



**ANALISIS PENGARUH BEBAN MUATAN DAN
KECEPATAN KENDARAAN TERHADAP HASIL
UJI EMISI GAS BUANG PADA KENDARAAN
PICKUP ISUZU TRAGA**

SKRIPSI

Disusun oleh :

**IDA BAGUS KOMANG SURYA DHARMA PUTRA
NIM: 20241331026**

Dosen Pembimbing :

**Ir. PONIDI, ST, MT, IPM, Asean.Eng
NIDN. 0703027201**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
SURABAYA
2026**



UMSURA
Universitas Muhammadiyah Surabaya

**ANALISIS PENGARUH BEBAN MUATAN DAN
KECEPATAN KENDARAAN TERHADAP HASIL
UJI EMISI GAS BUANG PADA KENDARAAN
PICKUP ISUZU TRAGA**

SKRIPSI

Disusun oleh :

**IDA BAGUS KOMANG SURYA DHARMA PUTRA
NIM: 20241331026**

Dosen Pembimbing :

**Ir. PONIDI, ST, MT, IPM, Asean.Eng
NIDN. 0703027201**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
SURABAYA
2026**



UMSURA
Universitas Muhammadiyah Surabaya

**ANALYSIS OF THE EFFECT OF LOAD
WEIGHT AND VEHICLE SPEED ON EXHAUST
GAS EMISSION TEST RESULTS IN ISUZU
TRAGA PICK-UP VEHICLE**

THESIS

Compiled by:

IDA BAGUS KOMANG SURYA DHARMA PUTRA

NIM: 20241331026

Supervisor :

Ir. PONIDI, ST, MT, IPM, Asean.Eng

NIDN. 0703027201

**BACHELOR OF MECHANICAL ENGINEERING
PROGRAM FACULTY OF ENGINEERING**

MUHAMMADIYAH UNIVERSITY OF SURABAYA

2026

**ANALISIS PENGARUH BEBAN MUATAN DAN KECEPATAN
KENDARAAN TERHADAP HASIL UJI EMISI GAS BUANG
PADA KENDARAAN PICKUP ISUZU TRAGA**

SKRIPSI



Disusun oleh :

IDA BAGUS KOMANG SURYA DHARMA PUTRA

20241331026

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA

2026

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS PENGARUH BEBAN MUATAN DAN KECEPATAN KENDARAAN TERHADAP HASIL UJI EMISI GAS BUANG PADA KENDARAAN PICKUP ISUZU TRAGA

IDA BAGUS KOMANG SURYA DHARMA PUTRA

NIM. 20241331026

Telah disetujui dan dinyatakan sah sebagai karya ilmiah yang berhak diujikan yang telah ditetapkan oleh fakultas.

Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya

Surabaya, Januari 2026

Mengetahui,
Dosen Pembimbing



Ir. Ponidi, ST, MT, IPM, Asean. Eng
NIDN. 0703027201

Menyetujui,
Kaprodik Teknik Mesin



Dr. M. Arif Batutah, ST, MT, IPM
NIDN. 0707067402

PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Ida Bagus Komang Surya Dharma Putra

NIM : 20241331026

Program Studi : S1 Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar – benar tulisan saya, dan bukan merupakan plagiasi baik sebagian atau seluruhnya. Apabila di kemudian hari terbukti melakukan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Surabaya, 18 Januari 2026

Yang membuat pernyataan



(Ida Bagus Komang Surya Dharma Putra)

LEMBAR PENGESAHAN

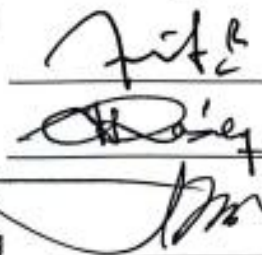
Skripsi ini telah diajukan dan dipertahankan dihadapan tim Penguji dalam sidang pada tanggal 18 Januari 2026 oleh Mahasiswa atas nama **Ida Bagus Komang Surya Dharma Putra NIM 20241331026** dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima sebagai kelengkapan mendapat gelar Sarjana Teknik dalam Program Studi Teknik Mesin Fakultas Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Diajukan dan disahkan oleh :

Dosen Penguji

1. Dr. M. Arif Batutah, ST, MT, IPM
2. Ir. Anastas Rizaly, MT.

Tanda Tangan



Dosen Pembimbing :

1. Ir. Ponidi, ST, MT, IPM, Asean.Eng



Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Ir. Vippy Dharmawan, M.Ars
NIDN.0725096402

Menyetujui,
Kaprodi Teknik Mesin



Dr. M. Arif Batutah, ST, MT, IPM
NIDN.0707067402

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

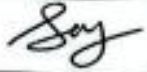
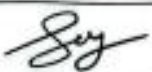
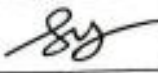
NAMA : Ida Bagus Komang Surya Dharma Putra

NIM : 20241331026

Jurusan : Teknik Mesin

Judul Skripsi: Analisis Pengaruh Beban Muatan dan Kecepatan Kendaraan Terhadap Hasil Uji Emisi Gas Buang pada Kendaraan Pickup Isuzu Traga

No	Tanggal	Materi	Paraf Pembimbing	Paraf Mahasiswa
1	10-09-2025	Pembahasan Judul dan Materi Skripsi		
2	19-09-2025	Revisi Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, dan Penambahan Metodologi Penulisan		
3	25-09-2025	Revisi Latar Belakang		
4	03-10-2025	Revisi Penambahan referensi penelitian terdahulu		
5	13-10-2025	Revisi Teori Pembakaran		

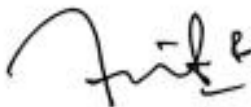
6	20-10-2025	Revisi Diagram Alur Penelitian		
7	10-11-2025	Pengolahan Data Hasil Pengujian		
8	21-11-2025	Hasil dan Pembahasan		
9	28-11-2025	Revisi Tabel, Grafik dan Interpretasi Hasil Pengujian		
10	04-12-2025	Kesimpulan dan Saran		
11	17-12-2025	Daftar Pustaka dan Penginputan Mendeley		
12	07-01-2026	Revisi Abstraksi		

Menyetujui,
Pembimbing



Ir. Ponidi, ST, MT, IPM,
Asean, Eng.
NIDN. 0703027201

Menyetujui,
Kaprodin Teknik mesin



Dr. M. Arif Batutah, ST., MT., IPM
NIDN.0707067402

ANALISIS PENGARUH BEBAN MUATAN DAN KECEPATAN KENDARAAN TERHADAP HASIL UJI EMISI GAS BUANG PADA KENDARAAN PICKUP ISUZU TRAGA

Nama : Ida Bagus Komang Surya Dharma P.
NIM : 20241331026
Jurusan : Teknik Mesin FT-UM Surabaya
Dosen Pembimbing : Ir. Ponidi,ST, MT, IPM, Asean.Eng

ABSTRAK

Kendaraan angkutan barang yang membawa beban berlebih berkontribusi besar dalam pencemaran polusi udara. Pada kendaraan Diesel, asap emisi yang keluar dari knalpot berwarna hitam dan pekat menunjukkan bahwa proses pembakaran tidak sempurna. Salah satu dampak negatif dari pencemaran emisi gas buang terhadap kesehatan masyarakat adalah gangguan pernapasan dan bahkan bisa menyebabkan kanker. Pengujian emisi merupakan metode penentuan kondisi mesin kendaraan yang berpengaruh signifikan terhadap performa mesin.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara deskriptif kuantitatif mengenai pengaruh variasi kecepatan 20, 40, dan 60 km/jam dan beban muatan 0 kg, 1.170 kg, dan 1.705 kg terhadap tingkat emisi gas buang CO, HC, CO₂, O₂ serta Opasitas. Kendaraan yang digunakan pada penelitian ini yaitu pickup Isuzu Traga PHR54. Pengujian dilakukan secara eksperimental di Pengujian Kendaraan Bermotor Kabupaten Sidoarjo menggunakan alat *smoke tester* dan *gas analyzer* untuk uji emisi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan dan beban muatan mempengaruhi emisi gas buang. Pada kondisi tanpa beban dan kecepatan rendah 20 km/jam, emisi CO sebesar 0,01%, HC 12 ppm, CO₂ 1,82%, Kandungan O₂ 17,82% dan Opasitas 15,2%. Sedangkan pada kecepatan tertinggi 60 km/jam dengan muatan beban berlebih 1.705 kg, dihasilkan emisi CO sebesar 0,12%, HC 25 ppm, CO₂ 2,77%, Kandungan O₂ 17,64%, dan

opasitas 41,7%. Dari hasil pengujian di atas, untuk menjaga kualitas udara dan kelestarian lingkungan, pentingnya pengendalian kecepatan dan tidak membawa beban muatan melebihi daya angkut kendaraan.

Kata kunci: emisi gas buang, kecepatan, beban muatan, Isuzu Traga, smoke tester, gas analyzer.

ANALYSIS OF THE EFFECT OF LOAD WEIGHT AND VEHICLE SPEED ON EXHAUST GAS EMISSION TEST RESULTS IN *ISUZU TRAGA* PICK-UP VEHICLE

Name : Ida Bagus Komang Surya Dharma P.
Student ID : 20241331026
Department : Mechanical Engineering, Faculty of
Engineering, Universitas Muhammadiyah
Surabaya
Supervisor : Ir. Ponidi, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.

ABSTRACT

Goods transport vehicles carrying excessive loads contribute significantly to air pollution. In diesel vehicles, black and thick exhaust smoke indicates incomplete combustion. One of the negative impacts of exhaust gas pollution on public health is respiratory disorders, which may even lead to cancer. Emission testing is a method used to determine the condition of a vehicle's engine, which has a significant influence on engine performance.

This study aims to quantitatively and descriptively analyze the effect of variations in vehicle speed (20, 40, and 60 km/h) and load weight (0 kg, 1,170 kg, and 1,705 kg) on exhaust gas emission levels of CO, HC, CO₂, O₂, and opacity. The vehicle used in this research was an Isuzu Traga pick-up (PHR54). The tests were conducted experimentally at the Motor Vehicle Testing Center of Sidoarjo Regency using a smoke tester and a gas analyzer for emission testing.

The results show that increases in vehicle speed and load weight affect exhaust gas emissions. Under no-load conditions and a low speed of 20 km/h, the recorded emissions were CO at 0.01%, HC at 12 ppm, CO₂ at 1.82%, O₂ content at 17.82%, and opacity at 15.2%. Meanwhile, at the highest speed of 60 km/h with an excessive load of 1,705 kg, the emissions increased to CO at 0.12%, HC at 25 ppm, CO₂ at 2.77%, O₂ content at 17.64%, and opacity at 41.7%.

Based on these results, in order to maintain air quality and environmental sustainability, it is important to control vehicle speed and avoid carrying loads that exceed the vehicle's load capacity.

Keywords: *Exhaust Gas Emissions, Vehicle Speed, Load Weight, Isuzu Traga, Smoke Tester, Gas Analyzer.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan Anugerah-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Laporan Tugas Akhir ini berjudul “Analisis Pengaruh Beban Muatan Dan Kecepatan Kendaraan Terhadap Hasil Uji Emisi Gas Buang Pada Kendaraan Isuzu Traga” ditulis untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknik Mesin.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penulisan Laporan Tugas Akhir. Ucapan terimakasih tersebut penulis tujukan kepada:

1. Dekan Fakultas Teknik di Universitas Muhammadiyah Surabaya;
2. Wakil Dekan Fakultas Teknik di Universitas Muhammadiyah Surabaya;
3. Bapak Dr. Moh. Arif Batutah, ST., MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surabaya;
4. Bapak Ir. Ponidi, ST, MT, IPM, Asean.Eng selaku Dosen Pembimbing;
5. Para Dosen, Asisten Dosen, dan Para Senior Alumni di Universitas Muhammadiyah Surabaya;
6. Rekan-rekan UPT. Pengujian Kendaraan Bermotor Dinas Perhubungan Kabupaten Sidoarjo yang telah mendukung tersusunnya Tugas Akhir ini;
7. Rekan-rekan seperjuangan Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surabaya 2025;
8. Kedua Orang Tua saya yang selalu memberikan motivasi dan selalu mendoakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
9. Istri dan ketiga anak saya yang selalu memberikan

- motivasi dan semangat dalam penyusunan Tugas Akhir;
10. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Dalam penyusunan laporan ini penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan baik isi tulisan maupun dalam penyusunannya. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan laporan ini.

Surabaya, 2026

IDA BAGUS KOMANG SURYA DHARMA PUTRA

DAFTAR ISI

JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	v
PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT	vi
LEMBAR PENGESAHAN	vii
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xii
KATA PENGANTAR.....	xiv
DAFTAR ISI.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Metodologi Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Hasil Penelitian Terdahulu yang Relevan	7
2.2 Motor Bakar	9
2.2.1 Motor Diesel	9
2.2.2 Prinsip Kerja Motor Diesel	11
2.2.3 Siklus Diesel	12
2.2.4 Motor Diesel 4 Langkah	13
2.2.5 Teori Pembakaran	15
2.2.6 Proses Pembakaran Diesel	18
2.3 Jenis Bahan Bakar Diesel	19
2.3.1 Karakteristik Solar	21
2.3.2 Sifat-Sifat Bahan Bakar Minyak Solar.....	22
2.4 Emisi Gas Buang.....	23
2.4.1 Kandungan Emisi Gas Buang.....	23

2.4.2	Kepekatan Asap Emisi Gas Buang	26
2.4.3	Dampak Emisi Gas Buang	26
2.4.4	Ambang Batas Emisi Gas Buang	27
2.4.5	Tata Cara Uji Emisi Gas Buang	28
2.5	Beban Muatan	29
2.6	Speedometer Tester	31
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1	Metode yang digunakan	32
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	32
3.2.1	Alat penelitian	34
3.2.2	Bahan Penelitian	38
3.3	Prosedur pengambilan data	39
3.4	Tabel pengambilan data	41
3.5	Diagram alur penelitian	42
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1	Hasil Emisi Karbon Monoksida (CO)	43
4.2	Hasil Emisi Hidrokarbon (HC)	46
4.3	Hasil Emisi Karbon Dioksida (CO ₂)	49
4.4	Hasil Kandungan Kadar Oksigen	51
4.5	Hasil Pengukuran Ketebalan Asap (<i>Opacity</i>)	53
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran	58
DAFTAR PUSTAKA		59
LAMPIRAN		63
BIODATA PENULIS		89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Motor Diesel	11
Gambar 2.2 Prinsip Kerja Motor Diesel	12
Gambar 2.3 Siklus Diesel.....	13
Gambar 2.4 Kerja Motor Diesel 4 Langkah	14
Gambar 2.5 Proses Pembakaran	16
Gambar 2.6 Skema Sistem Penyaluran Bahan Bakar.....	17
Gambar 2.7 Proses Pembakaran Mesin Diesel	19
Gambar 3.1 Lokasi Pengujian Kendaraan Bermotor.....	33
Gambar 3.2 Gedung Pengujian Kendaraan Bermotor	33
Gambar 3.3 Alat Uji <i>Gas Analyzer Tester</i> dan <i>SmokeTester</i>	36
Gambar 3.4 Alat Uji <i>Speedometer Tester</i>	37
Gambar 3.5 Alat Uji <i>Axle Load Meter</i>	37
Gambar 3.6 Pickup Isuzu Traga PHR54	38
Gambar 3.7 Muatan Semen.....	39
Gambar 3.8 Diagram Alur Penelitian	42
Gambar 4.1 Hasil pengujian emisi KarbonMonoksida (CO)	44
Gambar 4.2 Hasil pengujian emisi Hidrokarbon (HC)	47
Gambar 4.3 Hasil pengujian emisi Karbon Dioksida (CO ₂)..	50
Gambar 4.4 Hasil pengujian kadar Oksigen (O ₂)	52
Gambar 4.5 Hasil pengujian emisi kepekatan asap	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Hasil Penelitian Terdahulu Yang Relevan	7
Tabel 2.2	Ambang Batas Emisi Gas Buang.....	27
Tabel 3.1	Tabel Pengambilan Data.....	41
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Emisi Karbon Monoksida(CO) ..	44
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Emisi Hidrokarbon (HC).....	47
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Emisi Karbon Dioksida (CO ₂) ...	49
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Kadar Oksigen (O ₂).....	52
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Emisi Ketebalan Asap.....	5

Daftar Pustaka

- Akasah, A., Prahmana, R. A., Meurah, T., Riayatsyah, I., Putri, L., & Syaukani, M. (2024). Uji Performa Motor Diesel Satu Silinder Generator Set Menggunakan Campuran Bahan Bakar Crude Palm Oil-Dexlite Dengan Penambahan Bioaditif Alami. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 05(04), 47–55.
- Amir, & Effendi, Y. K. (2021). Analisis pengaruh emisi gas buang terhadap pemakaian. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Tangerang*, 5(2), 18–21.
- Arimunandar, W. (2005). *Penggerak Mula : Motor Bakar Torak* (Edisi Keli). ITB Bandung.
- Gunawan, Novianto, R. A., & Ayonda, R. (2023). Pengaruh muatan dan kecepatan kendaraan terhadap hasil emisi gas buang. *Dinamika Teknik Mesin*, 13(2), 165–172. <https://doi.org/10.29303/dtm.v13i2.683>
- Haruna, Lahming, Amir, F., & Asrib, A. R. (2019). Pencemaran Udara Akibat Gas Buang Kendaraan Bermotor Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. *UNM Environmental Journals*, 2(2), 57–61.
- Hickman, A. J. (1999). *Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption*. Transport Research Laboratory.
- Machmud, S., Surono, U. B., & Hasanudin, T. (2021). Analisis pengaruh tahun perakitan terhadap emisi gas buang kendaraan bermotor. *Jurnal Mesin Nusantara*, 4(1), 21–29.
- Muliatna, I. M., & Wijanarko, D. V. (2017). Uji Efektivitas Diesel Particulate Trap (Dpt) Berbahan Dasar Kuningan Dan Glasswool Terhadap Reduksi Opasitas Gas Buang Mesin Diesel Multi Silinder. *Otopro*, 13(1), 35–43. <https://doi.org/10.26740/otopro.v13n1.p35-43>
- Musksin, S. (2014). Kajian Pemakaian Bahan Bakar pada Motor Diesel Generator MAK di PLTD Gunung Patti

- Semarang Jawa Tengah. *Jurnal Teknologi*, 11(2), 2030–2038.
- Novelino, A. (2024). *Jumlah Kendaraan di Indonesia Tembus 164 Juta Unit, 83 Persen Motor*. CNN Indonesia. <https://www.cnnindonesia.com/otomotif/20241004133318-579-1151516/jumlah-kendaraan-di-indonesia-tembus-164-juta-unit-83-persen-motor>
- Patunrangi, S. N. J., Kadir, A. I. N. ., & Sutrisno, M. (2023). Estimasi Emisi Kendaraan Ringan pada Ruas Jalan Perintis Kemerdekaan Kota Makassar. *Civil Engineering Journal on Research and Development*, 4(1), 23–28.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 8. (2023). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 8 Tahun 2023 tentang Penerapan Baku Mutu Emisi Kendaraan Bermotor Kategori M, Kategori N, Kategori O, Dan Kategori L* (hal. 1–15). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/262504/permen-lhk-no-8-tahun-2023>
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 133. (2015). *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 133 Tahun 2015 Tentang Pengujian Berkala Kendaraan Bermotor* (hal. 1–31). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/103531/permenhub-no-133-tahun-2015>
- Peraturan Pemerintah Nomor 55. (2012). *Peraturan Pemerintah Nomor 55 Tahun 2012 Tentang Kendaraan* (hal. 1–118). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/5268/pp-no-55-tahun-2012>
- Ponidi, & Rohman, I. M. (2021). FT-UMSU Jurnal Rekayasa Material , Manufaktur dan Energi FT-UMSU. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 4(1), 73–82. <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME>
- Rahadiansyah, R. (2023). *Polusi Udara Membara, Truk ODOL Saja Masih Ada*. detikoto. <https://oto.detik.com/berita/d-6888807/polusi-udara-membara-truk-odol-saja-masih-ada>
- Rambling, V. V, Umboh, J. M. L., Warouw, F., Kesehatan, F.,

- Universitas, M., Ratulangi, S., & Kesehatan, R. (2022). 95 Literature Review: Gambaran Risiko Kesehatan pada Masyarakat akibat Paparan Gas Karbon Monoksida (CO). *Jurnal KESMAS*, 11(4), 95–101.
- Sulistyo, A. B., Gautama, N. W., Dwifa, M. B., & Putu, I. (2022). Perancangan Alat Uji Speedometer Portable Berbasis Arduino Guna Menunjang Pengujian Kendaraan Bermotor Keliling. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan*, 9(1), 1–10. <https://doi.org/10.46447/ktj.v9i1.428>
- The International Council On Clean Transportation. (2022). *Annual Report 2022*. <https://theicct.org/wp-content/uploads/2023/12/ICCT-Annual-Report-2022-Final.pdf>
- Wahyudi, W., Mulyono, A. T., & Santosa, W. (2013). Pengaruh muatan lebih beban gandar kendaraan berat angkutan barang terhadap peningkatan oksida karbon. *Jurnal Transportasi*, 13(2), 85–92.
- Wang, X., Song, G., Zhai, Z., Wu, Y., Yin, H., & Yu, L. (2021). Effects of Vehicle Load on Emissions of Heavy-Duty Diesel Trucks : A Study Based on Real-World Data. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8), 1–17.
- Zannaria, N. D., Roosmini, D., & Santoso, M. (2009). Karakteristik Kimia Paparan Partikulat Terespirasi. *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia*, IX(1), 37–50.