

Analisis Pengaruh Kepadatan Kendaraan Terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di Kota Makassar

Ahmad Rahman^{1*}, Sattar Yunus², Sulaiman Borahima³

¹ Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia.

^{2,3} Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia.

* Penulis Korespondensi.

J-MOVE
JURNAL TEKNIK MESIN



Riwayat Artikel

Diterima: 25 Januari 2026
Selesai Revisi: 27 Februari 2026
Disetujui: 13 Maret 2026
Tersedia daring: 15 Maret 2026

Alamat E-mail

¹ ahmadjie51@gmail.com
² sattar.teknik@umi.ac.id
³ sulaiman.borahima@umi.ac.id

Abstrak

Mobilisasi dari suatu tempat ke tempat lain menggunakan alat transportasi kian dibutuhkan untuk menunjang kehidupan manusia. Namun, sektor transportasi merupakan penyumbang terbesar emisi gas buang yang disebabkan karena adanya peningkatan pemakaian kendaraan bermotor yang meningkat dari tahun ke tahun. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kualitas udara akibat pengaruh kepadatan bermotor dengan menggunakan alat pengambilan sampel gas yaitu *IMPINGER* dan partikel yaitu *HVAS*. Pengambilan data bersamaan dengan data jumlah kendaraan dengan rentang interval waktu 1 jam tiap lokasi penelitian yaitu Jalan Simpang Lima Bandara, Jalan Sultan Alauddin dan Jalan Andi Pangeran Pettarani. Berdasarkan Hasil Penelitian menyatakan bahwa Konsentrasi Gas CO pada beberapa ruas jalan Kota Makassar masih berada di batas aman dengan Standar Baku Mutu Udara Ambien Nasional. Rata-rata kepadatan kendaraan terbanyak di Jalan A.P Pettarani dan jumlah rata-rata kendaraan paling sedikit di Jalan Simpang Lima Bandara. Rata-rata kadar SO₂ adalah 43,86 µg/Nm³, rata-rata kadar CO adalah 461,96 µg/Nm³. Ada hubungan kepadatan Kendaraan dengan konsentrasi gas CO, di beberapa ruas Jalan Kota Makassar dengan rata – rata nilai koefisien determinasi, CO sebesar 90,3%.

Kata kunci: Kepadatan kendaraan, Kualitas udara, *Impinger*, *HVAS*.

Abstract

Mobilization from one place to another using means of transportation is increasingly needed to support human life. However, the transportation sector is the most significant contributor to exhaust gas emissions caused by the increase in the use of motor vehicles, which increases from year to year. The study aims to determine the level of air quality due to the influence of motor density by using gas sampling tools, namely IMPINGER, and particles, namely HVAS. Data collection was taken together with data on the number of vehicles with a time interval of 1 hour for each research location, namely Jalan Simpang Lima Bandara, Jalan Sultan Alauddin, and Jalan Andi Pangeran Pettarani. Based on the results of the study, it is stated that the concentration of CO Gas on several roads in Makassar City is still within safe limits with the National Ambient Air Quality Standards. The average density of vehicles is the highest on Jalan A.P. Pettarani and the lowest average number of vehicles on Jalan Simpang Lima Bandara. The average SO₂ level is 43.86 µg/Nm³, and the average CO level is 461.96 µg/Nm³. There is a relationship between vehicle density and CO gas concentration on several sections of Makassar City Road, with an average determination coefficient value of CO of 90.3%.

Keywords: Vehicle density, Air quality, *Impinger*, *HVAS*.

1. PENDAHULUAN

Mobilisasi dari suatu tempat ke tempat lain menggunakan alat transportasi kian dibutuhkan untuk menunjang kehidupan manusia. Namun, sektor transportasi merupakan penyumbang terbesar emisi gas buang yang disebabkan karena adanya peningkatan pemakaian kendaraan bermotor yang signifikan (Zahra, 2017). Oleh sebab itu dengan adanya kenaikan tren pertumbuhan kendaraan bermotor ini seharusnya sudah menjadi tanggung jawab setiap individu untuk lebih bijak dalam menggunakan kendaraan bermotor, selain itu diperlukan peran serta dari instansi terkait seperti

kementerian perindustrian dan perdagangan untuk dapat mendisiplinkan sekaligus memperketat kebijakan dalam produksi otomotifnya (Priyambodo, 2018). Penggunaan bahan bakar minyak untuk mesin-mesin penggerak kendaraan bermotor salah satunya menimbulkan emisi karbon monoksida. Gas karbon monoksida yang masuk ke udara 75 % berasal dari sektor transportasi (Damara, Wardhana, & Sutrisno, 2017).

Daerah yang berpotensi makin bertambahnya polutan adalah perkotaan. Aktivitas di kota yang lebih banyak dibandingkan di daerah pedesaan baik dari sisi transportasi maupun industri yang merupakan

penyumbang polutan terbanyak merupakan salah satu penyebabnya.

Kota Makassar adalah salah satu dari empat pusat pertumbuhan utama di Indonesia, bersama dengan kota lainnya. Dengan memiliki wilayah seluas 175,77 km² dan jumlah penduduk lebih dari 1,5 juta jiwa, kota ini berada di urutan ketujuh kota terbesar di Indonesia (Bappenas, 2022).

Menurut data badan pusat statistik jumlah kendaraan bermotor tercatat Perkembangan jumlah sepeda motor dengan berbagai merek berjumlah 115.023.039 unit, mobil penumpang berjumlah 15.797.746 unit, mobil bis berjumlah 233.261 unit, mobil barang berjumlah 5.083.405 unit, (BPS, 2020).

2. KAJIAN PUSTAKA

Emisi adalah zat, energi dan/atau komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk dan/atau dimasukkannya ke dalam udara ambien yang mempunyai dan/atau tidak mempunyai potensi sebagai unsur pencemar. Emisi transportasi adalah pancaran atau pelepasan gas buang yang berasal dari sektor transportasi. Gas buang yang dimaksud adalah gas buang yang berasal dari kendaraan bermotor yang dipancarkan atau diemisikan ke udara ambien.

Emisi gas buang kendaraan bermotor diukur dalam gram per kendaraan per km dari suatu perjalanan dan terkait dengan beberapa faktor seperti tipe kendaraan, umur kendaraan, ambang temperatur dan ketinggian. Kendaraan dengan usia dan jenis bahan bakar yang berbeda akan menghasilkan kadar emisi yang berbeda juga (Zahra, 2017). Sumber emisi gas buang dari proses pembakaran bahan bakar motor menghasilkan gas buang yang secara teoritis mengandung unsur H₂O (air), HC(hidro karbon), gas CO (karbon monoksida), CO₂ (karbon dioksida), dan NO_x (senyawa nitrogen oksida), NO₂ (nitrogen dioksida), SO₂ (sulfur dioksida) dan partikulat debu termasuk timbal (Pb) (Zahra, 2017). Kendaraan bermotor dapat meningkatkan kadar partikular debu yang berasal dari permukaan jalan, komponen ban dan rem.

Karbon monoksida merupakan suatu gas yang terdapat di alam sebagai hasil akhir dari pembakaran yang tidak sempurna, dengan karakteristik tidak berasa, tidak berwarna, serta tidak berbau. Konsentrasi karbon monoksida di udara sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti kecepatan emisi, kecepatan dispersi hingga pembersihan CO dari udara. Untuk kecepatan dispersi sendiri juga dipengaruhi oleh beberapa faktor yang disebut faktor meteorologi, yang terdiri seperti turbulensi udara, stabilitas atmosfer, arah dan kecepatan angin. Faktor meteorologi udara di perkotaan memiliki gerakan udara yang terbatas karena padatnya kendaraan yang bergerak, oleh karena itu potensi timbulnya Karbon Monoksida semakin besar (Prabowo & Muslim, 2018).

3. METODOLOGI

Prosedur Pengambilan sampel CO merujuk pada Standar Nasional Indonesia No. SNI 7119.10:2011.

3.1. Peralatan

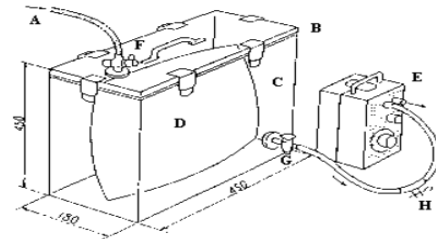
Peralatan yang digunakan antara lain:

- Kantong pengumpul contoh uji Konsentrasi ; dan
- Alat ukur Konsentrasi dengan detektor NDIR.

3.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam metode ini adalah:

- Gas nol (zero gas) : N₂ atau He berisi kurang dari 0,1 ppm
- Gas rentang induk : gas standar CO, untuk skala penuh 80 % digunakan untuk kalibrasi rentang instrumen; dan
- Gas rentang kerja : gas standar yang diperlukan untuk uji linieritas dengan rentang 10 %; 20 %; 50 % dan 80 % dari skala penuh.



Gambar 1. Impinger

Keterangan Gambar:

- Aliran udara masuk;
- Kotak hampa udara (vakum);
- Pompa vakum;
- Kran buka tutup Tedlar bag;
- Ruang vakum;
- Kran Pengatur
- Kran Pengatur Vakum
- Kran pengatur laju alir.

3.3. Perhitungan

Konsentrasi gas CO dibaca langsung dari pencatat (*recorder*) dengan satuan ppm. Konversi ke satuan µg/Nm³

$$C_2(\mu\text{g}/\text{Nm}^3) = \frac{C_1(\text{ppm}) \times \text{BM}}{22,4} \times 1000 \quad (1)$$

dengan,

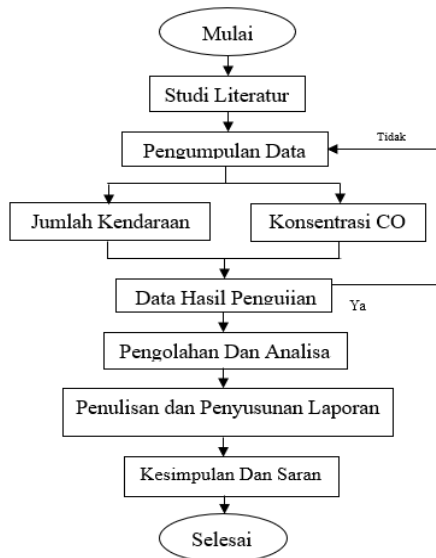
C₂ = konsentrasi CO dalam udara ambien (µg/Nm³);

C₁ = konsentrasi CO dalam udara ambien (ppm);

BM = berat molekul CO

22,4 = volume gas pada kondisi normal 25°C, 760 mmHg

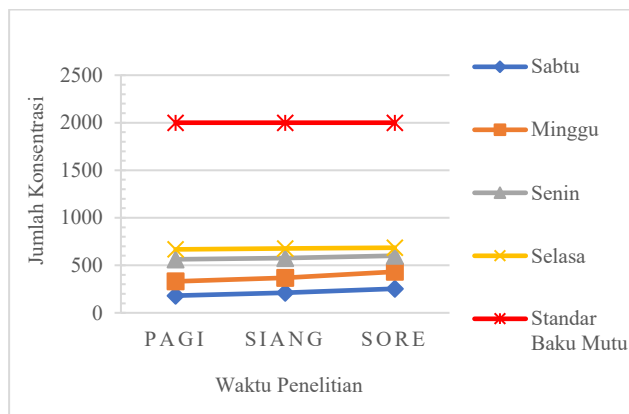
$$\begin{aligned} \text{CO Titik 1} &= \frac{4^{\text{ppm}} \times \text{BM}}{24,45} \times 1000 \\ &= 4,581 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \end{aligned}$$



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian / *flowchart*

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan persentase grafik bahwa seluruh lokasi sampling dengan nilai konsentrasi Karbon Monoksida masih berada di batas aman dengan standar baku mutu yaitu $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dapat dilihat dari nilai grafiknya yang berada ada di bawah tanda garis berwarna merah yang terkhusus pada konsentrasi karbon monoksida karena berada jauh dibawah standar baku mutu maka nilai batas aman pada grafik berada pada $2000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021.



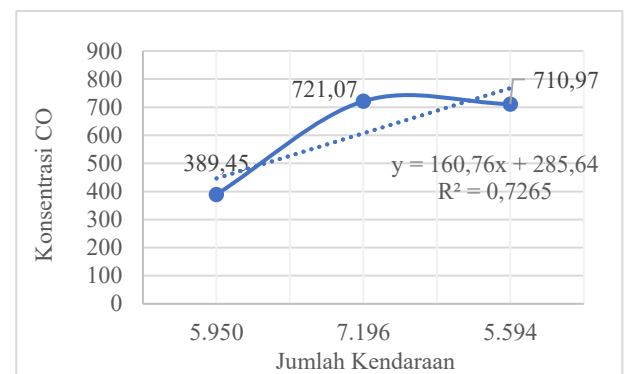
Gambar 3. Hubungan Antara Waktu Penelitian Dan Jumlah Konsentrasi CO

Berdasarkan penelitian pengukuran konsentrasi karbon monoksida dengan variasi waktu dan lokasi Sampling secara keseluruhan yang terdapat pada Gambar 3 diketahui jika nilai rata rata konsentrasi tertinggi pada ketiga titik lokasi tepatnya pada hari Selasa sore dengan nilai rata rata konsentrasi sebesar $684,97 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan nilai rata rata konsentrasi terendah secara keseluruhan terjadi pada hari Sabtu pagi dengan nilai rata rata konsentrasi sebesar $180,69 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Hubungan Konsentrasi Parameter CO Dengan Kepadatan Kendaraan.

4.1. Jalan Simpang Lima Bandara

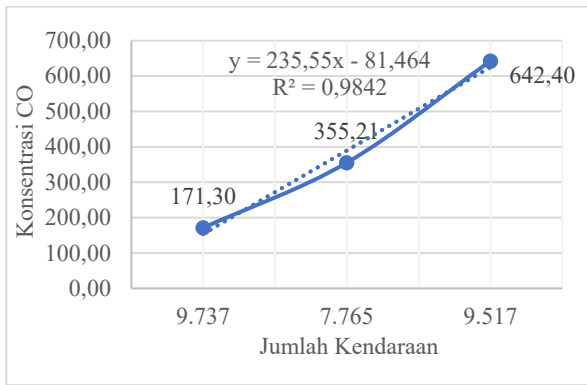
Berdasarkan Gambar 4, hasil analisa penelitian pada jalan Simpang Lima bandara, dengan nilai rata-rata pada pagi hari (07.30-08.30) jumlah kendaraan sebesar 5.950 unit/hari dan konsentrasi CO sebesar $389,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$, di siang hari (13.30-14.30) Jumlah kendaraan naik sebesar 7.196 unit/hari dan konsentrasi CO sebesar $721,07 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dan sore hari (17.30-18.30) Jumlah kendaraan turun sebesar 5.594 unit/hari konsentrasi SO_2 sebesar $710,97 \mu\text{g}/\text{m}^3$. menyatakan persamaan regresi linear sederhana pada hubungan satu variabel bebas/ *predictor* (X) adalah Jumlah Kendaraan dan variabel terikat/*predictor* (Y) adalah Konsentrasi SO_2 , menghasilkan persamaan $Y = 160,76X + 285,64$. Nilai koefisien determinasi berganda (R^2) yang didapatkan menyatakan bahwa jumlah kendaraan mempengaruhi konsentrasi CO yaitu sebesar $R^2 = 0,7265$ hal ini menunjukkan bahwa semua variabel secara simultan memiliki pengaruh sebesar 72,7 % sedangkan sisanya sebesar 27,3% dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak diuji dalam penelitian.



Gambar 4. Hubungan Jumlah Kendaraan Dengan Konsentrasi CO Pada Jalan Simpang Lima Bandara

4.2. Jalan Sultan Alauddin

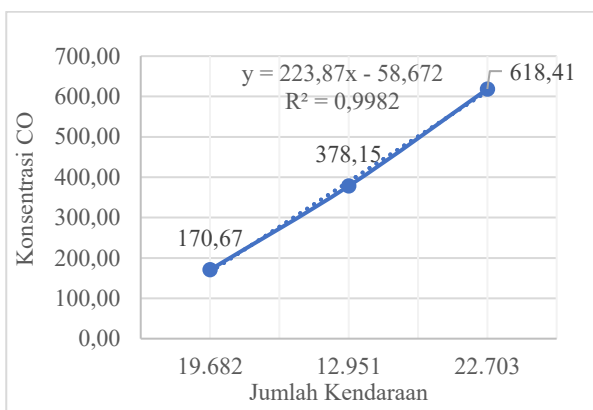
Berdasarkan Gambar 5, hasil analisa penelitian pada jalan Sultan Alauddin, dengan nilai rata-rata pada pagi hari (07.30-08.30) jumlah kendaraan sebesar 9.737 unit/hari dan konsentrasi CO sebesar $171,30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, di siang hari (13.30-14.30) Jumlah kendaraan naik sebesar 7.765 unit/hari dan konsentrasi CO sebesar $355,21 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dan sore hari(17.30-18.30) Jumlah kendaraan turun sebesar 9.517 unit/hari konsentrasi CO sebesar $642,40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. menyatakan persamaan regresi linear sederhana pada hubungan satu variabel bebas/ *predictor* (X) adalah Jumlah Kendaraan dan variabel terikat/*predictor* (Y) adalah Konsentrasi CO, menghasilkan persamaan $Y = 235,55X - 81,464$. Nilai koefisien determinasi berganda (R^2) yang didapatkan menyatakan bahwa jumlah kendaraan sangat mempengaruhi konsentrasi CO yaitu sebesar $R^2 = 0,9842$ hal ini menunjukkan bahwa semua variabel secara simultan memiliki pengaruh sebesar 98,4% sedangkan sisanya sebesar 01,6% dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak diuji dalam penelitian.



Gambar 5. Grafik Hubungan Jumlah Kendaraan Dengan Konsentrasi CO Pada Jalan Sultan Alauddin

4.3. Jalan AP.Pettarani

Berdasarkan Gambar 6, hasil analisa penelitian pada jalan A.P Pettarani, dengan nilai rata-rata pada pagi hari (07.30-08.30) jumlah kendaraan sebesar 19.682 unit/hari dan konsentrasi CO sebesar 170,67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, di siang hari (13.30-14.30) Jumlah kendaraan naik sebesar 12.951 unit/hari dan konsentrasi CO sebesar 378,15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dan sore hari (17.30-18.30) Jumlah kendaraan turun sebesar 22.703 unit/hari konsentrasi CO sebesar 618,41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. menyatakan persamaan regresi linear sederhana pada hubungan satu variabel bebas/ *predictor* (X) adalah Jumlah Kendaraan dan variabel terikat/*predictor* (Y) adalah Konsentrasi CO, menghasilkan persamaan $Y = 223,87X - 58,672$. Nilai koefisien determinasi berganda (R^2) yang didapatkan menyatakan bahwa jumlah kendaraan sangat mempengaruhi konsentrasi CO yaitu sebesar $R^2 = 0,9982$ hal ini menunjukkan bahwa semua variabel secara simultan memiliki pengaruh sebesar 99,8 % sedangkan sisanya sebesar 0,2 % dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak diuji dalam penelitian.



Gambar 6. Grafik Hubungan Jumlah Kendaraan Dengan Konsentrasi CO Pada Jalan A.P Pettarani

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- Jumlah kendaraan pada ketiga ruas Jalan Kota Makassar dibedakan pada pagi hari berada pada kisaran rata-rata 11.789 unit/hari Rata-rata kepadatan kendaraan, pada Siang Hari berada pada kisaran rata-rata 9.304 unit/hari dan Sore Hari berada pada kisaran

rata-rata 2.604 unit/hari. Rata-rata kepadatan kendaraan terbanyak di Jalan A.P Pettarani dan jumlah rata-rata kendaraan paling sedikit di Jalan Simpang Lima Bandara.

- Kadar karbon monoksida (CO) menunjukkan rentang rata-rata antara 180,61 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ – 684,97,08 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Rata-rata kadar CO udara ambien adalah 461,96 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan nilai tertinggi berada pada Jalan Simpang Lima Bandara dan terendah di Jalan A.P Pettarani.
- Berdasarkan hasil penelitian menyatakan bahwa seluruh konsentrasi gas pada beberapa ruas jalan Kota Makassar masih berada di batas aman dengan Standar Baku Mutu Udara Ambien Nasional.
- Ada hubungan kepadatan Kendaraan dengan konsentrasi gas CO, di beberapa ruas Jalan Kota Makassar dengan rata – rata nilai koefisien determinasi SO_2 sebesar 84%, CO sebesar 90,3%, dan 9,7% dipengaruhi oleh variabel lainnya.

5.2. Saran

- Rutin melakukan perawatan dan pengecekan kondisi kendaraan bermotor.
- Menggunakan bahan bakar minyak dengan angka oktan tinggi untuk mesin bensin, dan bahan bakar minyak dengan angka cetane tinggi untuk mesin diesel.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk variabel lain yang mempengaruhi nilai konsentrasi di ruas jalan kota Makassar seperti faktor meteorologi yang berpengaruh terhadap nilai konsentrasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainul Ghurri, S. T., M. T., Ph. D. (2016). *Pedoman praktikum emisi gas buang*. Universitas Udayana.
- Aly, S. M. (2015). *Emisi transportasi*. Jakarta: Penebar Plus.
- Anggraeni, N. I. S. (2009). *Pengaruh lama paparan asap knalpot dengan kadar CO 1800 ppm terhadap gambaran histopatologi jantung pada tikus Wistar* [Skripsi, Universitas Diponegoro]. Semarang: Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro.
- Bachtiar, V. S., & Hidayat, T. (2014). Peningkatan gas karbon monoksida (CO) akibat peningkatan kendaraan bermotor Kota Padang selama satu dekade. *Prosiding SNSTL, 1*.
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas). (2022). *Kota Makassar dalam angka 2022*. Diakses dari https://id.wikipedia.org/wiki/Kota_Makassar
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2018). *Jumlah kendaraan bermotor menurut kabupaten/kota dan jenis kendaraan di Provinsi Sulsel*. Diakses dari <https://www.bps.go.id/indicator/17/57/1/perkembangan-jumlah-kendaraan-bermotor-menurut-jenis.html>
- Damara, D. Y., Wardhana, I. W., & Sutrisno, E. (2017). Analisis dampak kualitas udara karbon monoksida (CO) di sekitar Jl. Pemuda akibat kegiatan car free day menggunakan program CALINE4 dan Surfer (Studi kasus: Kota Semarang).
- Handayani, D., Jaya, Y. I., & Legowo, S. J. (2017). Analisis emisi gas buang akibat mobil di kampus

- Universitas Sebelas Maret. *Matriks Teknik Sipil*, *X*, 1016–1024.
- Honda Cengkareng Motor. (2016). *Tabel bahan bakar ideal motor Honda sesuai rasio kompresi mesin*. Diakses dari <https://www.hondacengkareng.com/faq/tabel-bahan-bakar-ideal-motor-honda-sesuai-rasio-kompresi-mesin/>
- Ismayati, Marlita, D., & Saidah, D. (2014). Pencemaran udara akibat emisi gas buang kendaraan bermotor. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik*, *1*(3), 241–248.
- Jung, S., Kim, J., Kim, J., Hong, D., & Park, D. (2017). An estimation of vehicle kilometer traveled and on-road emissions using the traffic volume and travel speed on road links in Incheon City. *Journal of Environmental Sciences (China)*, *54*, 90–100. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2015.12.040>
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2012). *Pedoman penyelenggaraan inventarisasi gas rumah kaca nasional: Buku II – Volume 1 metodologi penghitungan tingkat emisi gas rumah kaca kegiatan pengadaan dan penggunaan energi (INV/KLH/290612)*.
- Kusuma, Y. (2013). Pengaruh bahan bakar pada aktivitas transportasi terhadap pencemaran udara. *Sigma-Mu*, *5*(1), 88–101.
- Meneguzzo, C., Gastaldi, M., Rossi, R., Gecchele, G., & Prati, M. V. (2017). Comparison of exhaust emissions at intersections under traffic signal versus roundabout control using an instrumented vehicle. *Transportation Research Procedia*, *25*, 1597–1609. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.204>
- Muziansyah, D., Sulistyorini, R., & Sebayang, S. (2015). Model emisi gas buangan kendaraan bermotor akibat aktivitas transportasi (Studi kasus: Terminal Pasar Bawah Ramayana Kota Bandar Lampung). *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, *3*(1), 57–70.
- Muzayyid. (2014). *Studi konsentrasi kadar karbon monoksida (CO) di Jalan A. P. Pettarani Kota Makassar tahun 2014* [Skripsi, UIN Alauddin Makassar].
- Nugraha, B. S., & Sriyanto, J. (2007). Aplikasi teknologi injeksi bahan bakar elektronik (EFI) untuk mengurangi emisi gas buang sepeda motor. *Jurnal Ilmiah Populer dan Teknologi Terapan*, *5*(2), 692–706.
- Octadha, K. A., Huboyo, H. S., & Samadikun, B. P. (2017). Estimasi emisi berdasarkan kecepatan kendaraan di beberapa ruas jalan Kota Semarang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, *6*(2), 1–14.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Prabowo, K., & Muslim, B. (2018). *Bahan ajar kesehatan lingkungan: Penyehatan lingkungan*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Priyambodo, P. (2018). Analisis korelasi jumlah kendaraan dan pengaruhnya terhadap PDRB di Provinsi Jawa Timur. *Warta Penelitian Perhubungan*, *30*(1), 59–65. <https://doi.org/10.25104/warlit.v30i1.634>
- Putri, N. H., & Irawan, M. Z. (2015). Mikrosimulasi mixed traffic pada simpang bersinyal dengan perangkat lunak Vissim (Studi kasus: Simpang Tugu, Yogyakarta). *Proceeding The 18th FSTPT International Symposium*, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Rencher, A. C. (2002). *Methods of multivariate analysis*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Rosianasari, N. (2016). *Analisis karakteristik emisi CO dan CO₂ kendaraan roda dua di kampus Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin* [Skripsi, Universitas Hasanuddin]. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- SNI 7119-10:2017. (2011). *Cara uji kadar karbon monoksida (CO) menggunakan metode non-dispersive infrared (NDIR)*. Badan Standardisasi Nasional.
- Suryati, I., & Khair, A. (2016). Potensi penurunan emisi karbon monoksida di ruas jalan Kota Medan dengan penerapan transportasi masal. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan (SNSTL)*, *2*, Padang, 19 Oktober 2016.
- Vadrevu, K. P., Ohara, T., & Justice, C. (2014). Air pollution in Asia. *Environmental Pollution*, *195*, 233–235.
- Wardhana, A. W. (2004). *Dampak pencemaran lingkungan* (Cet. ke-3). Yogyakarta: Andi Offset.
- Zahra, A., & Hanami. (2017). *Analisis hubungan kecepatan kendaraan terhadap emisi bergerak sepeda motor dengan parameter CO₂ dan CO di ruas jalan arteri Kota Makassar* [Skripsi, Universitas Hasanuddin].