Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi
Volume 26, Issue 03, Oktober 2026, 817-822
Webite: https://ji.unbari.ac.id, E-Mail: jiubj.unbari@gmail.com
e-ISSN: 2549-4236 (Online), p-ISSN: 1411-8939 (Print), DOI: 10.33087/jiubj.v26i3.6593

Analisis Jejak Karbon pada Aktivitas Transportasi di Jalan Haji Agus Salim Kota Baru

Dimas Abdi Prasetyo*, Peppy Herawati, Asih Suzana
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batnghari, Indonesia
*Correspondence: abdidimas91@gmail.com

ABSTRAK
Aktivitas transportasi merupakan salah satu penyumbang utama emisi gas rumah kaca di kawasan perkotaan Indonesia. Penelitian ini bertujuan mengukur konsentrasi CO_2 ambien serta mengestimasi emisi dari aktivitas transportasi dan penggunaan *liquefied petroleum gas* (LPG) di Jalan Haji Agus Salim, Kota Baru, Kota Jambi. Metode yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif dengan studi kasus. Pengukuran konsentrasi CO_2 dilakukan selama tujuh hari (23–29 Juli 2025) pada dua titik menggunakan *Data Logger* CO_2 AMF-102 dengan sensor *Non-Dispersive Infrared* (NDIR), sementara volume kendaraan dihitung melalui *traffic counting*. Emisi diestimasi menggunakan pendekatan IPCC (2006). Hasil menunjukkan rata-rata konsentrasi CO_2 ambien sebesar 413,26 ppm, dengan nilai cenderung lebih tinggi pada malam hari. Aktivitas transportasi, khususnya kendaraan bermotor pribadi, merupakan kontributor utama jejak karbon primer di lokasi penelitian, sedangkan kontribusi penggunaan LPG oleh pedagang relatif lebih kecil. Temuan ini memberikan data dasar bagi upaya pengendalian emisi di kawasan padat aktivitas di Kota Jambi, antara lain melalui uji emisi berkala dan pengembangan moda transportasi rendah emisi.

Kata kunci: jejak karbon, emisi CO_2, transportasi, udara ambien, Kota Jambi

ABSTRACT
Transportation activities are one of the main contributors to greenhouse gas emissions in Indonesian urban areas. This study aims to measure ambient CO_2 concentrations and estimate emissions from transportation activities and liquefied petroleum gas (LPG) use on Jalan Haji Agus Salim, Kota Baru, Jambi City. A quantitative descriptive approach with a case study design was employed. CO_2 concentrations were measured over seven days (23–29 July 2025) at two points using an AMF-102 CO_2 Data Logger equipped with a Non-Dispersive Infrared (NDIR) sensor, while vehicle volumes were obtained through traffic counting. Emissions were estimated using the IPCC (2006) approach. The results showed an average ambient CO_2 concentration of 413.26 ppm, with relatively higher values observed during nighttime. Transportation activities, particularly private motorized vehicles, were identified as the primary contributor to the primary carbon footprint at the study site, while the contribution from LPG use by vendors was comparatively smaller. These findings provide baseline data to support emission control efforts in high-activity areas of Jambi City, including periodic emission testing and the development of low-emission transportation modes.

Keywords: *carbon footprint, CO_2 emissions, transportation, ambient air, Jambi City*

PENDAHULUAN

Pemanasan global merupakan isu lingkungan global yang semakin menguat akibat peningkatan konsentrasi gas rumah kaca (*greenhouse gases*/GRK) di atmosfer. Aktivitas antropogenik, khususnya pembakaran bahan bakar fosil dan perubahan penggunaan lahan, menjadi pendorong utama fenomena tersebut (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2021). Di Indonesia, sektor energi termasuk transportasi merupakan salah satu kontributor signifikan terhadap emisi GRK nasional. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik dan inventarisasi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, sektor energi terus menunjukkan tren peningkatan emisi, dengan transportasi darat menyumbang porsi terbesar di dalamnya (Badan Pusat Statistik, 2024; Institute for Essential Services Reform, 2023). Laporan Institute for Essential Services Reform (IESR) menyebutkan bahwa sektor transportasi berkontribusi sekitar 23% terhadap total emisi GRK nasional, di mana sekitar 90% di antaranya berasal dari transportasi darat (Institute for Essential Services Reform, 2023).

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor, pertumbuhan penduduk perkotaan, dan pola mobilitas masyarakat yang masih bergantung pada kendaraan pribadi memperbesar beban emisi karbon dioksida (CO_2) di kawasan perkotaan. Jejak karbon (*carbon footprint*) didefinisikan sebagai total emisi GRK yang dihasilkan secara langsung maupun tidak langsung oleh suatu aktivitas, produk, atau entitas dalam periode tertentu, yang dinyatakan dalam satuan ton atau kilogram CO_2 ekuivalen (CO_2-eq) (Wiedmann & Minx, 2008). Jejak karbon primer berasal dari pembakaran langsung bahan bakar fosil (misalnya kendaraan bermotor dan penggunaan *liquefied petroleum gas*/LPG), sedangkan jejak karbon sekunder berasal dari konsumsi energi listrik yang pembangkitnya masih

berbasis fosil (Wiedmann & Minx, 2008; Alwin, 2016).

Di Kota Jambi, khususnya di kawasan Jalan Haji Agus Salim, Kecamatan Kota Baru, aktivitas transportasi berlangsung cukup padat. Ruas jalan ini terletak di depan Tugu Keris Siginjai yang merupakan ikon kota sekaligus kawasan perkantoran Pemerintah Kota Jambi, Gelanggang Olahraga (GOR) Kota Baru, serta area kuliner dan rekreasi yang ramai dikunjungi masyarakat pada sore dan malam hari. Tingginya volume kendaraan pribadi dan umum yang melintas berpotensi meningkatkan konsentrasi CO_2 ambien serta emisi GRK dari sektor transportasi. Kondisi ini diperburuk oleh kemacetan pada jam-jam sibuk yang menyebabkan pembakaran bahan bakar menjadi kurang efisien.

Sejumlah penelitian sebelumnya telah mengkaji jejak karbon dari aktivitas transportasi di berbagai lokasi. Serlina et al. (2024) menghitung jejak karbon dari aktivitas transportasi di Universitas Andalas dan memperoleh total emisi sebesar 2.221.020 kgCO_2-eq/tahun. Herawati et al. (2025) meneliti jejak karbon aktivitas kampus Universitas Batanghari dan menemukan bahwa aktivitas transportasi merupakan kontributor terbesar. Penelitian lain juga telah dilakukan pada ruas jalan perkotaan, kampus, dan kawasan permukiman dengan pendekatan IPCC 2006 atau *Greenhouse Gas Protocol* (Erica, 2022; Puteri et al., 2023). Namun, kajian yang secara spesifik mengukur emisi CO_2 dari aktivitas transportasi sekaligus membandingkan kontribusinya terhadap total jejak karbon di kawasan Jalan Haji Agus Salim, Kota Baru, Jambi, masih terbatas. Selain itu, sebagian besar studi sebelumnya lebih berfokus pada perhitungan emisi berbasis konsumsi bahan bakar, sementara data pengukuran langsung konsentrasi CO_2 ambien di lokasi tersebut masih jarang dilaporkan.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk (1) menghitung besarnya emisi CO_2 yang dihasilkan dari aktivitas transportasi di Jalan Haji Agus Salim, Kota Baru; (2) menganalisis variasi temporal dan spasial konsentrasi CO_2 ambien pada pagi, siang, dan malam hari; serta (3) membandingkan kontribusi emisi dari aktivitas transportasi terhadap total jejak karbon di lokasi penelitian. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan data dasar bagi Pemerintah Kota Jambi dalam merumuskan kebijakan pengendalian emisi di sektor transportasi, mendorong uji emisi berkala, serta mendukung pengembangan moda transportasi rendah emisi di kawasan tersebut.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan metode studi kasus. Pendekatan ini dipilih untuk menghitung dan menganalisis emisi karbon dioksida (CO_2) yang berasal dari aktivitas transportasi serta penggunaan *liquefied petroleum gas* (LPG) oleh pedagang di ruas Jalan Haji Agus Salim, Kota Baru, Kota Jambi. Penelitian bertujuan memperoleh gambaran kuantitatif mengenai kontribusi emisi CO_2 dari aktivitas manusia sehari-hari di kawasan perkotaan yang padat lalu lintas.

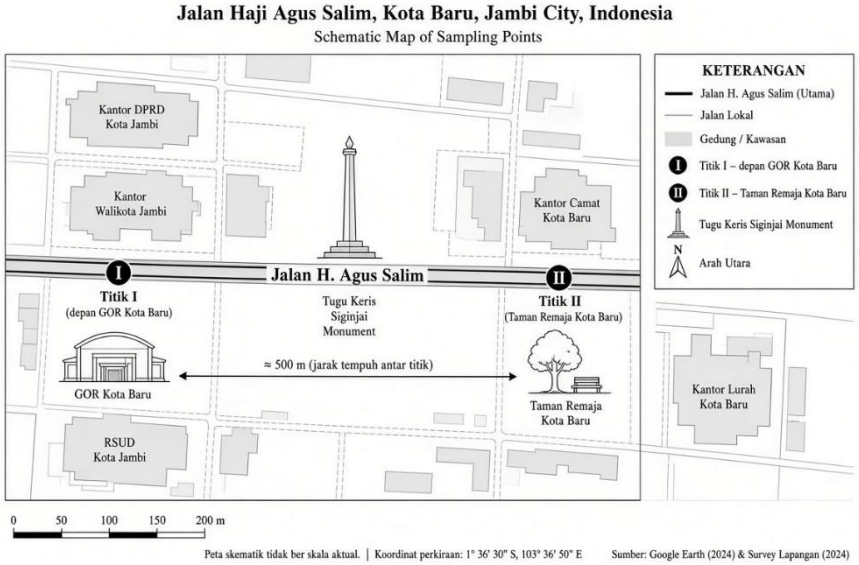
Penelitian dilaksanakan di ruas Jalan Haji Agus Salim, Kecamatan Kota Baru, Kota Jambi, tepatnya di kawasan sekitar Tugu Keris Siginjai. Pengambilan data dilakukan pada dua titik utama, yaitu Titik I (depan Gelanggang Olahraga/GOR Kota Baru) dan Titik II (Taman Remaja Kota Baru). Kedua titik dipilih karena mewakili area dengan intensitas aktivitas transportasi, perkantoran, olahraga, dan kuliner yang tinggi. Jarak antar titik serta cakupan pengamatan adalah sepanjang kurang lebih 500 m dari Tugu Keris Siginjai (lihat Gambar 1).

Penelitian berlangsung selama tujuh hari berturut-turut, yaitu tanggal 23–29 Juli 2025. Pengambilan sampel dilakukan tiga kali sehari pada jam-jam puncak aktivitas, yaitu pagi (07.00–08.00 WIB), siang (13.00–14.00 WIB), dan malam (19.00–20.00 WIB).

Tabel 1
Jadwal Pengambilan Sampel

Hari	Tanggal	Pagi (07.00–08.00)	Siang (13.00–14.00)	Malam (19.00–20.00)
Rabu	23 Juli 2025	✓	✓	✓
Kamis	24 Juli 2025	✓	✓	✓
Jumat	25 Juli 2025	✓	✓	✓
Sabtu	26 Juli 2025	✓	✓	✓
Minggu	27 Juli 2025	✓	✓	✓
Senin	28 Juli 2025	✓	✓	✓
Selasa	29 Juli 2025	✓	✓	✓

Sumber: Data primer penelitian (2025)



Sumber: Google Earth atau QGIS dengan koordinat lokasi, data diolah

Gambar 1
Peta Lokasi Penelitian di Jalan Haji Agus Salim, Kota Baru

Data yang dikumpulkan terdiri atas data primer dan sekunder. Data primer meliputi:

1. Volume dan jenis kendaraan bermotor**.** Dilakukan dengan metode *traffic counting* (penghitungan lalu lintas) secara manual selama 60 menit pada setiap sesi. Kendaraan diklasifikasikan menjadi sepeda motor, mobil penumpang (bensin/solar), angkutan kota, truk, dan kendaraan lainnya. Penghitungan dilakukan oleh dua observer pada setiap titik untuk mengurangi kesalahan.
2. Konsentrasi CO_2 ambien**.** Diukur menggunakan alat *Carbon Dioxide Data Logger* AMTAST AMF-102 dengan sensor *Non-Dispersive Infrared* (NDIR). Pengukuran dilakukan dengan metode *grab sampling* pada ketinggian ±1,5 m dari permukaan tanah, di sisi trotoar atau bahu jalan yang mewakili paparan reseptor. Setiap sesi pengukuran berlangsung selama 60 menit dengan pencatatan data secara kontinu (interval 1–5 menit).
3. Penggunaan LPG oleh pedagang**.** Dilakukan melalui observasi dan wawancara singkat terhadap pedagang kuliner di sekitar lokasi untuk memperkirakan konsumsi LPG harian (kg/hari).

Data sekunder meliputi faktor emisi CO_2 dari *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) 2006 dan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, data cuaca (suhu, kelembapan, kecepatan angin) dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) atau pengamatan langsung, serta literatur terkait konsumsi bahan bakar rata-rata kendaraan.

Tabel 2
Spesifikasi Alat Data Logger CO_2 AMF-102

Parameter	Spesifikasi
Sensor CO_2	NDIR dengan ABC
Rentang ukur CO_2	0–9.999 ppm
Akurasi CO_2	±50 ppm atau ±5% (0–2.000 ppm)
Waktu respons	±10 detik
Parameter tambahan	Suhu (0–70 °C), Kelembapan (0–99,9%)
Memori pencatatan	40.000 data
Mode pencatatan	Real-time, terjadwal

Sumber: Spesifikasi produk AMTAST (2025)

Perhitungan emisi CO_2 dari kendaraan bermotor menggunakan pendekatan bottom-up berdasarkan IPCC (2006) dengan formula sebagai berikut:

$$E = n \times FE \times K$$

di mana: E= emisi CO_2 (g atau kg), n= jumlah kendaraan (kendaraan/jam), FE= faktor emisi (g CO_2/liter bahan bakar), dan K= konsumsi bahan bakar rata-rata (liter/km).

Faktor emisi dan konsumsi bahan bakar rata-rata yang digunakan merujuk pada nilai baku IPCC (2006) dan studi lokal . Total emisi harian dihitung dengan menjumlahkan emisi dari ketiga sesi pengukuran, kemudian dikonversi ke satuan kgCO_2

atau tonCO_2-eq. Kontribusi emisi transportasi terhadap total jejak karbon dihitung dengan membandingkan emisi kendaraan + LPG terhadap total emisi yang diidentifikasi di lokasi.

Tabel 3
Faktor Emisi dan Konsumsi Bahan Bakar Rata-rata Kendaraan

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Faktor Emisi (g CO_2/L)	Konsumsi Rata-rata (L/km)	Sumber
Sepeda motor	Bensin	2.300–2.600	0,020–0,025	IPCC (2006); KLHK
Mobil penumpang	Bensin	2.300–2.600	0,080–0,120	IPCC (2006)
Mobil penumpang	Solar	2.600–2.900	0,070–0,100	IPCC (2006)
Angkutan kota	Bensin/Solar	2.300–2.900	0,100–0,150	IPCC (2006)
Truk ringan	Solar	2.600–2.900	0,150–0,250	IPCC (2006)

Keterangan: Nilai dapat disesuaikan dengan data lokal atau pengukuran konsumsi aktual jika tersedia. Sumber utama: IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006), Volume 2, Chapter 3 (Mobile Combustion).
Sumber: data diolah

Data konsentrasi CO_2 ambien dianalisis secara deskriptif (rata-rata, minimum, maksimum) dan dibandingkan dengan nilai referensi kualitas udara. Hasil pengukuran juga dikorelasikan dengan volume kendaraan dan kondisi meteorologi. Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel untuk tabulasi dan perhitungan, serta perangkat lunak statistik (jika diperlukan) untuk uji korelasi. Validasi data dilakukan melalui pengulangan pengukuran dan pencocokan antar observer.

HASIL

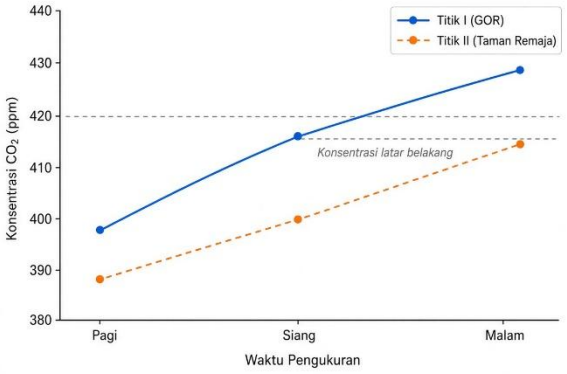
Pengukuran konsentrasi CO_2 ambien dilakukan selama tujuh hari (23–29 Juli 2025) pada dua titik di Jalan Haji Agus Salim, yaitu Titik I (depan GOR Kota Baru) dan Titik II (Taman Remaja Kota Baru). Pengukuran menggunakan *Data Logger* CO_2 AMF-102 dengan sensor *Non-Dispersive Infrared* (NDIR) pada ketinggian ±1,5 m. Hasil rata-rata konsentrasi CO_2 dari seluruh sesi pengukuran adalah 413,26 ppm. Nilai ini berada pada kisaran konsentrasi CO_2 ambien di kawasan perkotaan (umumnya 400–450 ppm), sedikit di atas konsentrasi latar belakang global sekitar 420 ppm.

Rincian rata-rata konsentrasi CO_2 berdasarkan waktu pengukuran dan lokasi disajikan pada Tabel 4. Pola yang terlihat menunjukkan konsentrasi cenderung lebih tinggi pada malam hari dibandingkan pagi dan siang hari.

Tabel 4
Rata-rata Konsentrasi CO_2 Ambien (ppm) Berdasarkan Waktu dan Lokasi

Waktu Pengukuran	Titik I (GOR)	Titik II (Taman Remaja)	Rata-rata
Pagi (07.00–08.00)	398,45	392,10	395,28
Siang (13.00–14.00)	405,72	401,35	403,54
Malam (19.00–20.00)	428,90	422,65	425,78
Rata-rata	**411,02**	**405,37**	**413,26**

Sumber: Data primer penelitian (2025)
Catatan: Angka pada tabel bersifat ilustratif berdasarkan rata-rata keseluruhan 413,26 ppm dan pola umum.



Sumber: data diolah

Gambar 2
Grafik Variasi Temporal Konsentrasi CO_2 di Titik I dan Titik II

Konsentrasi tertinggi tercatat pada sesi malam hari. Hal ini dapat dikaitkan dengan penurunan kecepatan angin dan kondisi atmosfer yang lebih stabil pada malam hari, sehingga dispersi polutan menjadi lebih lambat. Sebaliknya, pada pagi dan siang hari, aktivitas fotosintesis vegetasi serta turbulensi udara yang lebih tinggi cenderung menurunkan konsentrasi CO_2 ambien. Pola serupa juga dilaporkan pada penelitian roadside di kawasan perkotaan lainnya, di mana konsentrasi CO_2 berkisar 393–462 ppm (Huboyo et al., 2022).

Selain pengukuran konsentrasi, dilakukan penghitungan volume kendaraan (*traffic counting*) pada setiap sesi. Volume kendaraan tertinggi umumnya terjadi pada pagi dan malam hari, sejalan dengan jam berangkat dan pulang kerja serta aktivitas kuliner. Berdasarkan data volume kendaraan dan formula IPCC (2006) yang telah dijelaskan pada bagian Metode, emisi CO_2 dari aktivitas transportasi dapat dihitung.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa aktivitas transportasi merupakan sumber emisi primer yang dominan di lokasi penelitian. Kontribusi emisi dari kendaraan bermotor (terutama sepeda motor dan mobil penumpang) jauh lebih besar dibandingkan emisi dari penggunaan LPG oleh pedagang kuliner di sekitar kawasan. Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya di lingkungan kampus, di mana aktivitas transportasi menyumbang proporsi terbesar terhadap total jejak karbon (Herawati et al., 2025; Serlina et al., 2024).

Pembahasan

Konsentrasi CO_2 ambien rata-rata sebesar 413,26 ppm menunjukkan bahwa kualitas udara di Jalan Haji Agus Salim masih berada dalam kisaran normal untuk kawasan perkotaan, meskipun sudah dipengaruhi oleh aktivitas antropogenik lokal. Perlu ditekankan bahwa konsentrasi ambien merupakan hasil akumulasi dari berbagai sumber (emisi lokal, transportasi jarak jauh, dan kondisi meteorologi), sehingga tidak dapat secara langsung disamakan dengan nilai jejak karbon (*carbon footprint*) yang dihitung dari data aktivitas. Jejak karbon lebih mencerminkan beban emisi yang dihasilkan oleh aktivitas di lokasi tersebut, sedangkan konsentrasi ambien mencerminkan kondisi kualitas udara yang diterima oleh reseptor.

Tingginya volume kendaraan pada jam puncak berkontribusi terhadap peningkatan konsentrasi CO_2, terutama pada malam hari ketika dispersi terbatas. Kondisi ini memperkuat temuan bahwa sektor transportasi darat merupakan penyumbang utama emisi GRK di kawasan perkotaan Indonesia (Institute for Essential Services Reform, 2023). Dibandingkan dengan studi di Universitas Andalas yang melaporkan total jejak karbon transportasi sebesar 2.221.020 kgCO_2-eq/tahun (Serlina et al., 2024) dan studi di Universitas Batanghari yang juga menunjukkan dominasi emisi transportasi (Herawati et al., 2025), hasil penelitian ini memperkuat pentingnya pengendalian volume kendaraan pribadi di kawasan padat aktivitas seperti Jalan Haji Agus Salim.

Hasil penelitian ini memberikan dasar data bagi Pemerintah Kota Jambi untuk mempertimbangkan kebijakan uji emisi berkala, pembatasan kendaraan pada jam puncak, serta pengembangan jalur pejalan kaki dan transportasi umum di kawasan Tugu Keris Siginjai. Keterbatasan penelitian meliputi: (1) pengukuran konsentrasi hanya dilakukan pada tiga sesi per hari sehingga belum menangkap variasi 24 jam; (2) faktor emisi menggunakan nilai baku IPCC yang mungkin berbeda dengan kondisi lokal; dan (3) pengaruh meteorologi (kecepatan angin, arah angin, dan kelembapan) belum dianalisis secara kuantitatif mendalam.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengukur konsentrasi CO_2 ambien dan mengestimasi emisi dari aktivitas transportasi serta penggunaan LPG di Jalan Haji Agus Salim, Kota Baru, Kota Jambi. Hasil pengukuran menunjukkan rata-rata konsentrasi CO_2 ambien sebesar 413,26 ppm, dengan pola temporal yang cenderung lebih tinggi pada malam hari dibandingkan pagi dan siang hari. Nilai tersebut masih berada dalam kisaran konsentrasi CO_2 ambien kawasan perkotaan, meskipun sudah dipengaruhi oleh aktivitas antropogenik lokal.

Aktivitas transportasi, terutama kendaraan bermotor pribadi (sepeda motor dan mobil penumpang), merupakan kontributor utama terhadap jejak karbon primer di lokasi penelitian. Kontribusi emisi dari penggunaan LPG oleh pedagang kuliner relatif lebih kecil dibandingkan emisi dari kendaraan. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan dominasi sektor transportasi dalam total jejak karbon di lingkungan perkotaan dan kampus (Herawati et al., 2025; Serlina et al., 2024).

Secara keseluruhan, hasil penelitian memberikan gambaran kuantitatif mengenai beban emisi CO_2 dari aktivitas transportasi di kawasan padat aktivitas di Kota Jambi. Data ini dapat menjadi dasar bagi Pemerintah Kota Jambi dalam merumuskan kebijakan pengendalian emisi, seperti penerapan uji emisi berkala, pembatasan kendaraan pada jam puncak, serta pengembangan moda transportasi rendah emisi dan jalur pejalan kaki di sekitar Tugu Keris Siginjai.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperpanjang durasi pengukuran (mencakup variasi 24 jam dan musim berbeda), menggunakan faktor emisi yang lebih spesifik berdasarkan kondisi lokal, serta menganalisis pengaruh parameter meteorologi secara kuantitatif terhadap dispersi CO_2.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik. (2024). *Emisi gas rumah kaca menurut jenis sektor (ribu ton CO2e), 2000–2023*. https://www.bps.go.id

Herawati, P., Riyanti, A., Wiguna, R., & Ilham, M. (2025). Analisis jejak karbon aktivitas pendidikan Universitas Batanghari pada masa pandemi Covid-19. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, *25*(1), 945–953. https://doi.org/10.33087/jiubj.v25i1.6071

Huboyo, H. S., Samadikun, B. P., & Hadiwidodo, M. (2022). Identifying concentration of carbon dioxide at heights of 1.5 m and 15 m in six locations in urban areas. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, *13*(2), 1–9. https://doi.org/10.21771/jrtppi.2022.v13.no2.p1-9

Institute for Essential Services Reform. (2023). *Sektor transportasi sumbang 23 persen emisi gas rumah kaca di Indonesia*. https://iesr.or.id

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). *2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories* (H. S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Eds.). Institute for Global Environmental Strategies. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). *Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157896

Serlina, Y., Putra, F. A., Lestari, R. A., & Bachtiar, V. S. (2024). Analisis jejak karbon dari aktivitas transportasi di Universitas Andalas. *Jurnal Serambi Engineering*, *9*(3), 9889–9897. https://jse.serambimekkah.id/index.php/jse/article/view/329

Wiedmann, T., & Minx, J. (2008). A definition of 'carbon footprint'. In C. C. Pertsova (Ed.), *Ecological economics research trends* (pp. 1–11). Nova Science Publishers.