

## Emisi CO<sub>2</sub> Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode Traffic Counting Di Kawasan Universitas Negeri Surabaya

Ayul Hizbaini<sup>1</sup>, Muzayanah<sup>2</sup>

<sup>12</sup> Program Studi S1 Pendidikan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik,  
Universitas Negeri Surabaya

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received Juli 2026

Revised Juli 2026

Accepted Juli 2026

Available Juli 2026

[ayul.19022@mhs.unesa.ac.id](mailto:ayul.19022@mhs.unesa.ac.id)

*This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.  
Copyright © 2023 by Author. Published by Cahaya Ilmu  
Bangsa Institute*

### ABSTRAK

Peningkatan aktivitas transportasi di kawasan Universitas Negeri Surabaya (UNESA) Ketintang menyebabkan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor yang berpotensi menghasilkan emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) sebagai salah satu gas rumah kaca penyebab pencemaran udara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis kendaraan bermotor yang melintas pada jam-jam sibuk serta memperkirakan besarnya emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan di kawasan UNESA Ketintang. Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan geografi. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan menggunakan metode *traffic counting* pada empat titik pengamatan pada waktu pagi, siang,

sore, dan malam. Perhitungan emisi CO<sub>2</sub> dilakukan berdasarkan faktor emisi IPCC 1996 dan konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total kendaraan yang melintas sebanyak 9.261 kendaraan, terdiri atas 8.437 kendaraan roda dua dan 824 kendaraan roda empat atau lebih. Volume kendaraan tertinggi terjadi pada sore hari sebanyak 3.071 kendaraan, sedangkan volume terendah terjadi pada malam hari sebanyak 1.076 kendaraan. Total emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan mencapai 547.257,27 gram, dengan kontribusi sebesar 381.094,06 gram dari kendaraan roda dua dan 166.163,21 gram dari kendaraan roda empat atau lebih. Kendaraan roda dua menjadi penyumbang emisi CO<sub>2</sub> terbesar karena memiliki jumlah yang paling dominan selama periode pengamatan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam upaya pengelolaan transportasi dan pengendalian emisi di lingkungan kampus.

**Kata Kunci:** *emisi karbon dioksida, kendaraan bermotor, traffic counting, IPCC 1996, UNESA Ketintang*

### ABSTRACT

*The increase in transportation activities in the Ketintang area of Universitas Negeri Surabaya (UNESA) has led to a rise in the number of motor vehicles, which potentially generate carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions as one of the greenhouse gases contributing to air pollution. This study aims to identify the types of motor vehicles passing through the area during peak hours and estimate the amount of CO<sub>2</sub> emissions generated in the UNESA Ketintang area. This study employed a descriptive quantitative method with a geographical approach. Data were collected through field observations using the traffic counting method at four observation points during the morning, afternoon, evening, and night. CO<sub>2</sub> emissions were estimated based on the IPCC 1996 emission factors and motor vehicle fuel consumption data. The results showed that a total of 9,261 vehicles passed through the observation points, consisting of 8,437 two-wheeled vehicles and 824 four-wheeled or larger vehicles. The highest traffic volume was recorded in the evening with 3,071 vehicles, while the lowest was recorded at night with 1,076 vehicles. The total*

\*Corresponding author

E-mail addresses: [ayul.19022@mhs.unesa.ac.id](mailto:ayul.19022@mhs.unesa.ac.id)

*estimated CO<sub>2</sub> emissions reached 547,257.27 grams, comprising 381,094.06 grams from two-wheeled vehicles and 166,163.21 grams from four-wheeled or larger vehicles. Two-wheeled vehicles were identified as the largest contributors to CO<sub>2</sub> emissions due to their dominant proportion in the traffic volume during the observation period. The findings of this study are expected to provide a basis for transportation management and emission control efforts within the university environment.*

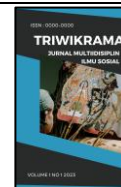
**Keywords:** carbon dioxide emissions, motor vehicles, traffic counting, IPCC 1996, UNESA Ketintang

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan sektor transportasi memberikan kontribusi yang besar terhadap pertumbuhan ekonomi, mobilitas masyarakat, serta peningkatan aksesibilitas antarwilayah. Di sisi lain, peningkatan aktivitas transportasi juga menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan, salah satunya adalah pencemaran udara akibat emisi gas buang kendaraan bermotor. Seiring dengan bertambahnya jumlah kendaraan bermotor dari tahun ke tahun, konsumsi bahan bakar fosil juga mengalami peningkatan yang berdampak pada bertambahnya emisi gas rumah kaca, terutama karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Karbon dioksida merupakan salah satu gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap peningkatan efek rumah kaca, pemanasan global, dan perubahan iklim. Selain itu, tingginya konsentrasi emisi kendaraan bermotor juga berpotensi menurunkan kualitas udara sehingga dapat memberikan dampak negatif terhadap kesehatan manusia maupun kualitas lingkungan.

Transportasi darat menjadi penyumbang emisi karbon dioksida yang cukup besar karena sebagian besar kendaraan bermotor masih menggunakan bahan bakar berbasis fosil. Proses pembakaran bahan bakar menghasilkan berbagai polutan, seperti karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), hidrokarbon (HC), partikulat (PM), serta karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Di antara berbagai jenis emisi tersebut, karbon dioksida menjadi perhatian utama karena jumlahnya paling besar dan berperan langsung terhadap peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer. Menurut Dong et al. (2020), sektor transportasi merupakan salah satu kontributor utama emisi karbon global sehingga diperlukan upaya pengendalian yang berkelanjutan. Sementara itu, Nunes (2023) menjelaskan bahwa peningkatan aktivitas transportasi tanpa diimbangi dengan pengelolaan yang baik akan meningkatkan konsumsi energi dan emisi karbon, khususnya di kawasan perkotaan yang memiliki mobilitas tinggi.

Kawasan pendidikan merupakan salah satu wilayah yang memiliki intensitas pergerakan kendaraan cukup tinggi. Aktivitas akademik yang melibatkan mahasiswa, dosen, tenaga kependidikan, serta masyarakat menyebabkan arus kendaraan meningkat setiap hari, terutama pada jam-jam sibuk. Universitas Negeri Surabaya (UNESA) Kampus Ketintang merupakan salah satu kawasan pendidikan di Kota Surabaya yang memiliki tingkat mobilitas tinggi. Aktivitas perkuliahan, kegiatan administrasi, maupun aktivitas pendukung lainnya menyebabkan kendaraan bermotor terus keluar masuk kawasan kampus sepanjang hari. Kondisi tersebut mengakibatkan volume lalu lintas meningkat sehingga berpotensi menghasilkan emisi karbon dioksida dalam jumlah yang cukup besar. Apabila kondisi ini berlangsung secara terus-menerus tanpa adanya upaya pengelolaan transportasi yang efektif, maka kualitas udara di lingkungan kampus dapat mengalami penurunan.



Besarnya emisi karbon dioksida yang dihasilkan kendaraan bermotor dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain jumlah kendaraan, jenis kendaraan, konsumsi bahan bakar, karakteristik lalu lintas, dan lama waktu kendaraan beroperasi. Semakin tinggi volume kendaraan yang melintas pada suatu kawasan, maka semakin besar pula konsumsi bahan bakar yang digunakan sehingga emisi karbon dioksida yang dihasilkan akan meningkat. Oleh karena itu, pengukuran volume kendaraan menjadi salah satu langkah penting dalam memperkirakan besarnya emisi karbon dioksida yang dihasilkan dari aktivitas transportasi. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam penelitian transportasi adalah *traffic counting*, yaitu metode penghitungan jumlah kendaraan berdasarkan jenis kendaraan dan periode waktu tertentu. Metode ini mampu memberikan gambaran mengenai karakteristik lalu lintas sekaligus menjadi dasar dalam perhitungan emisi kendaraan bermotor.

Berbagai penelitian mengenai emisi karbon dioksida dari sektor transportasi telah banyak dilakukan. Permatasari et al. (2021) menunjukkan bahwa tingginya volume kendaraan bermotor berpengaruh terhadap peningkatan emisi karbon dioksida pada kawasan perkotaan. Lestari et al. (2021) mengkaji hubungan antara emisi karbon dioksida kendaraan bermotor dengan kebutuhan ruang terbuka hijau sebagai penyerap karbon. Penelitian Sudarti et al. (2022) menunjukkan bahwa kendaraan roda dua menjadi penyumbang emisi terbesar karena memiliki jumlah yang lebih dominan dibandingkan jenis kendaraan lainnya. Siregar et al. (2023) juga menjelaskan bahwa peningkatan volume kendaraan bermotor memiliki hubungan yang positif terhadap peningkatan emisi karbon dioksida pada suatu ruas jalan. Selain itu, Ramadhan et al. (2025) menegaskan bahwa pengendalian emisi kendaraan bermotor perlu diimbangi dengan pengelolaan ruang terbuka hijau sebagai salah satu upaya mitigasi pencemaran udara.

Meskipun berbagai penelitian mengenai emisi karbon dioksida telah dilakukan, penelitian yang secara khusus mengkaji estimasi emisi karbon dioksida berdasarkan volume kendaraan bermotor pada kawasan Universitas Negeri Surabaya Kampus Ketintang masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya berfokus pada ruas jalan umum atau kawasan perkotaan, sedangkan kawasan kampus memiliki karakteristik mobilitas yang berbeda karena dipengaruhi oleh aktivitas akademik dan pergerakan civitas akademika. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang mampu memberikan gambaran mengenai karakteristik lalu lintas kendaraan bermotor serta besarnya emisi karbon dioksida yang dihasilkan di kawasan kampus sebagai dasar dalam mendukung pengelolaan transportasi yang lebih ramah lingkungan.

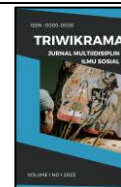
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis kendaraan bermotor yang melintas pada jam-jam sibuk serta memperkirakan besarnya emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang dihasilkan di kawasan Universitas Negeri Surabaya Kampus Ketintang. Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian dilakukan melalui pengamatan volume kendaraan bermotor dan analisis estimasi emisi karbon dioksida berdasarkan pedoman yang digunakan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kontribusi aktivitas transportasi terhadap emisi karbon dioksida di lingkungan kampus serta menjadi bahan pertimbangan dalam penyusunan kebijakan pengelolaan transportasi yang lebih berkelanjutan dan berwawasan lingkungan.

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan geografi. Metode deskriptif kuantitatif digunakan untuk menggambarkan kondisi volume kendaraan bermotor dan

\*Corresponding author

E-mail addresses: [ayul.19022@mhs.unesa.ac.id](mailto:ayul.19022@mhs.unesa.ac.id)



memperkirakan besarnya emisi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang dihasilkan berdasarkan data hasil pengamatan di lapangan. Pendekatan geografi diterapkan untuk mengkaji fenomena transportasi berdasarkan karakteristik lokasi penelitian, sehingga hubungan antara aktivitas kendaraan bermotor dengan potensi emisi karbon dioksida dapat dianalisis secara sistematis.

Penelitian dilaksanakan di kawasan Universitas Negeri Surabaya (UNESA) Kampus Ketintang, Kota Surabaya, Jawa Timur. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada tingginya aktivitas transportasi yang dipengaruhi oleh mobilitas mahasiswa, dosen, tenaga kependidikan, serta masyarakat di sekitar kawasan kampus. Pengumpulan data dilakukan pada hari Senin, 20 April 2026, Rabu, 22 April 2026, dan Jumat, 24 April 2026 yang merupakan hari aktif perkuliahan. Pengamatan dilakukan pada empat periode waktu yang mewakili jam-jam sibuk, yaitu pukul 07.00-08.00 WIB, 12.00-13.00 WIB, 16.00-17.00 WIB, dan 19.00-20.00 WIB. Setiap periode pengamatan berlangsung selama 30 menit pada empat titik pengamatan yang telah ditentukan di kawasan penelitian.

Data yang digunakan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung menggunakan metode *traffic counting* untuk menghitung jumlah kendaraan bermotor yang melintas berdasarkan jenis kendaraan. Kendaraan yang diamati dikelompokkan menjadi kendaraan roda dua dan kendaraan roda empat atau lebih. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari berbagai sumber pustaka yang meliputi faktor emisi karbon dioksida berdasarkan pedoman *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* serta data konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor yang digunakan sebagai dasar dalam perhitungan emisi.

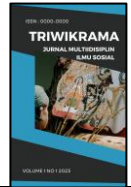
Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif. Data hasil *traffic counting* terlebih dahulu direkapitulasi berdasarkan jenis kendaraan, waktu, dan lokasi pengamatan untuk memperoleh volume kendaraan yang melintas di kawasan Universitas Negeri Surabaya Kampus Ketintang. Selanjutnya, data tersebut digunakan untuk memperkirakan besarnya emisi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dengan mengombinasikan volume kendaraan, konsumsi bahan bakar, dan faktor emisi sesuai pedoman IPCC (1996). Hasil perhitungan kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan diuraikan secara deskriptif untuk menggambarkan karakteristik volume kendaraan serta besarnya emisi karbon dioksida yang dihasilkan pada kawasan penelitian. Hasil analisis tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk mengidentifikasi kontribusi aktivitas transportasi terhadap emisi  $\text{CO}_2$  serta memberikan gambaran mengenai kondisi lingkungan di kawasan kampus.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil

Penelitian ini dilakukan di kawasan Universitas Negeri Surabaya (UNESA) Kampus Ketintang menggunakan metode *traffic counting* untuk memperoleh data jenis dan jumlah kendaraan bermotor yang melintas pada jam-jam sibuk. Pengamatan dilaksanakan pada empat titik pengamatan yang mewakili aktivitas transportasi di kawasan kampus. Data hasil pengamatan kemudian digunakan sebagai dasar untuk menghitung volume kendaraan dan memperkirakan besarnya emisi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor.

Berdasarkan hasil pengamatan, total kendaraan bermotor yang melintas selama periode penelitian mencapai 9.261 kendaraan. Kendaraan tersebut terdiri atas 8.437 kendaraan roda dua dan 824



kendaraan roda empat atau lebih. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kendaraan roda dua merupakan jenis kendaraan yang paling dominan melintasi kawasan penelitian. Dominasi kendaraan roda dua mencerminkan tingginya penggunaan sepeda motor sebagai sarana transportasi utama oleh mahasiswa, dosen, tenaga kependidikan, maupun masyarakat yang beraktivitas di sekitar kawasan Universitas Negeri Surabaya Kampus Ketintang.

Berdasarkan waktu pengamatan, volume kendaraan menunjukkan variasi pada setiap periode. Volume kendaraan tertinggi terjadi pada sore hari dengan jumlah 3.071 kendaraan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sore hari merupakan periode dengan tingkat mobilitas tertinggi karena bertepatan dengan berakhirnya aktivitas perkuliahan, pekerjaan, maupun kegiatan lainnya di lingkungan kampus. Sebaliknya, volume kendaraan terendah terjadi pada malam hari sebanyak 1.076 kendaraan karena aktivitas di kawasan kampus mulai berkurang. Perbedaan jumlah kendaraan pada setiap waktu pengamatan menunjukkan bahwa intensitas lalu lintas sangat dipengaruhi oleh pola aktivitas masyarakat di kawasan penelitian.

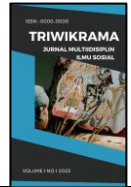
Data volume kendaraan selanjutnya digunakan untuk memperkirakan besarnya emisi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) menggunakan faktor emisi IPCC (1996) dan data konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa total emisi karbon dioksida yang dihasilkan selama periode pengamatan mencapai 547.257,27 gram  $\text{CO}_2$ . Kendaraan roda dua menghasilkan emisi sebesar 381.094,06 gram  $\text{CO}_2$ , sedangkan kendaraan roda empat atau lebih menghasilkan emisi sebesar 166.163,21 gram  $\text{CO}_2$ . Hasil tersebut menunjukkan bahwa kendaraan roda dua memberikan kontribusi emisi terbesar terhadap total emisi karbon dioksida di kawasan penelitian.

## Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kendaraan roda dua merupakan jenis kendaraan yang paling dominan melintasi kawasan Universitas Negeri Surabaya Kampus Ketintang. Tingginya penggunaan kendaraan roda dua berkaitan dengan karakteristik kawasan kampus yang didominasi oleh mahasiswa. Sepeda motor menjadi pilihan utama karena lebih praktis, memiliki biaya operasional yang relatif rendah, mudah digunakan pada kondisi lalu lintas yang padat, serta memudahkan mobilitas dari dan menuju kawasan kampus. Dominasi kendaraan roda dua tersebut menyebabkan volume kendaraan menjadi sangat tinggi, terutama pada jam-jam sibuk ketika aktivitas perkuliahan dimulai maupun berakhir.

Perbedaan volume kendaraan berdasarkan waktu pengamatan menunjukkan adanya pola mobilitas yang berbeda pada setiap periode. Volume kendaraan yang tinggi pada sore hari menggambarkan meningkatnya aktivitas keluar dari kawasan kampus setelah proses pembelajaran dan aktivitas administrasi selesai. Sebaliknya, pada malam hari jumlah kendaraan mengalami penurunan karena sebagian besar aktivitas kampus telah berakhir. Kondisi ini menunjukkan bahwa perubahan pola aktivitas masyarakat secara langsung memengaruhi kepadatan lalu lintas di kawasan penelitian. Semakin tinggi aktivitas yang berlangsung pada suatu waktu, semakin besar pula volume kendaraan yang melintas.

Hasil estimasi emisi karbon dioksida menunjukkan bahwa kendaraan roda dua menghasilkan emisi terbesar dibandingkan kendaraan roda empat atau lebih. Besarnya emisi kendaraan roda dua dipengaruhi oleh jumlah kendaraan yang sangat dominan selama pengamatan. Meskipun emisi yang dihasilkan setiap kendaraan roda empat relatif lebih besar karena konsumsi bahan bakarnya



lebih tinggi, jumlah kendaraan roda empat atau lebih yang jauh lebih sedikit menyebabkan total emisi kelompok kendaraan tersebut masih berada di bawah kendaraan roda dua. Temuan ini menunjukkan bahwa besarnya emisi karbon dioksida pada suatu kawasan tidak hanya dipengaruhi oleh karakteristik kendaraan, tetapi juga oleh jumlah kendaraan yang beroperasi.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Sudarti (2022) yang menyatakan bahwa kendaraan roda dua merupakan salah satu penyumbang emisi karbon dioksida terbesar pada sektor transportasi karena memiliki populasi yang lebih dominan dibandingkan jenis kendaraan lainnya. Selain itu, hasil penelitian juga mendukung temuan Siregar (2023) yang menjelaskan bahwa peningkatan volume kendaraan bermotor berbanding lurus dengan peningkatan emisi karbon dioksida. Semakin tinggi volume lalu lintas kendaraan pada suatu kawasan, maka semakin besar pula emisi karbon dioksida yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor.

Besarnya emisi karbon dioksida yang dihasilkan di kawasan Universitas Negeri Surabaya Kampus Ketintang menunjukkan bahwa aktivitas transportasi menjadi salah satu sumber emisi yang perlu diperhatikan. Karbon dioksida merupakan gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap peningkatan efek rumah kaca dan perubahan iklim. Apabila jumlah kendaraan bermotor terus meningkat tanpa adanya upaya pengendalian, maka emisi karbon dioksida yang dihasilkan juga akan meningkat sehingga berpotensi menurunkan kualitas udara di lingkungan kampus. Oleh karena itu, pengelolaan transportasi menjadi salah satu langkah penting dalam mendukung terciptanya kampus yang berkelanjutan.

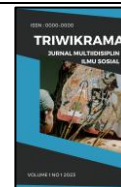
Beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi emisi karbon dioksida di kawasan kampus antara lain meningkatkan penggunaan transportasi umum, mendorong penerapan sistem berbagi kendaraan (*carpooling*), menyediakan fasilitas yang lebih baik bagi pejalan kaki dan pesepeda, serta memperluas ruang terbuka hijau sebagai penyerap karbon. Selain itu, penerapan kebijakan pembatasan penggunaan kendaraan pribadi pada waktu tertentu juga dapat menjadi alternatif dalam mengurangi kepadatan lalu lintas dan emisi kendaraan bermotor. Dengan adanya berbagai upaya tersebut, diharapkan emisi karbon dioksida yang dihasilkan dari aktivitas transportasi di kawasan Universitas Negeri Surabaya Kampus Ketintang dapat dikurangi sehingga kualitas lingkungan kampus menjadi lebih baik dan mendukung pembangunan yang berkelanjutan.

#### **4. KESIMPULAN DAN SARAN**

##### **Kesimpulan**

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi jenis kendaraan bermotor yang melintas pada jam-jam sibuk sekaligus memperkirakan besarnya emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang dihasilkan di kawasan Universitas Negeri Surabaya (UNESA) Ketintang. Hasil traffic counting menunjukkan bahwa selama periode pengamatan terdapat 9.261 kendaraan bermotor yang melintas, terdiri atas 8.437 kendaraan roda dua dan 824 kendaraan roda empat atau lebih. Volume kendaraan tertinggi terjadi pada sore hari dengan jumlah 3.071 kendaraan, sedangkan volume kendaraan terendah terjadi pada malam hari sebanyak 1.076 kendaraan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa aktivitas transportasi di kawasan kampus mengalami peningkatan pada waktu-waktu tertentu yang berkaitan dengan mobilitas civitas akademika dan masyarakat di sekitar kampus.

Berdasarkan perhitungan menggunakan faktor emisi IPCC (1996) dan data konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor, total emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang dihasilkan mencapai 547.257,27



gram. Kendaraan roda dua memberikan kontribusi emisi terbesar, yaitu sebesar 381.094,06 gram CO<sub>2</sub>, sedangkan kendaraan roda empat atau lebih menghasilkan emisi sebesar 166.163,21 gram CO<sub>2</sub>. Besarnya kontribusi kendaraan roda dua dipengaruhi oleh jumlahnya yang jauh lebih dominan dibandingkan kendaraan roda empat atau lebih. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan volume kendaraan bermotor berbanding lurus dengan peningkatan emisi karbon dioksida, sehingga aktivitas transportasi di kawasan UNESA Ketintang menjadi salah satu sumber emisi yang perlu mendapat perhatian dalam upaya menjaga kualitas udara dan mewujudkan lingkungan kampus yang berkelanjutan.

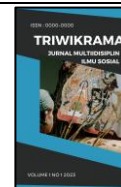
## Saran

Berdasarkan hasil penelitian, Universitas Negeri Surabaya diharapkan dapat menerapkan kebijakan transportasi yang lebih ramah lingkungan, seperti mendorong penggunaan transportasi umum, kendaraan rendah emisi, sistem berbagi kendaraan (carpooling), serta meningkatkan fasilitas bagi pejalan kaki dan pesepeda untuk mengurangi ketergantungan terhadap kendaraan bermotor. Selain itu, penambahan dan pemeliharaan ruang terbuka hijau di kawasan kampus juga perlu ditingkatkan sebagai salah satu upaya mendukung penyerapan karbon dioksida dan menjaga kualitas lingkungan.

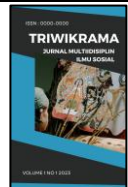
Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk melakukan pengamatan dengan periode yang lebih panjang, melibatkan lebih banyak titik pengamatan, serta mempertimbangkan variabel lain, seperti jenis bahan bakar, kecepatan kendaraan, kondisi lalu lintas, dan faktor meteorologi. Dengan demikian, hasil estimasi emisi karbon dioksida yang diperoleh dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif dan mendukung penyusunan strategi pengendalian emisi kendaraan bermotor secara lebih efektif.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

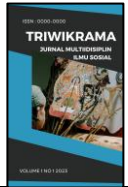
- Abae, I., & Royali, A. S. (2025). *Ekonomi Regional: Dinamika Ketimpangan, Integrasi Daerah, dan Inovasi Daerah*. CV Detak Pustaka.
- Alamsyah, S. A., Nurdin, A., & Said, Y. M. (2022). Pengaruh Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) terhadap Derajat Kejenuhan dan Kecepatan pada Jalan Kol. Polisi M. Taher Kota Jambi. *Jurnal talenta sipil*, 5(1), 64-71.
- Bunyamin, B., Kurniasari, F. D., Hady, M., Pramanda, H., & Idroes, I. (2023). Peran Masyarakat dalam Rangka Mengatasi Pemanasan Global. *Ikhlas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 1-7.
- Dong, K., Hochman, G. & Timilsina, G. R., (2020). Do drivers of CO<sub>2</sub> emission growth alter overtime and by the stage of economic development?. *Energy Policy*, Volume 140, pp. 1-12.
- Faradila, I., & Puspito, I. H. (2022). Analisis Kinerja Ruas Jalan Perkotaan Menggunakan MKJI 1997. *Jurnal Artesis*, 2(1), 40-45.
- Fardhilah, N. (2020). *Memahami Unsur, Senyawa, dan Campuran*. Alprin.
- Ghosh, S. K. & Ghosh, B. K., (2020). Fossil Fuel Consumption Trend and Global Warming Scenario: Energy Overview. *Global Journal of Engineering Sciences*, 5(2), pp. 1-5.



- Gunawan, S., Hasan, H., & Lubis, R. D. W. (2020). Pemanfaatan adsorben dari tongkol jagung sebagai karbon aktif untuk mengurangi emisi gas buang kendaraan bermotor. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(1), 38-47.
- Hasan, N., & Ibrahim Fattah, R. (2020). Analisis Pencemaran Udara Akibat Pabrik Aspal Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara. *Madani Legal Review*, 4(2), 108-123.
- Hasugian, I. S., Kurniawan, E., & Purwitasari, D. (2024). Rancang Bangun Sistem Keselamatan terhadap Gas CO<sub>2</sub> dalam Ruang Penyimpanan Tabung Gas CO<sub>2</sub> Menggunakan Raspberry Pi Pico W. *Ocean Engineering: Jurnal Ilmu Teknik dan Teknologi Maritim*, 3(3), 81-108.
- Hayyi, A. A., Apriani, L., & Tisnasendjaja, A. R. (2023). *Dinamika Pencemaran Udara: Studi Kasus Konsentrasi NO<sub>2</sub> dan CO Di Wilayah Bandung Raya (2018-2022) dengan Penggunaan Google Earth Engine*. MEGA PRESS NUSANTARA.
- Kania, D. D., Arubusman, D. A., & Sari, M. (2022). Sektor Penerbangan Global dalam Isu Perubahan Iklim: Dampak dan Mitigasinya. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTRANSLOG)*, 8(2), 133-154.
- Lestari, W. O. D. M., Hajji, A. M., & Yulistyorini, A. (2021). Kebutuhan RTH Untuk Menyerap Emisi CO<sub>2</sub> Kendaraan Bermotor Pada Kawasan Jembatan Teluk Kendari. *Jurnal Teknik Sipil*, 16(3), 197-209.
- Maksum, T. S., & KM, S. (2022). Epidemiologi Dan Ekologi Dalam Kesehatan Lingkungan. *Kesehatan Lingkungan Dan Lingkungan Hidup*, 33.
- Momon, & Astuti, D. (2020). Strategi Penurunan Emisi Gas Buang Kendaraan Di Kota Padang. *Jurnal Kebijakan Pembangunan*, 15(1), 1- 10.
- Nunes, L. J. R., (2023). The Rising Threat of Atmospheric CO<sub>2</sub>: A Review on the Causes, Impacts, and Mitigation Strategies. *Environments*, 10(4), pp. 1-22.
- Oktaviani, A., & Hustinawati, H. (2021). Prediksi rata-rata zat berbahaya di dki jakarta berdasarkan indeks standar pencemar udara menggunakan metode long short-term memory. *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, 26(1), 41-55.
- Pereira, G., Bell, M. L., Honda, Y., Lee, J. T., Morawska, L., & Jalaludin, B. (2021). Energy transitions, air quality and health. *Environmental Research Letters*, 16(2), 020202.
- Permatasari, F. D., Hadisusanto, S., & Haryono, E. (2021). Emisi CO<sub>2</sub> Kendaraan Bermotor Periode Kebijakan Pembatasan Sosial Berskala Besar (Studi Kasus: Ruas Jalan Di Jakarta Pusat). *Ecolab*, 15(1), 31-44.
- Purnaman, S. M. N., Basru, A. M. F. R., Ittaqullah, N., & Damau, U. O. (2024). Analisis Potensi Pajak Karbon Pada Kendaraan Bermotor Di Kota Kendari. *Jurnal Akuntansi dan Keuangan*, 9(2), 570-579.
- Rachmayanti, L. & Mangkoedihardjo, S., 2020. Evaluasi dan Perencanaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) Berbasis Serapan Emisi Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) di Zona Tenggara Kota Surabaya (Studi Literatur dan Kasus). *Jurnal Teknik ITS*, 9(2), pp. 107-114.



- Rahman, L., & Razif, M. (2022). Tabulasi Gas Rumah Kaca Kota Kediri. In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*.
- Ramadhan, F., Purnomo, Y. S., & Jawwad, M. A. S. (2025). Analisis Timbulan Emisi Karbon Dioksida Area Kampus UPN "Veteran" Jawa Timur. *Jurnal Serambi Engineering*, 10(1).
- Ramadhan, M. A. H., & Hartono, B. (2020). Kejadian Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) Pada Pengendara Ojek Online di Kota Bogor dan Kota Depok Tahun 2018 (Studi Kasus Pencemaran Udara). *Jurnal Nasional Kesehatan Lingkungan Global*, 1(1), 1-9.
- Rumselly, K. U., Peluw, Z., & Jusuf, A. (2024). Tinjauan Parameter Temperatur, Kecepatan Angin dan Nitrogen Dioksida (No<sub>2</sub>) di Terminal Mardika Kota Ambon. *Jurnal Ventilator*, 2(4), 246-264.
- Saidal Siburian, M. M., & Mar, M. (2020). *Pencemaran Udara dan Emisi Gas Rumah Kaca*. Kreasi Cendekia Pustaka.
- Saksono, P., Sudikna, B. A., Ferdnian, M., & Sidabutar, S. N. (2025). Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Emisi Gas Buang Injection Otto Engine System. *Journal of Applied Mechanical Engineering and Renewable Energy*, 5(1), 43-50.
- Saputri, R. E., Senoaji, G., & Hidayat, M. F. (2022). Estimasi Serapan dan Emisi Karbon Dioksida dari Sektor Rumah Tangga di Desa Tanjung Harapan Jaya Kabupaten Bengkulu Utara Propinsi Bengkulu. *Journal of Global Forest and Environmental Science*, 2(1), 51-60.
- Sari, I. P., Siahaan, J., & Swandito, A. (2022). Sosialisasi Seminar Pengendalian Polusi Udara. *EUNOIA: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 56-62.
- Sari, S. H. J., Yona, D., Aliviyanti, D., Asadi, M. A., & Yanuar, A. T. (2023). *Oseanografi Kimia*. Universitas Brawijaya Press.
- Siburian, S. (2020). *Pencemaran Udara dan Emisi gas Rumah Kaca*. Penerbit Kreasi Cendekia Pustaka.
- Siregar, Z. G. T., Putri, R. A., Fitri, R. N., Abdullatif, M., Sianipar, R. J., Fariz, T. R., & Jabbar, A. (2023). Potensi Emisi CO<sub>2</sub> dari Kendaraan Bermotor Di Kawasan Universitas Negeri Semarang. *KURVATEK*, 8(1), 55-62.
- Sofyan, Y., Rachman, M., & Kosasih, D. P. (2020). Pengaruh Penggunaan Alat Penghemat BBM Terhadap Konsumsi Bahan Bakar, Torsi Serta Daya Sepeda Motor Matic 150 CC. *MESA (Teknik Mesin, Teknik Elektro, Teknik Sipil, Teknik Arsitektur)*, 4(1), 50-58.
- Sudarti, S., Yushardi, Y., & Kasanah, N. (2022). Analisis potensi emisi CO<sub>2</sub> oleh berbagai jenis kendaraan bermotor di jalan raya Kemantren kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 9(2), 70-75.
- Sudarwanto, H. W., Utami, I. W., Asmoro, R., & Wulandari, A. A. (2020). Bahaya emisi gas buang kendaraan berbahan bakar bensin dan menumbuhkan lingkungan hijau di perkotaan.
- Sukawati, N. K. S. A., Suryadarmawan, I. G. A. G., Yoga, I. W. G. D., & Windisari, N. K. A. (2024). Perhitungan Prosentase Kelulusan Emisi Gas Buang Terhadap Kendaraan Bermotor Roda 4 dengan Bahan Bakar Bensin. *Jurnal Ilmiah Kurva Teknik*, 13(2), 148-154.



---

Sunarti, Sunaryo, F. K., Prasetyo, B. E., Kurniadi, C. B., Setiadi, I., Rabbani, Q., Fajarwati, P. A., & Hernawati, S. (2020). Inventarisasi Emisi GRK Bidang Energi. Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Energi Tahun 2020, v.