

## Analisis Pengaruh Volume Kendaraan terhadap Emisi CO<sub>2</sub> (Studi Kasus: Jalan Lintas Sumatera Kabupaten Muaro Jambi)

**Emelda Raudhati**

Teknik Sipil Universitas Batanghari

Jl. Slamet Ryadi, Broni-Jambi

Corresponding author: emeldaraudhati@gmail.com

### ABSTRAK

Aktivitas transportasi darat yang tinggi pada Jalan Lintas Sumatera di Kabupaten Muaro Jambi berpotensi meningkatkan emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan menurunkan kualitas lingkungan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh volume kendaraan terhadap emisi CO<sub>2</sub> pada ruas Jalan Lintas Sumatera Kabupaten Muaro Jambi. Data volume lalu lintas diperoleh melalui metode *traffic counting* dikonversi ke satuan mobil penumpang (smp). Estimasi emisi CO<sub>2</sub> dihitung menggunakan pendekatan Tier 3 IPCC melalui analisis dekomposisi Kaya. Hubungan antara volume kendaraan dan emisi CO<sub>2</sub> dianalisis menggunakan regresi linear sederhana. Hasil penelitian menunjukkan volume lalu lintas diperoleh sebesar 63041 kendaraan/hari dengan total emisi CO<sub>2</sub> mencapai 272957,70 gr/km. analisis regresi menunjukkan hubungan positif yang sangat kuat antara volume kendaraan dan emisi CO<sub>2</sub> dengan nilai koefisien determinan (R<sup>2</sup>) sebesar 0,9509 dan persamaan regresi linear  $Y = 80,018X + 5230,3$ . Hal ini menunjukkan peningkatan volume kendaraan berbanding lurus akan meningkatkan emisi CO<sub>2</sub>.

**Kata kunci:** Volume kendaraan, emisi CO<sub>2</sub>, Dekomposisi Kaya, Regresi Linear.

### ABSTRACT

*High land transportation activity on Sumatra Highway in Muaro Jambi Regency has the potential to increase carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions and degrade environmental quality. This study aims to analyze the effect of traffic volume on CO<sub>2</sub> emissions along the Sumatra Highway in Muaro Jambi Regency. Traffic Volume data were obtained using the traffic counting method and converted into passenger car units (PCU). CO<sub>2</sub> emissions were estimated using the IPCC Tier 3 approach through Kaya decomposition analysis. The relationship between traffic volume and CO<sub>2</sub> emissions was examined using simple linear regression. The results indicate that the traffic volume reached 63041 vehicle per day, with total CO<sub>2</sub> emissions of 272957,70 g/km. regression analysis shows a very strong positive relationship between traffic volume and CO<sub>2</sub> emissions, with a coefficient of determination (R<sup>2</sup>) of 0,9509. The linear regression analysis yields the equation  $Y = 80,018X + 5230,3$ , indicating a positive linear relationship between vehicle volume and CO<sub>2</sub> emissions. This result demonstrates that an increase in traffic volume is directly proportional to the rise in CO<sub>2</sub> emissions, where higher numbers of vehicles contribute significantly to increased emission levels.*

**Keywords:** Traffic Volume, CO<sub>2</sub> Emissions, Kaya Decomposition, Linear Regression

### PENDAHULUAN

Peningkatan aktivitas ekonomi dan mobilitas masyarakat menyebabkan kebutuhan terhadap sarana transportasi semakin meningkat. Kondisi ini mendorong pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor yang signifikan, khususnya di wilayah yang memiliki peran strategis dalam pergerakan orang dan barang. Sektor transportasi darat menjadi salah satu penyumbang utama emisi gas rumah kaca (GRK), khususnya karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar fosil pada kendaraan bermotor. Emisi tersebut berkontribusi terhadap penurunan kualitas udara dan berpotensi menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan maupun kesehatan masyarakat.

Kabupaten Muaro Jambi merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jambi yang secara geografis berada di kawasan strategis yang dilalui oleh Jalan Lintas Sumatera, yaitu jalur utama penghubung antar provinsi di Pulau Sumatera. Keberadaan jalan nasional ini menjadikan Kabupaten Muaro Jambi sebagai kawasan dengan aktivitas transportasi darat yang tinggi, baik untuk mobilitas penduduk maupun distribusi barang antar wilayah. Tingginya intensitas lalu lintas tidak hanya memicu permasalahan

kemacetan, akan tetapi mengakibatkan beban emisi gas buang kendaraan yang berdampak langsung pada kualitas udara di sekitarnya (BPS Muaro Jambi, 2024)

Sektor transportasi sebagai salah satu sektor yang berkontribusi signifikan terhadap dampak lingkungan, baik dalam skala spasial dan temporal yang luas, serta memiliki tingkat ketergantungan tinggi terhadap sumber energi yang dapat berpotensi menimbulkan dampak terhadap lingkungan (Soedomo, 1992). Emisi CO<sub>2</sub> dari sektor transportasi memiliki keterkaitan yang erat dengan beberapa faktor, antara lain volume lalu lintas, komposisi kendaraan, jenis bahan bakar, serta karakteristik operasional lalu lintas. Peningkatan volume kendaraan secara langsung akan meningkatkan konsumsi bahan bakar, yang pada akhirnya akan berbanding lurus dengan peningkatan emisi CO<sub>2</sub> yang dilepaskan ke atmosfer. Oleh karena itu, volume kendaraan dapat dijadikan sebagai salah satu parameter utama dalam mengestimasi besaran emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh sektor transportasi darat.

Penelitian sebelumnya terkait volume kendaraan dan Emisi CO<sub>2</sub> telah dilakukan oleh Sutomo *et al.* (2018) menunjukkan peningkatan volume sepeda motor dan kendaraan ringan di jalan perkotaan merupakan faktor dominan penyumbang emisi CO<sub>2</sub>. Hasil menunjukkan meskipun kendaraan berat jumlahnya lebih sedikit, kontribusinya terhadap emisi signifikan. Menurut Putra dan Pratama (2020) menyatakan terdapat hubungan positif yang kuat antara volume lalu lintas dan emisi CO<sub>2</sub> berdasarkan analisis regresi dengan nilai koefisien determinasi yang tinggi. Demikian juga penelitian Tzeng, G.H., & Chen, C.H. (2013), volume kendaraan memiliki hubungan linear yang kuat dengan Tingkat emisi CO<sub>2</sub> terutama pada ruas jalan perkotaan dengan kepadatan lalu lintas tinggi, menyatakan semakin besar jumlah kendaraan yang melintas semakin pula akumulasi emisi yang dihasilkan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh volume kendaraan terhadap emisi CO<sub>2</sub> Pada Jalan Lintas Sumatera Kabupaten Muaro Jambi. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi ilmiah sebagai dasar dalam perencanaan dan pengelolaan sistem transportasi yang lebih ramah lingkungan serta berkelanjutan di wilayah penelitian.

## **METODE**

Metode yang digunakan untuk pengukuran volume kendaraan diukur dengan metode *traffic counting* pada Jalan Lintas Sumatera Kabupaten Muaro Jambi. Data volume lalu lintas yang diperoleh selanjutnya dikonversi ke satuan *satuan mobil penumpang* (smp) guna menyeragamkan pengaruh berbagai jenis kendaraan terhadap arus lalu lintas. Estimasi emisi CO<sub>2</sub> mengacu pada *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) 2006, yang membagi metode perhitungan emisi CO<sub>2</sub> dalam 3 Tier, Penelitian ini menggunakan pendekatan Tier 3 yaitu Analisis Dekomposisi Kaya, karena mampu menggambarkan emisi lebih detail melalui pemisahan faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya emisi. Hubungan antara volume kendaraan dan emisi CO<sub>2</sub> dianalisis menggunakan regresi linear sederhana untuk mengidentifikasi tingkat pengaruh volume kendaraan terhadap besaran emisi yang dihasilkan. Pengumpulan data lapangan dilaksanakan pada hari kerja yakni Kamis, 30 Oktober 2025 selama periode pengamatan pukul 06.00 – 18.00 Wib.

Lokasi penelitian terletak di Jalan Lintas Sumatera Kabupaten Muaro Jambi yang dikenal sebagai kawasan dengan kepadatan lalu lintas tinggi akibat intensitas pergerakan kendaraan ringan dan berat. Penetapan Lokasi ini didasarkan pada perannya sebagai bagian dari jaringan jalan nasional dengan fungsi arteri primer, yang melayani pergerakan antarwilayah dalam skala regional dan antar provinsi dengan volume lalu lintas relative besar. Kondisi tersebut menjadikan ruas jalan ini berpotensi sebagai area dengan konsentrasi karbon dioksida yang cukup tinggi dari aktivitas transportasi.

Penyusunan peta Lokasi penelitian dilakukan melalui pengolahan data spasial menggunakan perangkat lunak ArcGIS, sebuah system informasi geografis (GIS) yang dikembangkan oleh ESRI untuk pengolahan, analisis, dan visualisasi data spasial maupun non spasial. dalam bentuk peta. Menurut ESRI (2016). ArcGIS memungkinkan integrasi data spasial berupa shapefile, raster, dan data tabular untuk divisualisasikan dalam bentuk peta tematik. Adapun data yang digunakan meliputi peta dasar, data koordinat lokasi penelitian, citra satelit (opsional) yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG), Bappeda, Open StreetMap, atau citra Google Earth (diimport ke ArcGIS)

Adapun Langkah-langkah pembuatan peta lokasi dengan ArcGIS menurut Jaya (2010) dan ESRI (2020), prosedurnya sebagai berikut:

### **1. Persiapan Data**

Kumpulkan shapefile batas administrasi (kabupaten/kecamatan/desa), koordinat lokasi penelitian, dan penetapan system proyeksi

2. Input Data ke ArcMap  
Pemasukan data ke dalam ArcGIS - Add Data – Masukkan shapefile dan data Lokasi, dengan memastikan kesesuaian system koordinat
3. Pengolahan Data  
Melalui pemotongan area studi, penambahan basemap, serta simbolisasi dan penyajian inset map
4. Layouting Peta  
Penataan tampilan pada layout view dengan pengaturan skala peta, judul, legenda, dan scale bar
5. Export Peta  
Penyimpanan proyek dalam format .mdx (project ArcGIS) dan export peta ke format pdf, jpg

Hasil pengolahan diperoleh peta lokasi penelitian sebagaimana Gambar berikut .



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian

### **Emisi Gas Buang**

Besarnya emisi gas buang dipengaruhi oleh jenis bahan bakar yang digunakan kendaraan, Perbedaan jenis bahan bakar akan menghasilkan karakteristik dan tingkat emisi yang berbeda pula (Yuliasuti, 2000). Selain itu, faktor lain yang turut mempengaruhi emisi gas buang kendaraan bermotor meliputi tipe kendaraan, umur kendaraan, ambang temperatur serta ketinggian wilayah. Emisi gas buang umumnya dinyatakan dalam satuan gram per kendaraan per kilometer.

### **Perhitungan Polutan Kendaraan Bermotor**

Peningkatan lalu lintas harian rata-rata, khususnya akibat bertambahnya frekuensi perjalanan kendaraan per penumpang, berkontribusi terhadap meningkatnya emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan, dimana dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Emisi (CO}_2\text{)} = 1 / \text{fuel economy} \times \text{BJ BB} \times \frac{\text{EmisiCO}_2 \text{ persatuanberatbahanbakar}}{\text{Jumlahpenumpang}}$$

Keterangan:

Berat Jenis (BJ) besin : 0,75 kg/l per km

Berat Jenis (BJ) solar : 0,85 kg/l per km

Fuel Economy : Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan ( km/l)

Pengolahan dan Analisis data dilakukan dengan menganalisis pengaruh volume kendaraan terhadap emisi CO<sub>2</sub> yang dihitung berdasarkan data survey terhadap emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan. Kemudian

dilakukan analisis pengaruh volume kendaraan dan emisi CO<sub>2</sub> menggunakan Program Excel dari grafik scatter diperoleh koefisien determinan dan persamaan regresi linear.

## HASIL

### Volume Kendaraan

Perhitungan Volume Lalu Lintas (*traffic count*)

Adapun Data Lalu Lintas Harian (LHR) sebagaimana Tabel berikut

**Tabel 1.** Data Lalu Lintas Harian (LHR)

Hari		Senin		LHR (kend/hari)	EMP	LHR (smp/hari)	Keterangan
Mulai	30/10/2025 06:00	30/10/2025 18:00					
GOL	N	O					
1	22258	22732	44990	0,40	17996	Sepeda motor,	
2	5110	4869	9979	1,00	9979	Sedan, jeep	
3	107	89	196	1,00	196	Opelet,	
4	885	798	1683	1,00	1683	Pick up, micro truk	
5a	45	29	74	1,20	88,8	Bus kecil	
5b	65	53	118	1,20	141,6	Bus besar	
6a	108	120	228	1,20	273,6	Truk ringan 4 roda	
6b	2012	1977	3989	1,20	4786,8	Truk 6 roda	
7a	798	874	1672	1,80	3009,6	Truk 8-10 roda	
7b	0	0	0	1,80	0	Truk gandeng	
7c	33	72	105	1,80	189	Truk semi trailer	
8	3	4	7	0,00	0	Kend. Tidak bermotor	
<b>31424</b>		<b>31617</b>	<b>63041</b>	<b>38343,4</b>			

Sumber : Hasil Analisis 2025

Berdasarkan Tabel menunjukkan volume lalu lintas diperoleh LHR sebesar 63041 kendaraan/hari dan total LHR 38343,4 smp/hari. Sepeda motor dan kendaraan berat mendominasi terhadap beban lalu lintas dengan tingginya mobilitas harian masyarakat. Kondisi ini menunjukkan bahwa tingkat aktivitas lalu lintas yang tinggi dan berpotensi menimbulkan permasalahan kinerja jalan serta dampak lingkungan, sehingga perlunya pengelolaan lalu lintas yang lebih optimal dan berkelanjutan.

### Analisis Emisi CO<sub>2</sub> Menggunakan Dekomposisi Kaya

Berdasarkan persamaan Dekomposisi Kaya, diperoleh hasil perhitungan besaran emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh kendaraan per kilometer. Hasil tersebut disajikan pada Tabel 2, yang memuat perhitungan emisi CO<sub>2</sub> per penumpang per kilometer, disertai dengan contoh tahapan perhitungannya berikut ini.

**Tabel 2.** Perhitungan Emisi CO<sub>2</sub> per penumpang per km

Moda Transportasi	Fuel Economy km/l	Jumlah Penumpang orang	Jenis Bahan Bakar	Emisi CO <sub>2</sub> Per Satuan Berat Bahan Bakar g CO <sub>2</sub> /kg bahan bakar	Berat Jenis Bahan Bakar kg/l	Emisi CO <sub>2</sub> Per Penumpang Per Km gram CO <sub>2</sub> per orang per km
Truk	5	2	solar	3.180	0,85	270
Bus	3,5	50	solar	3.180	0,85	15
Pick up	5	2	solar	3.180	0,85	270
Mobil	9,8	3	bensin	3.070	0,75	78
Angkot	7,5	8	bensin	3.070	0,75	38
Motor	28	1	bensin	3.070	0,75	82
Sepeda	0	1	-	0	0	0

Sumber: Hasil Analisis, 2025

**Cara perhitungan**

Nilai emisi (mobil)

$$\begin{aligned} \text{Emisi (CO}_2\text{)} &= 1 / \text{fuel economy} \times \text{BJ BB} \times \frac{\text{Emisi CO}_2 \text{ persatuan berat bahan bakar}}{\text{Jumlah penumpang}} \\ &= \frac{1}{9,8} \times 0,75 \times \frac{3070}{3} = 78,32 \approx 78 \end{aligned}$$

Dari hasil *survey counting*, maka dianalisis jumlah emisi CO<sub>2</sub> per kendaraan berdasarkan jenis kendaraan yang melalui ruas jalan tersebut sebagaimana Tabel 3 berikut.

**Tabel 3.** Total Emisi CO<sub>2</sub>

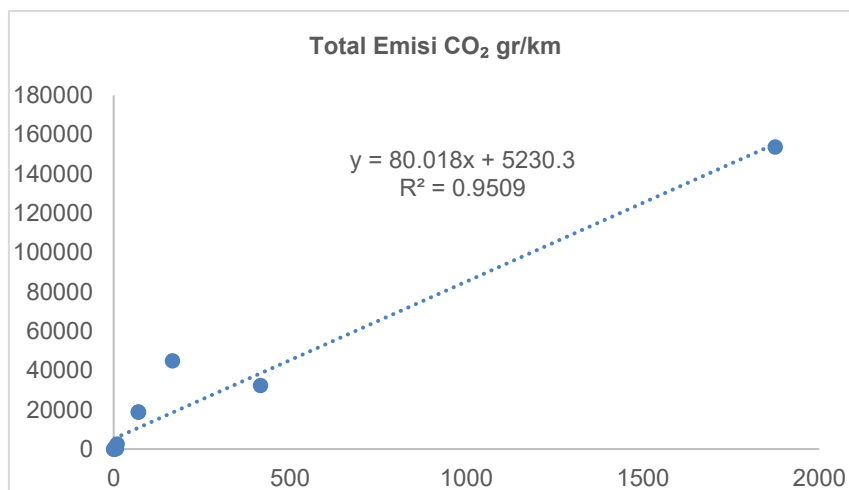
No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan (Kend/hari)	Jumlah Kendaraan (Kend/jam)	Emisi CO <sub>2</sub> gr/km	Total Emisi CO <sub>2</sub> gr/km
1.	Sepeda motor	44990	1874,68	82	153723,76
2.	Sedan, Jeep	9979	415,81	78	32433,18
3.	Opelet	196	8,17	38	310,46
4.	Pick up, micro truk	1683	70,13	270	18935,10
5.	Bus kecil	74	3,08	15	46,20
6.	Bus Besar	118	4,92	15	73,80
7.	Truk ringan 2 sumbu 4 roda	228	9,50	270	2565,00
8.	Truk 2 sumbu 6 roda	3989	166,22	270	44879,40
9.	Truk 3 sumbu 8-10 roda	1672	69,67	270	18810,90
10.	Truk gandeng	0	0	270	0
11.	Truk semi trailer	105	4,37	270	1179,90
12.	Kendaraan tidak bermotor	7	0,29	0	0
Total		63041			272957,70

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Berdasarkan Tabel 3 terlihat total volume lalu lintas mencapai 63041 kendaraan/hari dengan total emisi CO<sub>2</sub> sebesar 272957,70 gr/km. kontributor terbesar emisi berasal dari sepeda motor (153723,76 gr/km) dan truk 2 sumbu 6 roda (44879,40 gr/km). sementara itu, kendaraan tidak bermotor tidak menghasilkan emisi. Hal ini menunjukkan bahwa jenis kendaraan bermotor dengan frekuensi tinggi dan bobot besar sebagai penyumbang emisi CO<sub>2</sub> terbesar di lokasi penelitian.

**Pengaruh Volume Kendaraan terhadap Emisi CO<sub>2</sub>**

Dengan data volume lalu lintas dan total emisi CO<sub>2</sub> dibuat grafik scatter untuk mencari hubungan keduanya sebagaimana gambar berikut



**Gambar 2.** Total Emisi CO<sub>2</sub>

Berdasarkan Gambar menunjukkan hasil analisis regresi antara volume kendaraan dan total emisi CO<sub>2</sub> diperoleh hubungan positif dan sangat kuat dengan nilai koefisien determinasi  $R^2 = 0,9509$  dan persamaan regresi linear sederhana  $Y = 80,018X + 5230,3$ . Hal ini menunjukkan peningkatan volume kendaraan berbanding lurus akan meningkatkan emisi CO<sub>2</sub>.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian terkait volume kendaraan dan emisi CO<sub>2</sub> di Jalan Lintas Sumatera Kabupaten Muaro Jambi dapat disimpulkan total LHR tergolong tinggi sebesar 63041 kendaraan/hari atau 38343,4 smp/hari. Tingginya volume kendaraan berkontribusi signifikan terhadap besarnya emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan, dengan total emisi sebesar 272957,70 gr/km. Sepeda motor dan kendaraan berat sebagai penyumbang emisi terbesar akibat frekuensi melintas yang tinggi. Hasil analisis regresi menunjukkan terdapat hubungan positif yang sangat kuat antara volume kendaraan dan emisi CO<sub>2</sub> dengan nilai koefisien determinan  $R^2$  sebesar 0,9509 dan persamaan regresi linear sederhana  $Y = 80,018X + 5230,3$ . Hal ini menunjukkan Peningkatan volume kendaraan berbanding lurus akan meningkatnya emisi CO<sub>2</sub>, sehingga diperlukan upaya pengelolaan lalu lintas yang berkelanjutan untuk menekan dampak lingkungan di kawasan penelitian.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Muaro Jambi. (2024). *Kabupaten Muaro Jambi dalam Angka 2024*. Muaro Jambi: BPS Kabupaten Muaro Jambi.
- ESRI. (2020). *ArcGIS Pro Documentation*. ESRI Press
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2: Energy*. Hayama: IGES.
- Jaya, I. (2020) *Analisis Spasial dengan GIS*. Bogor: IPB Press.
- Putra, A.R., & Pratama, M.A. (2020). *Analisis Hubungan Volume Lalu Lintas Terhadap Emisi CO<sub>2</sub> Pada Ruas Jalan Perkotaan*. Jurnal Transportasi, 20(2), 85-94
- Soedomo. M. 1992. *Pencemaran Udara*, Penerbit ITB, Bandung
- Sutomo, H., Wicaksono, A., & Nugroho, S. (2018) *Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca Akibat Lalu Lintas Kendaraan Bermotor di Kawasan Perkotaan*. Jurnal Teknik Sipil, 25 (3), 211-220.
- Tzeng, G. H., & Chen, C.H. (2013). *Multi Objective decision Making For Traffic Emission Reduction Strategies*. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 17(2), 157-164
- Yuliasuti, Ambar. (2008). *Estimasi Sebaran Keruangan Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor di Kota Semarang*