

EMISI KENDARAAN PADA JALAN PERKOTAAN

Dwi Esti Intari
Jurusan Teknik Sipil
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jln. Jenderal Sudirman
Cilegon 42435, Banten

Rindu Twidi Bethary
Jurusan Teknik Sipil
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jln. Jenderal Sudirman
Cilegon 42435, Banten

Dina Annisa
Jurusan Teknik Sipil
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jln. Jenderal Sudirman
Cilegon 42435, Banten

Abstract

Exhaust emissions from the transportation sector are one of the largest contributors to air pollution in large cities. This study was conducted to determine the amount of exhaust emissions from motor vehicles on 2 urban roads in Serang City, Banten Province. The two roads are Jalan Ahmad Yani and Jalan Jenderal Sudirman. Observations were conducted on Monday, 12 December 2022 and Friday, 16 December 2022. Total motor vehicle emissions passing through the two observed roads were calculated using the calculation method contained in the Intergovernmental Panel on Climate Change Guidelines 2006, using a Tier-1 approach. Based on the analysis, this study indicates that total emissions from motor vehicles on Monday, 12 December 2022, were 22,956.483 kg/day, and on Friday, 16 December 2022, were 22,157.587 kg/day.

Keywords: exhaust emissions; transportation sector; motor vehicles; urban roads

Abstrak

Emisi gas buang yang berasal dari sektor transportasi merupakan salah satu penyumbang terbesar polusi udara di kota-kota besar. Studi ini dilakukan untuk menentukan jumlah emisi gas buang yang berasal dari kendaraan bermotor di 2 ruas jalan perkotaan yang terdapat di Kota Serang, Provinsi Banten. Kedua ruas jalan tersebut adalah Jalan Ahmad Yani dan Jalan Jenderal Sudirman. Pengamatan dilakukan selama 2 hari, yaitu Hari Senin 12 Desember 2022 dan Hari Jumat 16 Desember 2022. Total emisi kendaraan bermotor yang melalui kedua ruas jalan yang diamati dihitung dengan menggunakan metode perhitungan yang terdapat pada Intergovernmental Panel on Climate Change Guidelines 2006, dengan pendekatan Tier-1. Berdasarkan analisis yang dilakukan, studi ini menunjukkan bahwa jumlah emisi total yang berasal dari kendaraan bermotor pada Hari Senin 12 Desember 2022 adalah 22.956,483 kg/hari, dan jumlah emisi total pada hari Jumat 16 Desember 2022 adalah 22.157,587 kg/hari.

Kata-kata kunci: emisi gas buang; sektor transportasi; kendaraan bermotor; jalan perkotaan

PENDAHULUAN

Saat ini sebagian besar negara-negara besar sedang membicarakan tentang Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yang menyebabkan terjadinya perubahan iklim ekstrem saat ini (Febriani, 2024; Samidjo dan Suharso, 2022). Pemerintah Republik Indonesia pada tahun 2021 juga ikut berkontribusi dalam penurunan emisi dan pengendalian emisi gas rumah kaca dalam pembangunan nasional, sesuai dengan konvensi kerangka kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa mengenai perubahan iklim, untuk menurunkan emisi GRK sebesar 29% sampai dengan 41% pada tahun 2030.

Salah satu pencemaran terbesar di Indonesia bersumber dari kendaraan bermotor, yang mana dalam 10 tahun terakhir pertambahan kendaraan bermotor mencapai 30%, dan

70% terjadi di daerah perkotaan (Ismiyati et al., 2014). Sistem transportasi merupakan penyumbang sekitar 71% emisi GRK, yang mana sekitar (20-30)% berasal dari transportasi barang dan penumpang di jalan-jalan perkotaan (Eickemeier et al., 2019). Emisi pada sektor transportasi diperkirakan meningkat lebih cepat dibandingkan dengan yang terdapat pada sektor-sektor ekonomi lainnya, dengan jumlah peningkatan dari 8 miliar ton menjadi 16 ton pada tahun 2050 (Bakker et al., 2019), yang mana pembakaran bahan bakar kendaraan merupakan salah satu sumber utama polutan udara (Zhang et al., 2015).

Pemerintah telah mengeluarkan panduan pengendalian pencemaran udara, yang menyatakan bahwa zat kimia yang dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna kendaraan bermotor merupakan polutan atau komponen yang menjadi sumber pencemaran udara (Pemerintah Republik Indonesia, 1999). Terdapat beberapa bahaya bagi kesehatan, yang diakibatkan oleh emisi buang kendaraan di antaranya adalah memicu kerusakan sistem pernapasan, bersifat karsinogenik atau memicu kanker, dan kerusakan pada sistem peredaran darah karena tingginya gas karbon monoksida dalam tubuh (Sudarwanto et al., 2020).

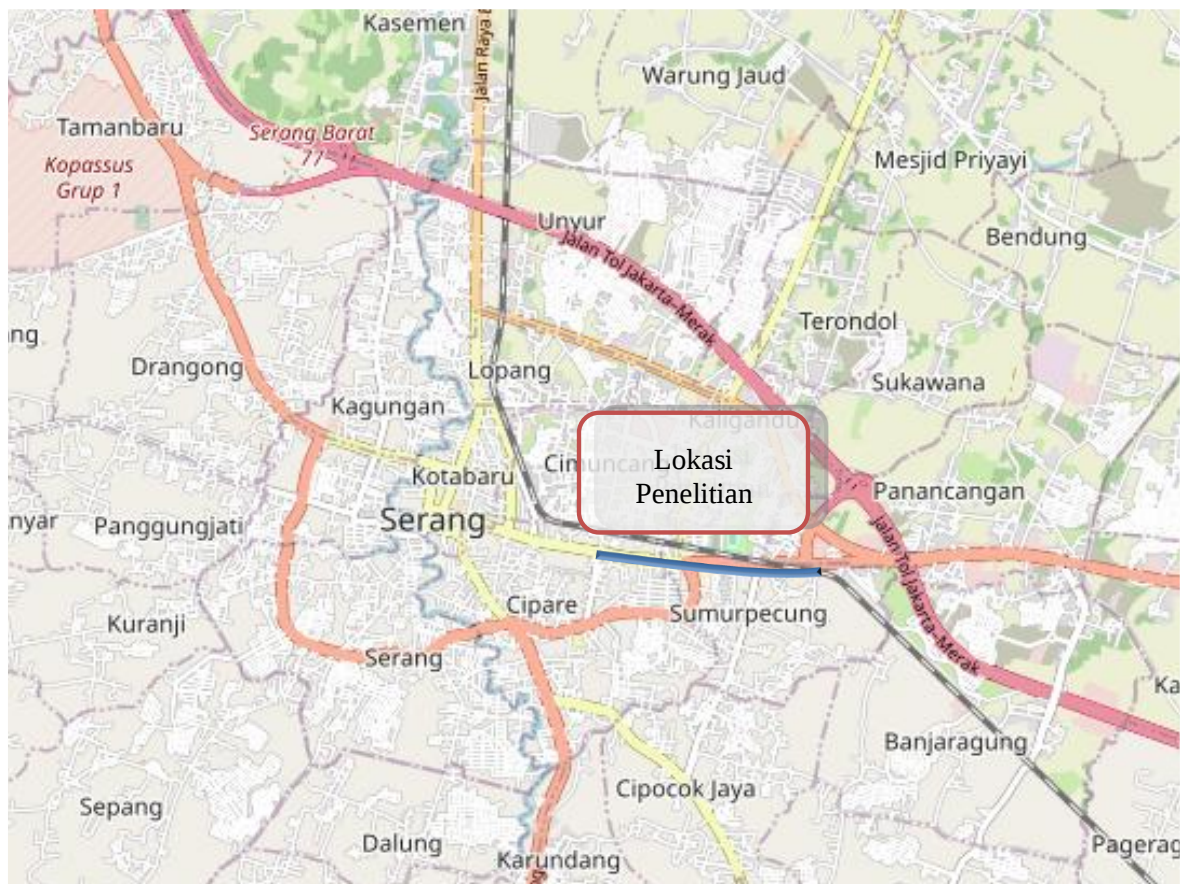
Sistem lalu lintas yang kurang baik akan berdampak pada kontaminasi udara di daerah sekitar. Beberapa faktor yang menyebabkan pencemaran udara adalah perkembangan jumlah kendaraan yang cepat, tidak seimbangnya prasarana transportasi dengan jumlah kendaraan yang ada, pola lalu lintas perkotaan yang berorientasi memusat, jenis umur dan karakteristik kendaraan bermotor, faktor perawatan kendaraan, dan jenis bahan bakar yang digunakan. Secara khusus, peningkatan jumlah kendaraan bermotor akan mengakibatkan peningkatan emisi yang berasal dari pembakaran bahan bakar, sehingga terjadi penurunan kualitas udara, terutama di daerah perkotaan (Yusrianti, 2015). Bahan bakar kendaraan bermotor tersebut juga dapat menghasilkan zat tercemar, sehingga menimbulkan berbagai macam penyakit pernapasan (Masito, 2018).

Berbagai upaya mitigasi terus dilakukan untuk mengurangi emisi sampai batas yang ditentukan. Hal ini memerlukan perubahan yang mendalam pada sistem sosial teknis agar dapat dicapai pengurangan sebesar 80% (Geels, 2012).

Hingga 1 Oktober 2022, terdapat 150.769.743 kendaraan bermotor di Indonesia, dan dari data tersebut diketahui bahwa Provinsi Banten menyumbang sebanyak 2,5%, yaitu 3.773.973 kendaraan, dan Kota Serang menyumbang sebanyak 966.382 kendaraan (POLRI, 2022). Sesuai dengan data Dinas Perhubungan Provinsi Banten, tentang kinerja ruas jalan Provinsi Banten Wilayah Kerja Pengelolaan (WKP) II, terdapat jalan-jalan dengan volume lalu lintas harian rata-rata tertinggi, yaitu Jalan Ahmad Yani dan Jalan Jenderal Sudirman. Kedua jalan tersebut dipilih sebagai lokasi pengamatan untuk dilakukan kajian emisi gas buang sektor transportasi pada jalan-jalan perkotaan di Kota Serang. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan data emisi kendaraan bermotor di Kota Serang yang selanjutnya dapat ditindaklanjuti dengan kebijakan atau tindakan yang dapat mengurangi emisi transportasi di Kota Serang.

METODOLOGI PENELITIAN

Pengambilan data penelitian ini dilakukan di Jalan Perkotaan Kota Serang dengan Batasan pada 2 ruas jalan utama di Kota Serang, yaitu Jln. Ahmad Yani dan Jln. Jenderal Sudirman. Pengambilan data penelitian dilakukan selama 2 hari, yaitu Hari Senin 12 Desember 2022 dan Hari Jumat 16 Desember 2022. Kedua hari tersebut dipilih karena merupakan hari kerja dan hari akhir hari (weekday) dalam satu minggu, sehingga didapat nilai volume kendaraan tertinggi. Durasi waktu pengukuran pada studi ini adalah 16 jam per hari, mulai dari pukul 06.00 WIB hingga pukul 22.00 WIB. Pada Gambar 1 dapat dilihat lokasi penelitian.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer adalah data jenis dan volume kendaraan lalu lintas di 2 ruas jalan Kota Serang, serta data karakteristik jalan tersebut. Sedangkan data sekunder yang digunakan adalah data faktor emisi kendaraan berdasarkan Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Guidelines 2006.

Perhitungan nilai emisi kendaraan bermotor dilakukan dengan menggunakan acuan Metode Perhitungan Emisi GRK pada Transportasi Darat, Kereta Api, Laut, Udara (Arite-nang, 2022) dan didasarkan pada pedoman IPCC Guidelies 2006.

Negara-negara berkembang, termasuk Indonesia, telah sepakat menggunakan pedoman untuk penyusunan inventarisasi GRK dengan *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, serta 2 pedoman lainnya, yaitu *IPCC Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories* dan *the Good Practice Guidance on Land Use, Land-Use Change and Forestry* atau *GPG for LULUCF*). Sejalan dengan pengetahuan baru mengenai GRK, pada tahun 2006 IPCC menyusun pedoman inventarisasi GRK baru, yang sudah memperbaiki dan mengakomodasi 3 pedoman sebelumnya.

Secara umum persamaan emisi GRK adalah:

$$\text{Emisi atau Penyerapan GRK} = AD \times EF \quad (1)$$

dengan:

- Emisi atau Penyerapan GRK = Jumlah total gas rumah kaca yang dilepaskan atau diserap.
- AD = Data kuantitatif kegiatan yang menimbulkan emisi, seperti jumlah liter bahan bakar yang dibakar, tonase produksi, atau luas lahan.
- EF = Faktor Emisi yang merupakan konstanta yang menunjukkan jumlah emisi GRK yang dihasilkan oleh setiap unit aktivitas.

Dalam penyelenggaraan inventarisasi GRK, Tingkat Ketelitian (*Tier*) dibagi menjadi 3 (tiga) macam, yaitu *Tier 1*, *Tier 2*, dan *Tier 3*. Pada *Tier 1*, metode perhitungan emisi dan serapan menggunakan persamaan dasar (*Basic Equation*) dan faktor emisi *default* atau IPCC *default values* (faktor emisi yang disediakan dalam IPCC *Guideline*) dan sebagian data aktivitas yang digunakan bersumber dari sumber data global. Sedangkan pada *Tier 2*, metode perhitungan emisi dan serapan menggunakan persamaan yang lebih rinci menggunakan faktor emisi lokal yang diperoleh dari hasil pengukuran langsung dan data aktivitas berasal dari sumber data nasional dan/atau daerah. Pada *Tier 3*, metode perhitungan emisi dan serapan menggunakan metode yang paling rinci dengan pendekatan *modeling* dan *sampling*. Dengan pendekatan *modeling*, faktor emisi lokal dapat divariasikan sesuai dengan keberagaman kondisi yang ada, sehingga emisi dan serapan memiliki tingkat kesalahan yang rendah.

Emisi GRK yang berasal dari pembakaran bahan bakar pada sumber bergerak adalah emisi GRK kegiatan transportasi, yang di antaranya meliputi transportasi darat (jalan, *off road*, dan kereta api), transportasi air (sungai atau laut), dan transportasi udara (pesawat udara). GRK yang diemisikan oleh pembakaran di sektor transportasi adalah CO₂, CH₄, dan N₂O. Transportasi jalan meliputi mobil pribadi, kendaraan niaga, dan sepeda motor. Emisi CO₂ dari transportasi jalan hanya dapat dilakukan dengan *Tier 1* atau *Tier 2*. *Tier 1* dan *Tier 2*,

dengan menggunakan persamaan yang sama serta menggunakan faktor emisi sesuai dengan jenis bahan bakar yang spesifik.

DATA DAN ANALISIS

Karakteristik Jalan di Kota Serang

Data karakteristik jalan berupa kondisi geometrik jalan, kondisi lajur jalan, volume kendaraan, arus lalu lintas, dan pemisah arah dapat dilihat pada Tabel 1. Karakteristik jalan ini memengaruhi kinerja dan kapasitas jalan tersebut.

Tabel 1 Karakteristik Jalan Perkotaan Kota Serang

Nama Jalan	Status Jalan	Fungsi Jalan	Panjang Jalan	Lebar Jalan	Karakter Jalan
Ahmad Yani	Nasional	Jalan Arteri Primer	1,59 km	16 m	4/2 D
Jend. Sudirman	Nasional	Jalan Arteri Primer	1,78 km	16 m	4/2 D

Volume Kendaraan

Pengambilan data di lokasi penelitian dilakukan dengan menghitung masing-masing kendaraan dengan arah pergerakan menuju arah barat Kota Serang dan menuju arah timur Kota Serang. Perhitungan volume dilakukan di Jalan Ahmad Yani dan di Jalan Jenderal Sudirman, dan dilaksanakan pada Hari Senin 12 Desember dan Hari Jumat 16 Desember 2022, dengan durasi pengamatan 16 jam, yang dimulai dari jam 06.00 WIB hingga jam 22.00 WIB. Perbandingan pergerakan lalu lintas pada Hari Senin dan Hari Jumat disajikan pada Gambar 4. Pada Gambar 4 tersebut terlihat bahwa pergerakan lalu lintas tertinggi terjadi di Jalan Jenderal Sudirman, dengan pergerakan menuju ke arah barat Kota Serang dan waktu pergerakan kendaraan tertinggi terjadi pada jam 16.00 WIB hingga jam 17.00 WIB. Aktivitas pergerakan kendaraan terendah di Jalan Ahmad Yani terjadi pada Hari Senin, dengan pergerakan menuju ke arah timur Kota Serang, dan pergerakan kendaraan terendah di Jalan Ahmad Yani terjadi pada Hari Jumat, dengan pergerakan menuju arah barat Kota Serang.



Gambar 1 Perbandingan Pergerakan Lalu Lintas Hari Senin dan Hari Jumat

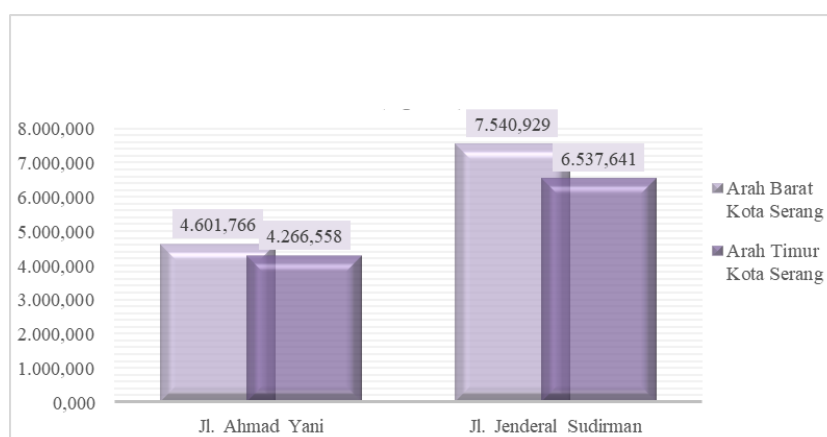
Analisis Gas Emisi Kendaraan Bermotor

Emisi CO₂

Nilai emisi CO₂ Tier-1 kendaraan bermotor dapat dilihat pada Tabel 2. Sebagai contoh, untuk kendaraan sepeda motor, konsumsi bahan bakar motor jenis gasoline atau premium adalah 0,020 liter/km, nilai kandungan energi bahan bakar 34,2 MJ/liter, dan faktor emisi default adalah 69.300 kg/TJ. Nilai emisi CO₂ Tier 1 kendaraan-kendaraan bermotor dapat dilihat pada Tabel 2. Jumlah emisi CO₂ pada Hari Senin 12 Desember dapat dilihat pada Gambar 2 dan Jumlah emisi CO₂ pada Hari Jumat 16 Desember ditunjukkan pada Gambar 3.

Tabel 2 Nilai Emisi CO₂ Tier 1 Kendaraan Bermotor

Kendaraan	Konsumsi BB (liter/km)	Kandungan Energi (MJ/liter)	Faktor Emisi CO ₂ (kg/MJ)	Emisi CO ₂ (kg/km)
Sepeda Motor	0,020	34,2	0,0693	0,047
Mobil Kecil	0,071	34,2	0,0693	0,169
Mobil Besar	0,100	38,6	0,0741	0,286
Bis	0,333	38,6	0,0741	0,853
Truk	0,667	38,6	0,0741	1,907



Gambar 2 Emisi CO₂ pada Hari Senin 12 Desember

Pada Gambar 2 terlihat bahwa, pada Hari Senin 12 Desember, jumlah emisi CO₂ terbesar terjadi di Jalan Jenderal Sudirman menuju ke arah barat Kota Serang, yaitu sebesar 7.540,929 kg, dan nilai emisi kendaraan bermotor menuju ke arah timur Kota Serang sebesar 6.537,641 kg. Sedangkan untuk Jalan Ahmad Yani, jumlah emisi CO₂ adalah 4.601,766 kg dan 4.266,588 kg untuk masing-masing pergerakan ke arah barat dan ke arah timur Kota Serang, berturut-turut.

Sedangkan pada Gambar 3 terlihat bahwa jumlah emisi CO₂ terbesar terjadi di Jalan Jenderal Sudirman menuju arah barat Kota Serang, sebesar 7.808,581 kg dan jumlah emisi kendaraan bermotor menuju arah timur Kota Serang adalah 6.001,765 kg. Jumlah emisi CO₂ di Jalan Ahmad Yani adalah 4.274,121 kg dengan arah pergerakan kendaraan menuju arah barat dan 4.060,059 kg menuju arah timur Kota Serang.



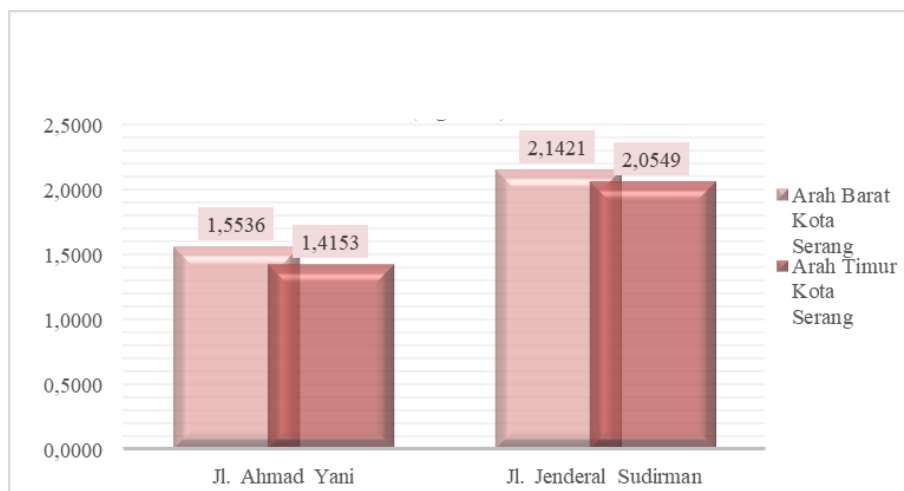
Gambar 3 Emisi CO₂ pada Hari Jumat 16 Desember

Emisi CH₄

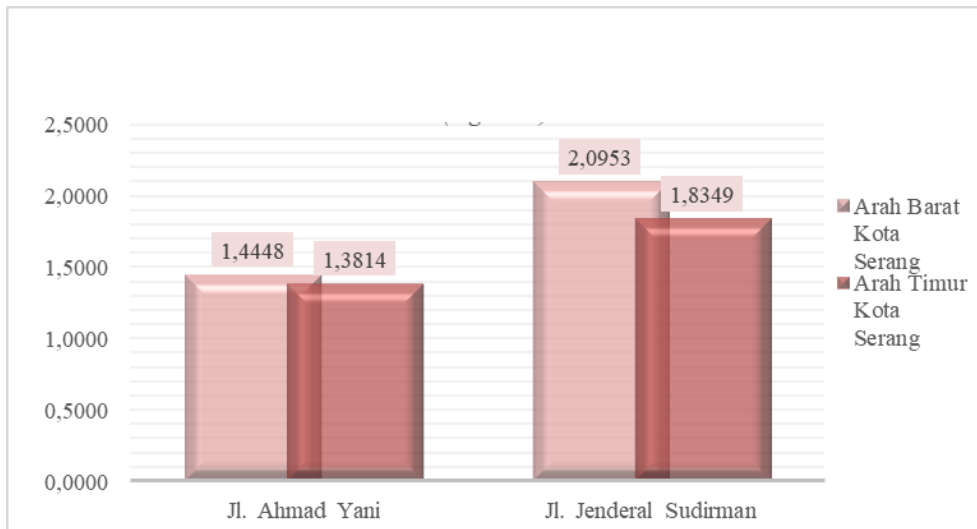
Perhitungan nilai emisi CH₄ ditampilkan pada Tabel 3. Jumlah Emisi CH₄ pada Hari Senin 12 Desember dapat dilihat pada Gambar 4 dan Jumlah Emisi CH₄ pada Hari Jumat 16 Desember dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 3 Nilai Emisi CH₄ Tier 1 Kendaraan Bermotor

Kendaraan	Konsumsi BB (liter/km)	Kandungan Energi (MJ/liter)	Faktor Emisi CH ₄ (kg/MJ)	Emisi CH ₄ (kg/km)
Sepeda Motor	0,020	34,2	0,000025	0,000017
Mobil Kecil	0,071	34,2	0,000025	0,000061
Mobil Besar	0,100	38,6	0,0000039	0,000015
Bis	0,333	38,6	0,0000039	0,000050
Truk	0,667	38,6	0,0000039	0,000100



Gambar 4 Jumlah Emisi CH₄ pada Hari Senin 12 Desember



Gambar 5 Jumlah Emisi CH₄ pada hari Jumat 16 Desember

Pada Gambar 4 terlihat bahwa jumlah emisi CH₄ terbesar terjadi di Jalan Jenderal Sudirman sebesar 2,1421 kg dengan arah barat Kota Serang dan sebesar 2,0549 kg arah timur Kota Serang. Sedangkan Gambar 5 menunjukkan bahwa jumlah emisi CH₄ terbesar terjadi di Jalan Jenderal Sudirman dengan nilai emisi sebesar 2,0953 kg untuk arah menuju ke barat Kota Serang CH₄ dan sebesar 1,8349 kg untuk arah menuju ke timur Kota Serang. Di Jalan Ahmad Yani, untuk arah pergerakan kendaraan menuju ke barat dan ke timur Kota Serang, berturut-turut sebesar 1,4448 kg dan 1,3814 kg.

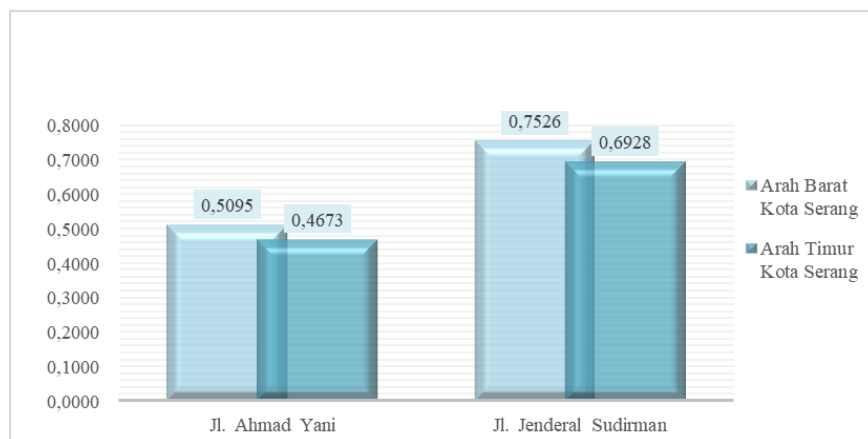
Emisi N₂O

Perhitungan emisi N₂O Tier-1 kendaraan bermotor disajikan pada Tabel 4. Jumlah emisi N₂O pada Hari Senin 12 Desember ditunjukkan pada Gambar 6, sedangkan jumlah emisi N₂O pada Hari Jumat 16 Desember dapat dilihat pada Gambar 7.

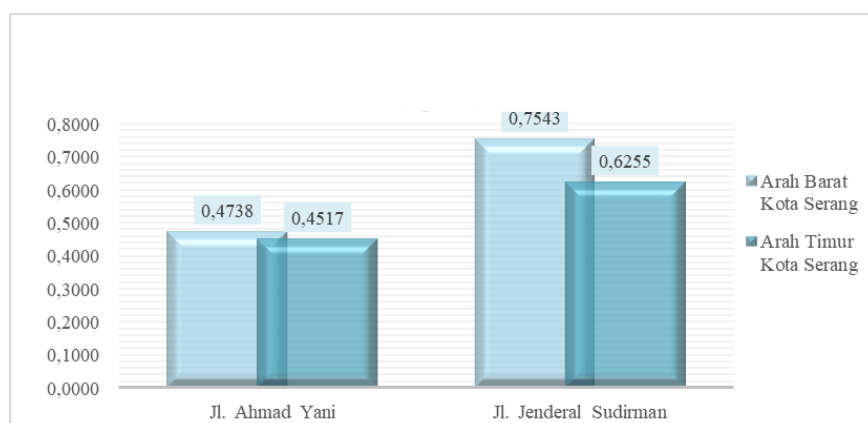
Tabel 4 Nilai Emisi N₂O Tier 1 Kendaraan Bermotor

Kendaraan	Konsumsi BB (liter/km)	Kandungan Energi (MJ/liter)	Faktor Emisi N ₂ O (kg/MJ)	Emisi N ₂ O (kg/km)
Sepeda Motor	0,020	34,2	0,000008	0,000005
Mobil Kecil	0,071	34,2	0,000008	0,000020
Mobil Besar	0,100	38,6	0,0000039	0,000015
Bis	0,333	38,6	0,0000039	0,000050
Truk	0,667	38,6	0,0000039	0,000100

Pada Gambar 6 terlihat bahwa jumlah emisi N₂O terbesar terjadi di Jalan Jenderal Sudirman menuju arah barat Kota Serang, yaitu sebesar 0,7526 kg, menuju arah timur Kota Serang sebesar 0,6928 kg. Total emisi N₂O di Jalan Ahmad Yani, dengan arah pergerakan kendaraan menuju arah barat dan arah timur Kota Serang, berturut-turut sebesar 0,5095 kg dan 0,4673 kg.



Gambar 6 Jumlah Emisi N₂O pada Hari Senin 12 Desember



Gambar 7 Jumlah Emisi N₂O pada Hari Jumat 16 Desember

PEMBAHASAN

Hasil perhitungan nilai gas emisi kendaraan bermotor, yang dihitung dengan menggunakan pedoman perhitungan IPCC Guidelines 2006 Tier-1, memberikan nilai total emisi CO₂, CH₄, dan N₂O seperti yang terdapat pada Tabel 5. Nilai emisi total tersebut berasal dari kendaraan bermotor yang bergerak di ruas jalan yang terdapat di Kota Serang sepanjang 3,37 km. Jumlah total emisi kendaraan bermotor yang dihasilkan di ruas-ruas Jalan Ahmad Yani dan Jalan Jenderal Sudirman pada hari Senin 12 Desember adalah 14.084,213 kg dan pada hari Jumat 16 Desember adalah 13.815,656 kg.

Tabel 5 Emisi Kendaraan Bermotor di Jalan Perkotaan Kota Serang

Emisi	Jumlah Emisi (kg)	
	Senin, 12 Desember 2022	Jumat, 16 Desember 2022
CO ₂	22.946,895	22.148,526
CH ₄	7,166	6,756
N ₂ O	2,422	2,305
Total	22.956,483	22.157,587

Menurut Peraturan Gubernur Banten Nomor 4 Tahun 2022, tentang Rencana Strategis Perangkat Daerah Tahun 2023-2026, dinyatakan bahwa proyek strategis daerah (*major project*) pada periode 2023-2026 di Provinsi Banten adalah memenuhi perlengkapan jalan dan memenuhi simpul dan sarana prasarana transportasi (angkutan massal, terminal tipe B, halte/shelter, jembatan penyeberangan orang atau JPO, dan pelabuhan pengumpan regional). Terdapat juga rencana pengembangan angkutan massal berupa pengembangan angkutan masal cepat di wilayah Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi, Puncak, dan Cianjur (Jabodetabekpunjur) dalam sistem transportasi, yang saling terkait dengan sisten transportasi di Provinsi DKI Jakarta, dan pengembangan angkutan massal perkotaan Cilegon–Serang–Pandeglang–Rangkasbitung atau CISEPARANG (Pemerintah Provinsi Banten, 2022).

Upaya yang dapat dilakukan oleh masyarakat dan pemerintah untuk menurunkan emisi, antara lain, adalah meningkatkan jumlah sarana prasarana angkutan publik masal yang menggunakan bahan bakar ramah lingkungan dan membuat angkutan publik masal dengan kapasitas yang lebih besar. Peralihan dari moda transportasi pribadi menuju ke transportasi publik masal dapat membuat penurunan emisi kendaraan bermotor sekitar (6-7)% dari emisi total yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Meningkatkan kualitas pelayanan angkutan publik masal juga dapat meningkatkan pemilihan moda transportasi publik oleh masyarakat lokal yang melakukan perjalanan. Beberapa cara untuk meningkatkan kualitas pelayanan angkutan publik masal tersebut adalah dengan meningkatkan keamanan dan keselamatan serta meningkatkan kualitas fasilitas dalam kendaraan, misalnya dengan menyediakan Air Conditioner (AC). Hal lain yang perlu dilakukan adalah meningkatkan kebersihan halte, informasi pelayanan, mengatur *headway* kendaraan yang sesuai dengan kebutuhan pengguna, serta nenerapkan prinsip *smart driving* atau metode berkendara yang ramah lingkungan, hemat bahan bakar, selamat, nyaman, beretika dan bermartabat.

KESIMPULAN

Pada studi ini dilakukan pengamatan terhadap emisi gas buang yang berasal dari kendaraan bermotor di jalan-jalan perkotaan yang terdapat di Kota Serang, Provinsi Banten. Untuk itu, dipilih 2 ruas jalan di Kota Serang sebagai lokasi penelitian, yaitu Jalan Ahmad Yani dan Jalan Jenderal Sudirman. Pengamatan dilakukan selama 2 hari, yaitu Senin 12 Desember 2022 dan Jumat 16 Desember 2022.

Untuk pengamatan yang dilakukan pada Hari Senin 12 Desember 2022, Jumlah kendaraan yang tercatat melewati Jalan Ahmad Yani adalah 64.385 kendaran, dengan nilai emisi yang dihasilkan sebesar 8,872 ton/hari. Sementara itu, pada hari yang sama, jumlah kendaraan yang melalui Jalan Jenderal Sudirman adalah 77.828 kendaran, dengan nilai emisi yang dihasilkan sebesar 14,084 ton/hari.

Emisi kendaraan bermotor yang terjadi pada Hari Jumat 16 Desember 2022 di Jalan Ahmad Yani adalah 8,342 ton emisi/hari, yang berasal dari 59.888 kendaraan yang menggunakan ruas jalan tersebut. Sedangkan di ruas Jalan Jenderal Sudirman, dengan 71.118 kendaraan melewati jalan ini, emisi yang dihasilkan adalah 13,816 ton/hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Aritenang, W. 2022. *Metode Perhitungan Emisi GRK pada Transportasi Darat, Kereta Api, Laut, Udara*. Bandung: ITB Press.
- Bakker, S., Haq, G., Peet, K., Gota, S., Medimorec, N., Yiu, A., Jennings, G., dan Rogers, J. 2019. *Low-Carbon Quick Wins: Integrating Short-Term Sustainable Transport Options in Climate Policy in Low-Income Countries*. Sustainability, 11 (16): 1–17.
- Eickemeier, P., Schlömer, S., Farahani, E., Kadner, S., Brunner, S., Baum, I., dan Kriemann, B. 2019. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2012: *Summary for Policymakers*. In Planning for Climate Change. Taylor and Francis Group. London.
- Febriani, I.M. 2024. *Tingginya Kenaikan Suhu Akibat Peningkatan Emisi Gas Rumah Kaca di Indonesia*. JSSIT: Jurnal Sains dan Sains Terapan, 2 (1): 26–32.
- Geels, F.W. 2012. *A Socio-Technical Analysis of Low-Carbon Transitions: Introducing the Multi-Level Perspective into Transport Studies*. Journal of Transport Geography, 24: 471–482.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Geneva.
- Ismiyati, Marlita, D., dan Saidah, D. 2014. *Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang*. Jurnal Manajeen Transportasi dan Logistik, 1 (3): 241–248.
- Kepolisian Republik Indonesia (POLRI). 2022. *Data Kepemilikan Kendaraan di Indonesia*. Jakarta.
- Masito, A. 2018. *Risk Assessment Ambient Air Quality (NO₂ and SO₂) and the Respiratory Disorders to Communities in the Kalianak Area of Surabaya*. Jurnal Kesehatan Lingkungan, 10 (4): 394–401.
- Pemerintah Provinsi Banten. 2022. *Peraturan Gubernur (Pergub) Provinsi Banten Nomor 4 Tahun 2022 tentang Rencana Strategis Perangkat Daerah Tahun 2023-2026*. Serang
- Pemerintah Republik Indonesia. 1999. *Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara*. Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2021. *Peraturan Presiden Nomor 98 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon untuk Pencapaian Target Kontribusi yang Ditetapkan Secara Nasional dan Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca dalam Pembangunan Nasional*. Jakarta.
- Samidjo, J., dan Suharso, Y. 2022. *Memahami Pemanasan Global dan Perubahan Iklim*. Majalah Ilmiah Pawiyatan, 24 (107): 13–17.

- Sudarwanto, H.W., Utami, I.W., Asmoro, R., dan Wulandari, A.A. 2020. *Bahaya Emisi Gas Buang Kendaraan Berbahan Bakar Bensin dan Menumbuhkan Lingkungan Hijau di Perkotaan*. Prosiding Seminar Nasional dan Call For Paper Hubisintek 2020: 101–105.
- Yusrianti, Y. 2015. *Studi Literatur tentang Pencemaran Udara Akibat Aktivitas Kendaraan bermotor di Jalan Kota Surabaya*. Jurnal Teknik Lingkungan, 1 (1): 11–20.
- Zhang, W., Lu, J., Xu, P., dan Zhang, Y. 2015. *Moving Towards Sustainability: Road Grades and on-Road Emissions of Heavy-Duty Vehicles-A Case Study*. Sustainability, 7 (9): 12644–12671.