tahap operasional (Use-Phase), life cycle assessment (LCA), biaya operasional kendaraan (BOK), IPCC, pavement condition index (PCI), konsumsi energi, gas rumah kaca*

## PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi yang cukup pesat dan bertambahnya jumlah penduduk di setiap daerah perkotaan maupun pedesaan memacu bertambahnya kendaraan pribadi sebagai sarana transportasi utama. Pertumbuhan kendaraan yang cepat tidak sebanding dengan upaya yang dilakukan pemerintah untuk mengurangi dampak – dampak yang ditimbulkan oleh hal tersebut.

Salah satu permasalahan penting yang harus diselesaikan akibat semakin banyaknya kendaraan adalah pemanasan global (*global warming*) dan krisis iklim. Peningkatan suhu bumi setiap tahunnya, serta makin banyaknya bencana dan fenomena alam yang cenderung tidak terkendali menjadi alasan utama isu ini semakin sering dibahas. Pemanasan global itu sendiri disebabkan oleh berbagai macam hal yaitu, penggunaan energi dan efek gas rumah kaca yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil, kendaraan bermotor, pabrik modern, perternakan atau pembangkit listrik. Salah satu hal yang dapat menyebabkan *global warming* yaitu penggunaan energi dan emisi gas rumah kaca yang disebabkan oleh industri konstruksi yang mendapatkan perhatian lebih karena dampaknya yang membahayakan bagi keadaan iklim di bumi ini. Indonesia merupakan salah satu negara yang menandatangani protokol Kyoto tentang pengurangan emisi gas rumah kaca pada tahun 1977 dan sektor konstruksi jalan merupakan penyumbang emisi CO<sub>2</sub> sebesar 15% dari keseluruhan sektor, dimana lebih dari 39% nya berasal dari jalan nasional( Kementerian Lingkungan Republik Indonesia). Emisi kendaraan bermotor memiliki kontribusi terbesar pada pencemaran efek rumah kaca dan salah satu cara mengurangi emisi gas tersebut yaitu dengan mengurangi penggunaan bahan bakar oleh truk, motor dan mobil. Para penggiat otomotif berlomba – lomba menciptakan kendaraan yang ramah lingkungan sedangkan para engineer mencari cara lain untuk mengurangi emisi gas yang dihasilkan, salah satu cara yaitu dengan mempelajari karakter perkerasan jalan yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar. Menurut Howard Marks , 2009, semakin mulus permukaan perkerasan jalan semakin rendah konsumsi bahan bakar yang dihasilkan, Howards menjelaskan lebih lanjut bahwa ada tiga karakteristik perkerasan yang mempengaruhi penggunaan bahan bakar yaitu *pavement tire rolling, pavement stiffness and viscosity* , dan *pavement smoothness*. Di Indonesia sendiri konsumsi bahan bakar minyak melebihi jumlah produksinya dimana tingkat konsumsi bahan bakar di Indonesia mencapai 1,6 juta barel per hari sedangkan jumlah produksi hanya 834 ribu per hari ( SKK MIGAS,2017), jumlah yang fantastis ini mengindikasikan besarnya pencemaran yang terjadi akibat adanya pembakaran karbon monoksida yang dihasilkan oleh kendaraan yang ada di Indonesia. Banyaknya konsumsi bahan bakar tersebut sebanding dengan jumlah kendaraan yang ada di Indonesia. Menurut BPS, jumlah kendaraan per tahun 2016 berjumlah 129.281.079 yang terdiri dari 14.580.666 mobil penumpang, 2.486.898 mobil bis, dan 105.150.082 motor (BPS,2017).

Banyak faktor yang dapat digunakan untuk mengurangi konsumsi bahan bakar , khususnya pada fase penggunaan perkerasan jalan. Dewasa ini penelitian di Indonesia yang meneliti mengenai penggunaan energi dan emisi gas rumah kaca sudah cukup banyak, khususnya dalam bidang konstruksi perkerasan jalan raya, salah satunya adalah penelitian yang di lakukan Jwantoro, ST ,2013 yang meneliti mengenai *life cycle analysis* serta *life cycle cost analysis* pada tahap konstruksi perkerasan jalan raya. Penelitian mengenai *life cycle analysis* sangat menarik untuk dibahas karena banyaknya komponen penting dalam penelitian ini dan memiliki potensi sebagai penunjang kemajuan dunia konstruksi khususnya konstruksi perkerasan jalan . Namun masih perlu adanya penelitian lanjutan mengenai *life cycle analysis* ke depannya khususnya pada tahap penggunaan (*use phase*). Maka dari itu pada penelitian kali ini akan dibahas mengenai analisis konsumsi bahan bakar dan emisi gas rumah kaca pada tahap penggunaan perkerasan jalan kaku untuk mengetahui seberapa banyak energi yang digunakan dan emisi gas rumah kaca pada saat pengoperasian perkerasan jalan kaku di Jalan Kabupaten KH. Agus Salim dan HOS Cokroaminoto, Sragen, Jawa Tengah. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memajukan dunia teknik sipil khususnya bidang jalan raya serta dapat mengetahui berapa jumlah emisi gas rumah kaca serta konsumsi energi dari setiap kendaraan yang melalui perkerasan jalan yang ditinjau.

## LANDASAN TEORI

### Klasifikasi Jalan dan Tipe Perkerasan

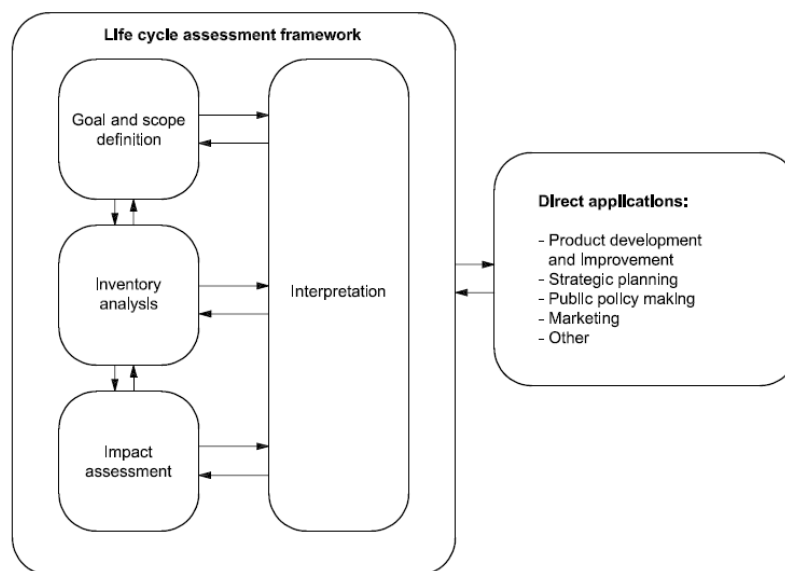
Perkerasan jalan adalah sistem yang terdiri dari beberapa lapis material yang diletakan pada tanah dasar (*subgrade*). Fungsi utama dari perkerasan jalan adalah untuk kenyamanan dan keamanan berkendara.

Klasifikasi jalan menurut Bina Marga PP No. 26/1985 dan Pemerintah No.34 Tahun 2006 jalan dikelompokkan dalam sistem jaringan jalan, fungsi jalan, status jalan, dan kelas jalan. Sesuai Undang-undang tentang jalan No.13 tahun 1980 dan Peraturan Pemerintah No.26 tahun 1985, sistem jaringan jalan di Indonesia dapat dibedakan atas sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder.

### Life Cycle Assessment

Secara umum LCA atau *Life Cycle Assessment* adalah sebuah pendekatan yang bertujuan untuk mengetahui konsumsi energi dan pelepasan emisi dalam hal ini gas rumah kaca (GRK) atau *green house gases* (GHG) pada tahapan pemeliharaan dan rehabilitasi perkerasan lentur. Tahapan pemeliharaan merupakan salah satu tahapan yang konsumsi energi dan pelepasan emisi yang besar setelah proses konstruksi awal. Konsumsi energi dan pelepasan emisi ini dihasilkan dari proses awal produksi material sampai pelaksanaan di lapangan.

Terdapat empat tahapan pada studi LCA yaitu fase *goal and scope*, fase *life cycle inventory analysis*, fase *life cycle impact assessment*, dan fase interpretasi seperti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan *Life Cycle Assessment* (ISO 14044, 2006)

### Volume Lalu Lintas

Dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997, digunakan untuk menghitung parameter-parameter yang dibutuhkan yang berasal dari data primer dan data sekunder. Data volume lalu lintas yang dibutuhkan untuk penelitian ini adalah hambatan samping, kapasitas jalan, lalu lintas harian rata-rata, kecepatan rata-rata, tanjakan dan turunan ruas jalan.

### Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar didapat dengan bantuan persamaan konsumsi bahan bakar setiap jenis kendaraan yang ada didalam buku pedoman biaya operasional kendaraan yang dikeluarkan oleh Balitbang Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat 2005.

### Database IPCC 2006

*Database Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2006* merupakan *database* yang berisi data besarnya konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca yang dilepas setiap jenis bahan bakar persatuan jumlah bahan bakar. *Database* yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan *database* yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup yang mensadur dari *database IPCC 2006* dan diperbaharui dengan tipe bahan bakar yang ada di Indonesia.

### **Pavement Condition Index (PCI)**

PCI digunakan untuk mencari tahu kondisi permukaan jalan pada saat operasional dengan melakukan penilaian terhadap kondisi permukaan jalan berdasarkan jenis kerusakan yang dinilai secara visual. Klasifikasi kondisi jalan berdasarkan nilai PCI dapat disajikan dalam Tabel 1.

**Tabel 1.** Hubungan Nilai PCI dengan Tingkat Kondisi Jalan

Nilai PCI	Kondisi Jalan
85-100	<i>Good</i>
70-84	<i>Satisfactory</i>
55-69	<i>Fair</i>
40-54	<i>Poor</i>
25-39	<i>Very Poor</i>
10-24	<i>Serious</i>
0-10	<i>Failed</i>

Sumber: Pavement Management for Airports, Roads, and Parking Lots (Shahin, 1993)

### **METODE PENELITIAN**

Pada penelitian ini dilakukan analisis konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan pada Jalan Kabupaten yang memiliki fungsi sebagai jalan arteri sekunder yang berlokasi di Kab.Sragen yaitu pada Jl. HOS Cokroaminoto dan Jl.KH Agus Salim. Pekerjaan perhitungan konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca pada tahap penggunaan (*use phase*) dipermudah dengan bantuan metode biaya operasional kendaraan (BOK) yang dikeluarkan oleh Balitbang DPUPR 2005 dan database IPCC yang telah dikonversi menjadi kondisi lingkungan dan iklim yang ada di Indonesia serta dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup 2012. Didalam buku metode perhitungan BOK terdapat persamaan untuk mengidentifikasi seberapa besar konsumsi bahan bakar pada tahap penggunaan (*use-phase*) setiap jenis kendaraan berdasarkan parameter operasional kendaraan tersebut. Parameter tersebut antara lain kecepatan kendaraan, percepatan rata-rata, kondisi jalan, dsb. Dari persamaan yang dirilis oleh Balitbang DPUPR, diketahui bahwa variabel yang paling berpengaruh dalam konsumsi bahan bakar adalah kecepatan. Hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien variabel kecepatan yang besar.

dengan buku manual berjudul Metodologi Perhitungan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca pada Kegiatan Pengadaan dan Penggunaan Energi.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan hasil survey diperoleh nilai besarnya konsumsi bahan bakar dan emisi gas rumah kaca pada setiap jenis kendaraan dan hubungan antara kondisi permukaan jalan dengan kecepatan rata-rata kendaraan pada Jalan Kabupaten yang memiliki fungsi sebagai jalan arteri sekunder yang berlokasi di Kab.Sragen yaitu pada Jl.HOS Cokroaminoto yang memiliki panjang  $\pm 1,1$  km dan Jl.KH Agus Salim yang memiliki panjang  $\pm 1,4$  km.

#### **Kecepatan Rata-Rata**

Nilai kecepatan rata-rata setiap jenis kendaraan pada masing-masing ruas jalan diambil sebanyak 6 sampel setiap ruas jalan dan dipilih dengan kondisi jalan yang berbeda. Kecepatan rata-rata ditampilkan pada tabel dibawah

**Tabel 2.** Rekapitulasi Kecepatan Tiap Jenis Kendaraan pada Jalan HOS Cokroaminoto

No.	STA	PCI	SEPEDA MOTOR	MOBIL PENUMPANG	PICKUP / BOX	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUK RINGAN 2 SUMBU	TRUK SEDANG 2 SUMBU	TRUK 3 SUMBU
1	0+000 - 0+100	98	25,881	24,965	30,278	37,190	22,472	23,715	22,857	21,201
2	0+300 - 0+500	92	33,302	31,304	31,858	39,173	23,653	24,948	28,731	25,070
3	0+600 - 0+800	92	15,584	13,043	10,198	10,778	8,926	9,412	7,828	7,059
4	0+800 - 0+900	98	52,941	46,036	43,584	35,892	31,579	41,763	40,268	37,075
5	0+900 - 1+000	100	41,237	37,775	32,000	32,432	38,961	41,379	38,877	34,682
6	1+000 - 1+100	100	43,269	36,254	35,821	41,860	26,239	38,298	35,714	27,523
Rata-Rata (km/jam)			35,369	31,563	30,623	32,888	25,305	29,919	29,046	25,435

Tabel 3. Rekapitulasi Kecepatan Tiap Jenis Kendaraan pada Jalan KH Agus Salim

No.	STA	PCI	SEPEDA MOTOR	MOBIL PENUMPANG	PICKUP / BOX	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUK RINGAN 2 SUMBU	TRUK SEDANG 2 SUMBU	TRUK 3 SUMBU
1	0+000 - 0+100	18	15,371	12,522	12,544	10,548	10,181	10,411	9,975	9,404
2	0+400 - 0+500	92	62,500	45,283	63,830	53,176	46,753	33,835	30,691	38,136
3	0+700 - 0+800	96	46,814	38,380	33,930	33,088	38,095	38,176	33,708	32,000
4	0+900 - 1+000	92	76,923	57,052	41,570	36,885	43,849	38,217	33,210	26,766
5	1+000 - 1+100	96	41,715	31,142	32,403	34,450	30,278	32,432	24,473	18,634
6	1+100 - 1+430	10 0	30,743	27,756	31,634	29,581	28,571	27,735	25,370	23,003
Rata-Rata (km/jam)			45,678	35,356	35,985	32,955	32,955	30,134	26,238	24,657

### Konsumsi Energi dan Emisi Gas Rumah Kaca

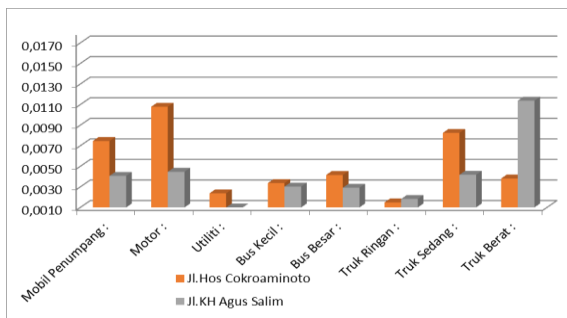
Analisis konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca pada setiap ruas jalan ditampilkan pada tabel 5 & 6 dibawah ini. Panjang jalan telah diberitahukan pada paragraf sebelumnya.

Tabel 4. Rekapitulasi Konsumsi Energi dan Emisi Gas Rumah Kaca pada Jalan HOS Cokroaminoto

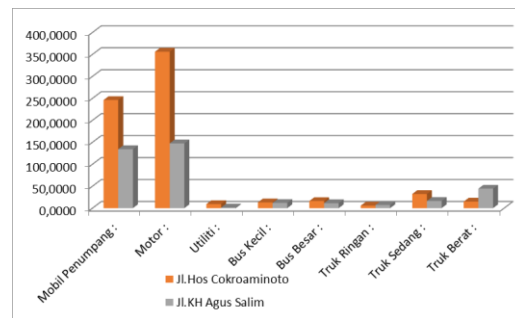
Tipe kendaraan	Konsum Bahan Bakar l/km	Tipe	Konsum Bahan Bakar (Liter)	LHR Kend/Hari	Nilai Kalor TJ/Liter	Konsumsi Energi (TJ/hari)	CO2 Ton/GJ	Emisi CO2 Ton/hari	CH4 Ton/GJ	Emisi CH4 Ton/hari	N2O Ton/GJ	Emisi N2O Ton/hari
(1)	(2)	(3)	(4)=(2)xP.Jalan	(5)	(6)	(7)=(4)x(5)x(6)	(8)	(9)=(7)x(8)	(10)	(11)=(7)x(10)	(12)	(13)=(7)x(12)
Sepeda Motor :	0,11104	Bensin	0,11104	2035	0,000033	0,00746	69300	516740,3035	33	246,0668	3,2	23,86102
Mobil Penumpang :	0,02699	Bensin	0,02699	12114	0,000033	0,01079	69300	747652,4217	33	356,0250	3,2	34,52363
Utiliti :	0,13832	solar (Diesel)	0,13832	476	0,000036	0,00237	74100	175630,4927	3,9	9,2437	3,9	9,24371
Bus Kecil :	0,20533	solar (Diesel)	0,20533	455	0,000036	0,00336	74100	249220,4978	3,9	13,1169	3,9	13,11687
Bus Besar :	0,32243	solar (Diesel)	0,32243	358	0,000036	0,00416	74100	307923,0274	3,9	16,2065	3,9	16,20648
Truk Ringan :	0,29465	solar (Diesel)	0,29465	140	0,000036	0,00149	74100	110041,1855	3,9	5,7916	3,9	5,79164
Truk Sedang :	0,42259	solar (Diesel)	0,42259	542	0,000036	0,00825	74100	610993,6211	3,9	32,1576	3,9	32,15756
Truk Berat :	0,73562	solar (Diesel)	0,73562	144	0,000036	0,00381	74100	282576,0919	3,9	14,8724	3,9	14,87243
Max	0,73562		0,73562	12114		0,01079		747652,4217		356,02496		34,52363
Total						0,04168		3000777,6417		693,4805		149,7733

Tabel 5. Rekapitulasi Konsumsi Energi dan Emisi Gas Rumah Kaca pada Jalan KH Agus Salim

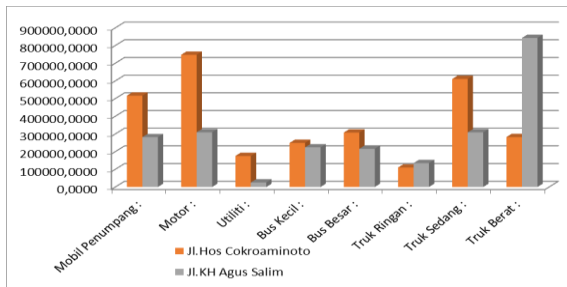
Tipe kendaraan	Konsum Bahan Bakar l/km	Tipe	Konsum Bahan Bakar (Liter)	LHR Kend/Hari	Nilai Kalor TJ/Liter	Konsumsi Energi (TJ/hari)	CO2 Ton/GJ	Emisi CO2 Ton/hari	CH4 Ton/GJ	Emisi CH4 Ton/hari	N2O Ton/GJ	Emisi N2O Ton/hari
(1)	(2)	(3)	(4)=(2)xP.Jalan	(5)	(6)	(7)=(4)x(5)x(6)	(8)	(9)=(7)x(8)	(10)	(11)=(7)x(10)	(12)	(13)=(7)x(12)
Sepeda Motor :	0,09481	0,00407	0,12326	1000	0,000033	0,01519	69300	281878,2164	33	134,2277	3,2	13,01602
Mobil Penumpang :	0,02259	0,00447	0,02937	4609	0,000033	0,00692	69300	309533,9391	33	147,3971	3,2	14,29305
Utiliti :	0,11362	0,00035	0,14771	65	0,000036	0,00414	74100	25611,1681	3,9	1,3480	3,9	1,34796
Bus Kecil :	0,18690	0,00303	0,24297	346	0,000036	0,00072	74100	224259,8203	3,9	11,8031	3,9	11,80315
Bus Besar :	0,26952	0,00291	0,35038	231	0,000036	0,00386	74100	215909,4677	3,9	11,3637	3,9	11,36366
Truk Ringan :	0,27620	0,00182	0,35906	141	0,000036	0,00173	74100	135052,0479	3,9	7,1080	3,9	7,10800
Truk Sedang :	0,37304	0,00417	0,48495	239	0,000036	0,01081	74100	309184,4701	3,9	16,2729	3,9	16,27287
Truk Berat :	0,58864	0,01138	0,76523	413	0,000036	0,00120	74100	843065,6618	3,9	44,3719	3,9	44,37188
Max	0,58864	0,01138	0,76523	4609		0,01519		843065,6618		147,3971		44,37188
Total						0,03219		3196387,3741		817,3020		2344494,7915



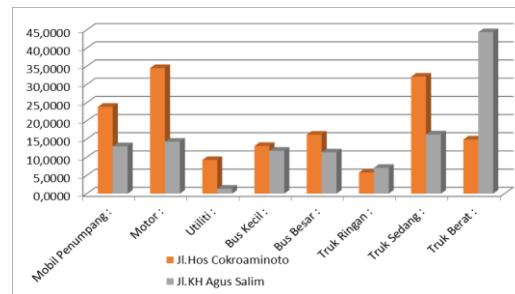
Gambar 2. Diagram Batang Konsumsi Energi (TJ/Hari)



Gambar 4. Diagram Batang Emisi CH<sub>4</sub> Ton/Hari



Gambar 3. Diagram Batang Emisi CO<sub>2</sub> Ton/Hari



Gambar 5. Diagram Batang Emisi N<sub>2</sub>O Ton/Hari

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa konsumsi bahan bakar terbesar setiap melintasi ruas Jl. HOS Cokroaminoto adalah truk berat yaitu membutuhkan 0,73562 liter setiap melintas jalan tersebut. Lalu lalu lintas harian rata rata terbesar yang melintas yaitu sepeda motor sebesar 12114 kend/hari. Konsumsi energi terbesar dikontribusi oleh motor sebesar 0,01079 TJ/hari. Emisi gas CO<sub>2</sub> terbesar dihasilkan oleh motor yaitu sebesar 747652,4217 Ton CO<sub>2</sub>/Hari. Untuk emisi gas CH<sub>4</sub> terbesar dihasilkan oleh sepeda motor yaitu sebesar 356.0249 Ton CH<sub>4</sub>/Hari. Untuk emisi gas N<sub>2</sub>O terbesar dihasilkan oleh motor Sebesar 34.5236 Ton N<sub>2</sub>O /Hari. Berdasarkan data pada Tabel 3.35 diketahui bahwa konsumsi energi dan emisi GRK terbesar dihasilkan oleh truk ringan, disusul oleh sepeda motor, kemudian mobil penumpang. Total konsumsi energi yang digunakan perhari yaitu sebesar 0,04168 TJ/hari. Emisi gas rumah kaca yang dihasilkan untuk CO<sub>2</sub> yaitu sebesar 3000777.6417/Ton CO<sub>2</sub>/Hari ; CH<sub>4</sub> sebesar 693,4805 Ton CH<sub>4</sub> / Hari; dan gas N<sub>2</sub>O sebesar 149.7733 Ton N<sub>2</sub>O/Hari.

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa konsumsi bahan bakar terbesar untuk melintasi ruas Jl. KH Agus Salim adalah truk berat yaitu sebesar 0,58864 liter lalu lalu lintas harian rata-rata terbesar yang melintas yaitu sepeda motor sebesar 4609 kend/hari, Konsumsi energi terbesar dikontribusi oleh truk berat yaitu mengkonsumsi energi sebesar 0.01138 TJ/hari. Emisi gas CO<sub>2</sub> terbesar dihasilkan oleh truk berat yaitu menghasilkan gas sebesar 843.065,6618 Ton CO<sub>2</sub>/Hari. Emisi gas CH<sub>4</sub> terbesar dihasilkan oleh sepeda motor yaitu sebesar 147,397 Ton CH<sub>4</sub>/Hari. Emisi gas N<sub>2</sub>O terbesar dihasilkan oleh truk berat yaitu sebesar 44,3718 Ton N<sub>2</sub>O /Hari. Berdasarkan data Tabel 3.36 diketahui bahwa konsumsi energi dan emisi GRK terbesar dihasilkan oleh truk berat, kemudian sepeda motor, disusul oleh mobil penumpang. Total konsumsi energi yang digunakan perhari yaitu sebesar 0,04457 TJ/hari. Emisi gas rumah kaca yang dihasilkan untuk CO<sub>2</sub> yaitu sebesar 2344494,7915 Ton CO<sub>2</sub>/Hari ; CH<sub>4</sub> sebesar 373.8923 Ton CH<sub>4</sub>/Hari; dan gas N<sub>2</sub>O sebesar 119,5766 Ton N<sub>2</sub>O/Hari.

### ***Pavement Condition Index (PCI)***

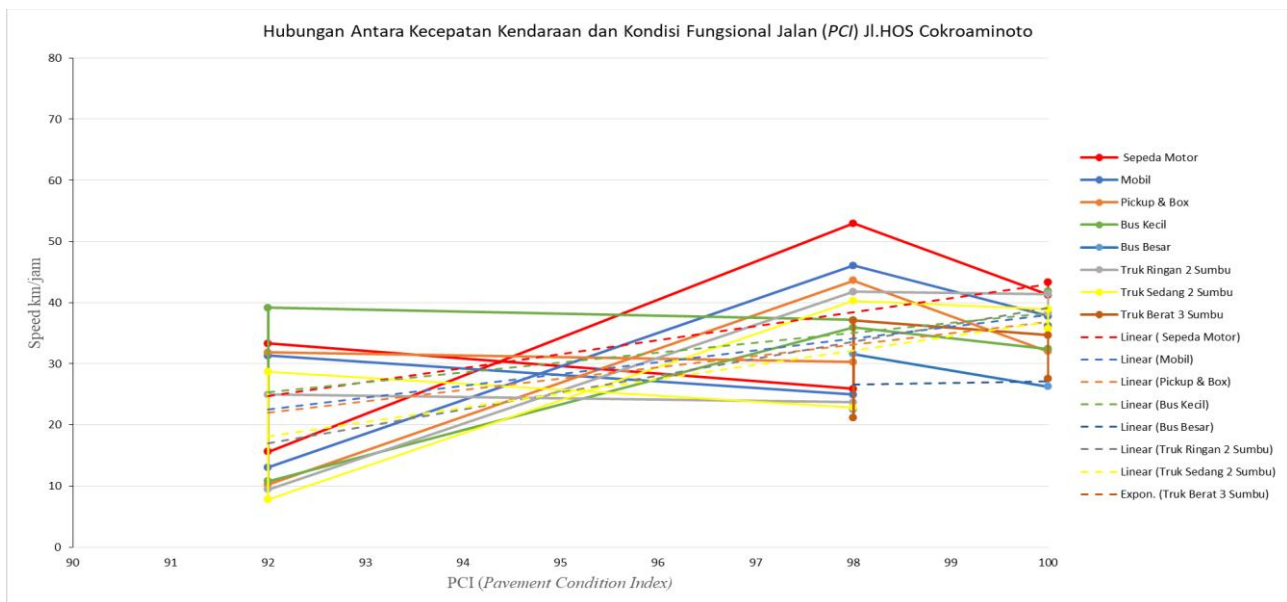
Pada penelitian dilakukan identifikasi dan perhitungan untuk mencari *Pavement Condition Index* atau kondisi kerusakan jalan yang diteliti, sebagai gambaran seberapa baikah jalan tersebut dan untuk mengetahui hubungan kecepatan kendaraan dengan kondisi permukaan jalan yang berhubungan dengan besarnya konsumsi bahan bakar setiap jenis kendaraan dan berpengaruh pada besarnya konsumsi energi dan emisi GRK.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Kondisi Jalan (*PCI*) HOS Cokroaminoto

No.	STA	CDV Maks	100-CDV Maks	PCI
1	0+000 - 0+050	43	57	Fair
2	0+050 - 0+100	19	81	Satisfactory
3	0+100 - 0+150	9	91	Good
4	0+150 - 0+200	23	77	Satisfactory

5	0+200 - 0+250	12	88	Good
6	0+250 - 0+300	30	70	Satisfactory
No.	STA	CDV Maks	100-CDV Maks	PCI
7	0+300 - 0+350	8	92	Good
8	0+350 - 0+400	9	91	Good
9	0+400 - 0+450	52	48	Poor
10	0+450 - 0+500	34	66	Fair
11	0+500 - 0+550	26	74	Satisfactory
12	0+550 - 0+600	20	80	Satisfactory
13	0+600 - 0+650	22	78	Satisfactory
14	0+650 - 0+700	20	80	Satisfactory
15	0+700 - 0+750	2	98	Good
16	0+750 - 0+800	17	83	Satisfactory
17	0+800 - 0+850	19	81	Satisfactory
18	0+850 - 0+900	19	81	Satisfactory
19	0+900 - 0+950	51	49	Poor
20	0+950 - 1+000	57	43	Poor
21	1+000 - 1+050	30	70	Satisfactory
22	1+050 - 1+100	27	73	Satisfactory
23	1+100 - 1+150	21	79	Satisfactory
24	1+150 - 1+4030	12	88	Good
Total			1818	

Setelah mencari kondisi permukaan jalan pada Jl. HOS Cokroaminoto, selanjutnya mengkalkulasi hubungan antara kondisi kerusakan jalan dengan kecepatan rata-rata pada setiap jenis kendaraan di beberapa segmen ruas jalan.



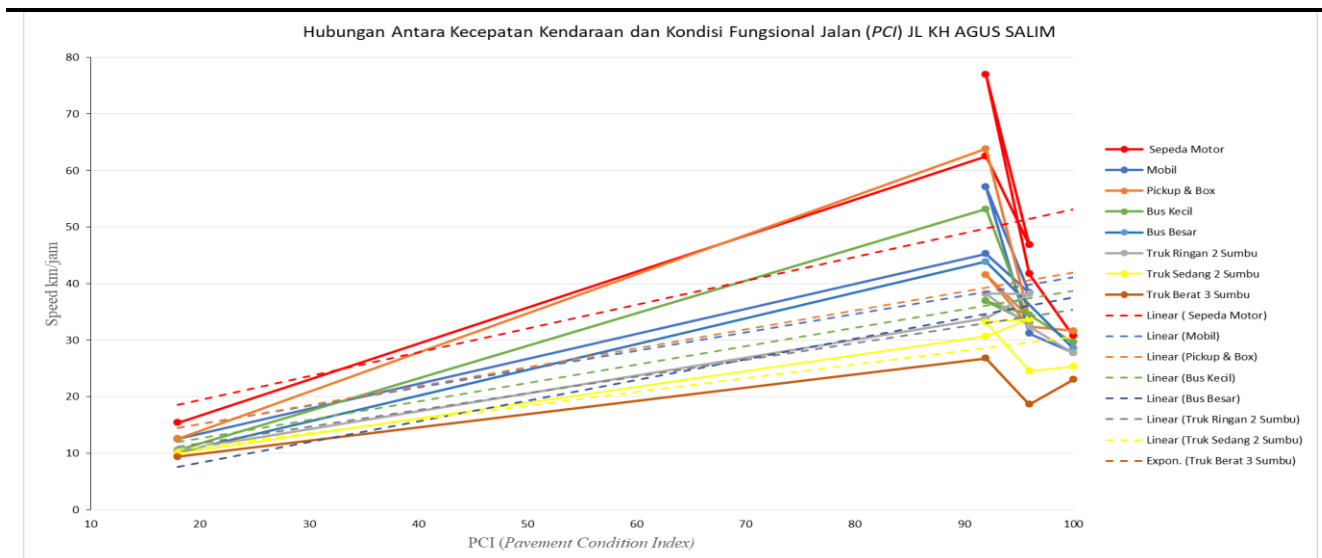
Gambar 6. Grafik Hubungan Kecepatan Kendaraan dengan Kondisi Jalan (PCI) Jl.HOS Cokroaminoto

Berdasarkan keseluruhan terhadap grafik hubungan kerusakan jalan dengan kecepatan kendaraan pada Jl. HOS Cokroaminoto terdapat pengaruh yang tidak terlalu signifikan. Hubungan tersebut disebabkan oleh kondisi lalu lintas yang sangat renggang dari kapasitas yang mampu ditampung oleh kendaraan sehingga kendaraan melaju lebih cepat walaupun terdapat kerusakan jalan.



Tabel 7. Hasil Perhitungan Kondisi Jalan (PCI) KH Agus Salim

No.	STA	CDV Maks	100-CDV Maks	PCI
1	0+000 - 0+050	3	97	Good
2	0+050 - 0+100	26	74	Satisfactory
3	0+100 - 0+150	5	95	Good
4	0+150 - 0+200	9	91	Good
5	0+200 - 0+250	2	98	Good
6	0+250 - 0+300	4	96	Good
7	0+300 - 0+350	10	90	Good
8	0+350 - 0+400	0	100	Good
9	0+400 - 0+450	22	78	Satisfactory
10	0+450 - 0+500	2	98	Good
11	0+500 - 0+550	23	77	Satisfactory
12	0+550 - 0+600	3	97	Good
13	0+600 - 0+650	2	98	Good
14	0+650 - 0+700	5	95	Good
15	0+700 - 0+750	10	90	Good
16	0+750 - 0+800	4	96	Good
17	0+800 - 0+850	0	100	Good
18	0+850 - 0+900	5	95	Good
19	0+900 - 0+950	18	82	Satisfactory
20	0+950 - 1+1100	3	97	Good
Total			1844	



Gambar 7. Grafik Hubungan Kecepatan Kendaraan dengan Kondisi Jalan (PCI) Jl. KH Agus Salim

Berdasarkan keseluruhan grafik hubungan kerusakan jalan dengan kecepatan kendaraan pada Jalan KH Agus Salim diketahui bahwa tidak terdapat pengaruh antara kecepatan kendaraan dengan kerusakan jalan. Hubungan tersebut disebabkan oleh jalan yang masih sangat bagus sehingga tidak dapat memperlihatkan hubungan antara kecepatan dan kondisi permukaan jalan dan kondisi lalu lintas yang sangat fluktuatif sehingga membuat hubungan antara kondisi permukaan dengan kecepatan tidak berhubungan.

## KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada ruas Jalan HOS Cokroaminoto konsumsi bahan bakar terbesar yang dibutuhkan untuk melintasi ruas Jl. HOS Cokroaminoto adalah truk berat yaitu membutuhkan 0,73562 liter setiap melintas Jl.HOS Cokroaminoto. Lalu lalu lintas harian rata rata terbesar yang melintas yaitu sepeda motor sebesar 12114 kend/hari, untuk konsumsi energi terbesar dikontribusi oleh motor sebesar 0,01079 TJ/hari dan emisi gas CO<sub>2</sub> terbesar dihasilkan oleh motor yaitu sebesar 747652,4217 Ton CO<sub>2</sub>/Hari, untuk emisi gas CH<sub>4</sub> terbesar dihasilkan oleh sepeda motor yaitu sebesar 356,02496 Ton CH<sub>4</sub>/Hari, dan untuk emisi gas N<sub>2</sub>O terbesar dihasilkan oleh motor Sebesar 34,52363 Ton N<sub>2</sub>O /Hari. Berdasarkan data pada Tabel 4.32 konsumsi energi dan emisi GRK terbesar dihasilkan oleh motor dan disusul oleh truk sedang lalu mobil penumpang. Untuk total konsumsi energi yang digunakan perhari yaitu sebesar 0,04168 TJ/hari lalu untuk emisi gas rumah kaca yang dihasilkan untuk CO<sub>2</sub> yaitu sebesar 3.000.777,6417 Ton CO<sub>2</sub> / Hari ; untuk CH<sub>4</sub> sebesar 693,4805 Ton CH<sub>4</sub> / Hari; dan untuk gas N<sub>2</sub>O sebesar 149,7733 Ton N<sub>2</sub>O / Hari.

Pada ruas Jalan KH Agus Salim, konsumsi bahan bakar terbesar yang dibutuhkan untuk melintasi ruas Jl. KH Agus Salim. adalah truk berat yaitu membutuhkan 0,76523 liter setiap melintas Jl. KH Agus Salim. Lalu lalu lintas harian rata rata terbesar yang melintas yaitu sepeda motor sebesar 4609 kend/hari, untuk konsumsi energi terbesar dikontribusi oleh truk berat sebesar 0,01138 TJ/hari dan emisi gas CO<sub>2</sub> terbesar dihasilkan oleh truk berat yaitu sebesar 843065,6618 Ton CO<sub>2</sub>/Hari, untuk emisi gas CH<sub>4</sub> terbesar dihasilkan oleh sepeda motor yaitu sebesar 147,3971 Ton CH<sub>4</sub>/Hari, dan untuk emisi gas N<sub>2</sub>O terbesar dihasilkan oleh truk berat Sebesar 44,37188 Ton N<sub>2</sub>O /Hari. Berdasarkan data pada Tabel 4.33 konsumsi energi dan emisi GRK terbesar dihasilkan oleh truk berat dan disusul oleh sepeda motor lalu truck sedang. Untuk total konsumsi energi yang digunakan perhari yaitu sebesar 0,03219 TJ/hari lalu untuk emisi gas rumah kaca yang dihasilkan untuk CO<sub>2</sub> yaitu sebesar 2.344.494,7195 Ton CO<sub>2</sub> / Hari ; untuk CH<sub>4</sub> sebesar 373,8923 Ton CH<sub>4</sub> / Hari; dan untuk gas N<sub>2</sub>O sebesar 119,5766 Ton N<sub>2</sub>O / Hari.

2. Untuk total konsumsi energi yang digunakan perhari pada ruas Jalan HOS Cokoroaminoto yaitu sebesar 0,04168 TJ/hari lalu untuk emisi gas rumah kaca yang dihasilkan untuk CO<sub>2</sub> yaitu sebesar 3.000.777,6417 Ton CO<sub>2</sub> / Hari ; untuk CH<sub>4</sub> sebesar 693,4805 Ton CH<sub>4</sub> / Hari; dan untuk gas N<sub>2</sub>O sebesar 149.773Ton N<sub>2</sub>O / Hari.

Pada ruas Jalan KH Agus Salim total konsumsi energi yang digunakan perhari yaitu sebesar 0,03219 TJ/hari lalu untuk emisi gas rumah kaca yang dihasilkan untuk CO<sub>2</sub> yaitu sebesar 2.344.494,7915 Ton CO<sub>2</sub>/Hari ; untuk CH<sub>4</sub> sebesar 373,8923 Ton CH<sub>4</sub>/Hari; dan untuk gas N<sub>2</sub>O sebesar 119,5766 Ton N<sub>2</sub>O/Hari.

3. Berdasarkan grafik hubungan kerusakan jalan dengan kecepatan kendaraan pada Jl.HOS Cokroaminoto terdapat pengaruh tetapi sangat kecil. Kerusakan jalan memiliki pengaruh terhadap kecepatan kendaraan tetapi sangat kecil pengaruhnya dikarenakan kondisi lalu lintas yang sangat renggang dari kapasitas yang mampu ditampung oleh ruas jalan sehingga kendaraan melaju lebih cepat walaupun terdapat kerusakan jalan.

Berdasarkan grafik hubungan kerusakan jalan dengan kecepatan kendaraan pada Jl.KH Agus Salim tidak terdapat pengaruh antara kecepatan kendaraan dengan kondisi perkerasan. Kondisi hubungan antara kualitas jalan dan kecepatan pada Jl. KH Agus Salim tidak berpengaruh dikarenakan kondisi jalan yang masih sangat bagus sehingga tidak dapat memperlihatkan hubungan antara kecepatan dan kondisi permukaan jalan serta kondisi lalu lintas yang sangat fluktuatif sehingga membuat hubungan antara kondisi permukaan dengan kecepatan tidak berhubungan.

## REFERENSI

- Araújo, J. P. C., Oliveira, J. R. M. and Silva, H. M. R. D. (2014) 'The importance of the use phase on the LCA of environmentally friendly solutions for asphalt road pavements', *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. Elsevier Ltd, 32, pp. 97–110. doi: 10.1016/j.trd.2014.07.006.
- Badan Pusat Statistik. (2016). 'Panjang Jalan Menurut Tingkat Kewenangan (1987-2016)'. <https://www.bps.go.id/dynamic/table/2015/03/06/808/panjangjalan-menurut-tingkat-kewenangan-1987-2016-km-.html>. Diakses 11 Maret 2018.
- BATLITBANG Kementerian PUPR. (2005). 'Pedoman Perhitungan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) Dinas Pekerjaan Umum'. Jakarta. Kementerian PUPR.
- Christady, Hary. (2015). 'Pemeliharaan Jalan Raya, Perkerasan, Drainase, Longsoran'. Yogyakarta. UGM Press.
- Direktorat, J. B. M. (1997) 'Manual Kapasitas Jalan Indonesia', *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, 7802112(264), p. 564.
- F. D. Hobbs ; *Traffic Planning And Engineering*. 2nd Edition (1979). Birmingham: Pergamon Press ; Civil Engineering Pergamon international library.
- International Organization for Standardization (2006) 'ISO 14040-Environmental management - Life Cycle Assessment - Principles and Framework', *International Organization for Standardization*, 3, p. 20. doi: 10.1016/j.ecolind.2011.01.007.
- IPCC (2008) '2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories – A primer, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme', *Intergovernmental Panel on Climate Change National Greenhouse Gas Inventories Programme*, p. 20.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2012). 'Gas Rumah Kaca Nasional Buku I,' 'Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional', 1. Jakarta, Indonesia. Kementerian Lingkungan Hidup.
- Kementerian PUPR. (2018). 'Anggaran Infrastruktur 2018 Naik Menjadi Rp410,4 Triliun' <https://properti.kompas.com/read/2017/12/08/213705121/anggaran-infrastruktur-2018-naik-jadi-rp-4104-triliun>. Diakses 21 April 2018.
- Kata Data News and Research (2017). 'Berapa Jumlah Kendaraan Bermotor di Indonesia?' <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2017/05/23/berapa-jumlah-kendaraan-bermotor-di-indonesia>. Diakses 28 April 2018.
- Loijos, A. (2011) 'Life Cycle Assessment of Concrete Pavements: Impacts and Opportunities', *National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA)*, (June).
- Mitropoulos, L. K. and Prevedouros, P. D. (2015) 'Life cycle emissions and cost model for urban light duty vehicles', *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. Elsevier Ltd, 41, pp. 147–159. doi: 10.1016/j.trd.2015.09.024.
- Milachowski, Charlotte & Stengel, Thorsten & Gehlen, Christoph. (2011). 'Life cycle assessment for road construction and use'. 4. 48-62. Available at: [www.eupave.eu](http://www.eupave.eu).
- Mitropoulos, L. K. and Prevedouros, P. D. (2015) 'Life cycle emissions and cost model for urban light duty vehicles', *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. Elsevier Ltd, 41, pp. 147–159. doi: 10.1016/j.trd.2015.09.024.
- Milachowski, Charlotte & Stengel, Thorsten & Gehlen, Christoph. (2011). 'Life cycle assessment for road construction and use'. 4. 48-62. Available at: [www.eupave.eu](http://www.eupave.eu).
- Mubin, Chairul. (2011). 'Analisis Biaya Operasional Kendaraan Jenis Sepeda Motor'. Depok. Universitas Indonesia
- Mulyana, A. (2017) 'Analisis Konsumsi Energi dan Emisi Gas Rumah Kaca pada Tahap Konstruksi Studi Kasus : Konstruksi Jalan Cisumdawu', *Jurnal Teknik Sipil*, 24(3), pp. 269–280. doi: 10.5614/jts.2017.24.3.10.

- Prabowo, R. I. (2013) 'Analisis Biaya pada Konstruksi Perkerasan Jalan Kaku di Ruas Jalan Hos Cokroaminoto Kabupaten Sragen Menggunakan Software Realcost 2.5', Rheza Imam Prabowo. Available at: <https://eprints.uns.ac.id/40049/>.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2006). 'Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan'. Indonesia.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2016). 'Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2016 Tentang Penyelenggaraan Dana Alokasi Khusus Bidang Infrastruktur'. Indonesia
- Sukirman, Silvia. (1995). 'Perkerasan Lentur Jalan Raya'. Bandung. Nova, 625.8 SUK p, vii, 246 hlm.
- The International Standards Organisation (2006) 'INTERNATIONAL STANDARD assessment — Requirements and guilelines', The International Journal of Life Cycle Assessment, 2006(7) ISO-14044, pp. 652–668. doi: 10.1007/s11367-011-0297-3.
- Tugaswati, A. T. (2008) 'Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor', Komisi Penghapusan Bensin Bertimbel, 1, pp. 1–11. doi: 10.1002/ejoc.201200111.
- Waluyo, R. et al. (2008) 'Studi perbandingan biaya konstruksi perkerasan kaku dan perkerasan lentur', Jurnal Teknik Sipil ITB, 9(1), pp. 1–10.
- Wardana, A. V. (2013) 'Analisis Emisi Green House Gases Pada Produksi Material dan Konstruksi Perkerasan Lentur di Kabupaten Sragen, Alif Vaiz Wardana. Available at: <https://eprints.uns.ac.id/41190/>.
- Wirahadikusumah, R. D. (2012) 'Estimasi Konsumsi Energi dan Emisi Gas Rumah Kaca pada Pekerjaan Pengaspalan Jalan', Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil Estimasi, 19(1), pp. 25–36.
- Yu, B., Lu, Q. and Xu, J. (2013) 'An improved pavement maintenance optimization methodology: Integrating LCA and LCCA', Transportation Research Part A: Policy and Practice. Elsevier Ltd, 55, pp. 1–11. doi: 10.1016/j.tra.2013.07.004.
- Zulianto, Yusuf., Setyawan, Ary. (2012) Comparison, T., Consumption, E. and Emission, G. G. (2012) 'Perbandingan Konsumsi Energi dan Emisi Gas Rumah Kaca pada Konstruksi Perkerasan Lentur'. perpustakaan . uns . ac . id'.