

## Beban Emisi Kendaraan Bermotor di Pelabuhan Ferry Amolengo Konawe Selatan, Sulawesi Tenggara

Dwipayogo Wibowo<sup>1\*</sup>, Muh. Risal B.<sup>1</sup>, Sumarlin Sumarlin<sup>1</sup>, Ilham Ilham<sup>2</sup>, Dan Tia Dwi Irawandani<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Kendari, Kendari, Sulawesi Tenggara, Indonesia.

<sup>2</sup>Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo, Kendari, Sulawesi Tenggara, Indonesia.

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur, Indonesia.

\*E-mail: [dwipayogo@umkendari.ac.id](mailto:dwipayogo@umkendari.ac.id)

Received: 01 01 2022 / Accepted: 14 07 2023/ Published online: 26 07 2023

### ABSTRAK

Tingginya jumlah kendaraan yang melintasi antar pulau melalui pelabuhan penyeberangan berdampak pada emisi gas buang kendaraan pada saat proses antrian masuk ke kapal. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati dan menganalisis prediksi beban emisi kendaraan bermotor di Pelabuhan Penyeberangan Amolengo, Kabupaten Konawe Selatan, Sulawesi Tenggara dengan studi prediksi analitik dan data statistik sederhana tentang kemungkinan perkiraan emisi kendaraan yang dihasilkan dari kegiatan bongkar muat. Pengumpulan data penelitian dilakukan dengan cara menghitung volume jumlah kendaraan dan menghitung beban emisi dengan persentase ditinjau dari segi kepadatan jumlah kendaraan di Pelabuhan Penyeberangan Amolengo. Pendekatan statistik dengan menghitung nilai rata-rata dan simpang baku dari variabel hari pengujian untuk memperoleh data kumulatif kendaraan melintas. Berdasarkan hasil kajian diperoleh volume lalu lintas kendaraan yang melewati Pelabuhan Penyeberangan Amolengo, Konawe Selatan sebanyak 147 kendaraan/jam, 1411 kendaraan/hari, 515088 kendaraan/tahun. Jenis kendaraan motor lebih banyak melakukan aktivitas sedangkan kendaraan bus melakukan aktivitas lebih sedikit. Estimasi beban emisi tahunan yang dihitung berdasarkan faktor emisi diketahui bahwa beban emisi CO terbesar dihasilkan oleh mobil berbahan bakar bensin sebesar 5,05 ton/tahun dan sepeda motor sebesar 4,37 ton/tahun, sedangkan beban emisi N<sub>2</sub>O terbesar dihasilkan oleh truk, yaitu 0,0013 ton/tahun. Temuan penelitian ini pendekatan statistik untuk penentuan beban emisi tentu perlu ditinjau dari kepadatan jumlah kendaraan yang untuk diperoleh estimasi emisi gas CO.

**Kata Kunci:** Pelabuhan, Ferry, Amolengo, Kendaraan, Emisi

### ABSTRACT

*The high number of vehicles crossing between islands through the ferry port has an impact on vehicle exhaust emissions during the queuing process for entering ships. This study aims to observe and analyze the prediction of motor vehicle emission loads at the Amolengo ferry port, South Konawe Regency, Southeast Sulawesi with analytical prediction studies and simple statistical data on possible vehicle emission estimates resulting from loading and unloading activities. Collecting research data by calculating the volume of vehicles and calculating the emission load with a percentage in terms of the density of the number of vehicles at the Amolengo Ferry Port. Statistical approach by calculating the arithmetic mean and standard deviation over day variables to obtain cumulative vehicle passing data. Based on these results, we calculated the volume of vehicle traffic passing through the Amolengo Ferry Port, South Konawe, as many as 147 vehicles/hour, 1411 vehicles/day, 515088 vehicles/year. Types of motorized vehicles carry*

out more activities and bus vehicles carry out fewer activities. The estimated annual emission load which is calculated based on the emission factor is known that the largest CO emission load is generated by gasoline-fueled cars of 5.05 tons/year and motorcycles of 4.37 tons/year. Meanwhile, the largest N<sub>2</sub>O emission load is generated by trucks, which is 0.0013 tons/year. This research provides that the statistical approach to determining the emission load certainly needs to be reviewed from the density of the number of vehicles to obtain an estimate of CO gas emissions.

**Keywords:** Port, Ferry, Amolengo, Vehicle, Emission

## PENDAHULUAN

Pencemaran udara menjadi isu yang fenomenal karena dapat mempengaruhi kualitas hidup seseorang (Ningrum, 2021; Trisna, 2019). Maksud dari pencemaran udara bukan hanya dari aktivitas industri, tetapi juga dari distribusi aktivitas kendaraan bermotor (Fauzi *et al.*, 2021; Muzakkar *et al.*, 2019). Diketahui bahwa semakin tinggi aktivitas manusia dan jumlah populasi suatu wilayah, sangat proporsional terhadap peningkatan jumlah polusi yang dihasilkan (Husain, 2019; Untajana *et al.*, 2019). Contoh kongkrit di Ibukota Provinsi di wilayah Indonesia jelas bahwa kontribusi sumber polusi udara diakibatkan oleh aktivitas transportasi (Sinaga *et al.*, 2019).

Bila ditinjau dari segi pengertian, pencemaran udara adalah masuknya suatu substansi kimia, fisika, atau biologi ke atmosfer dengan jumlah berlebih sehingga dapat membahayakan kesehatan makhluk hidup (Hasan & Ibrahim Fattah, 2020; Saidal Siburian & Mar, 2020). Beberapa senyawa kimia berbahaya yang dihasilkan oleh alat transportasi yang mempengaruhi perubahan kondisi di udara seperti karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), hidrokarbon (HC), sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), timbal (Pb), dan *particulate matter* (Saidal Siburian & Mar, 2020; Widiatmono *et al.*, 2020). Menurut (Ihsan *et al.*, 2021) bahwa pencemaran udara akan meningkatkan risiko terhadap kesehatan masyarakat seperti menurunkan tingkat visibilitas, menurunkan kemampuan kognitif, meningkatkan kecemasan, peningkatan suhu, dan berdampak negatif terhadap

psikologis manusia. Selain itu, gangguan organ tubuh seperti paru-paru dan darah akan mempengaruhi distribusi oksigen (O<sub>2</sub>) dalam tubuh (Pratiwi *et al.*, 2018). Emisi yang dihasilkan dari alat transportasi juga dipengaruhi oleh faktor kendaraan seperti usia kendaraan bermotor, kondisi berkendara, jenis kendaraan yang digunakan, dan perawatan kendaraan (Momon & Astuti, 2020). Selain itu, pergerakan emisi disuatu wilayah juga dipengaruhi oleh keadaan meteorologi seperti kecepatan angin, arah angin, suhu wilayah, dan kelembaban (Karomah & Wilaha, 2019). Secara konseptual mengkaji analisis pencemaran udara perlu melihat bagaimana kondisi suatu kajian studi terhadap kondisi meteorologi (Nasriyati *et al.*, 2018). Contohnya, penentuan emisi gas buang kendaraan yang melintas tidak memperhatikan kondisi cuaca. Ketika pengambilan sampel kondisi lembab atau hujan mengakibatkan gas CO yang dihasilkan dari kendaraan berikatan dengan molekul air (H<sub>2</sub>O) di udara membentuk senyawa asam karbonat (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) (Izzah, 2018). Selain itu, faktor angin juga perlu dilihat bahwa hembusan angin mempengaruhi arah pergerakan emisi gas buang yang dihasilkan (Cahayani *et al.*, 2021; Damayanti *et al.*, 2019).

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini mencoba mengkaji pendekatan prediksi emisi kendaraan bermotor di daerah pelabuhan khususnya di Pelabuhan Penyebrangan Amolengo Konawe Selatan, Sulawesi Tenggara (Sultra). Kondisi ini mengakibatkan

pergerakan emisi yang dikeluarkan oleh kendaraan yang melintas tentu terdapat faktor hembusan angin laut yang berhembus berdampak pada masyarakat yang tinggal disekitar pelabuhan. Disisi lain juga bagaimana memprediksikan volume kendaraan yang melintas perharinya dengan pendekatan sampel hari yang diperoleh.

Pelabuhan Amolengo Konawe Selatan memiliki peranan mendukung lajunya perekonomian antar pulau Ibukota Provinsi Sultra dengan pulau Buton memberikan dampak peningkatan mobilitas kegiatan transportasi (Lakawa, 2021). Meningkatnya antrian kendaraan pada pelabuhan juga menyebabkan banyak partikulat (debu) yang berterbangan sehingga kualitas udara menurun dan berdampak kurang baik untuk masyarakat yang melakukan aktivitas di pelabuhan (Agastiya, 2016). Antrian kendaraan pada pelabuhan ini juga memberi dampak positif dalam hal perekonomian masyarakat sekitar, yang mana pedagang kaki lima tentu mendapatkan pemasukan yang meningkat dari hari-hari biasanya (Rimadani & Setiawan, 2018). Namun, hal ini juga perlu diperhatikan, apabila permasalahan udara yang terjadi tidak ditindak lanjuti maka akan memberi dampak penyakit, seperti infeksi saluran pernapasan atas (ISPA) yang akan diderita masyarakat sekitar pelabuhan tersebut (Husen, 2019).

Berdasarkan uraian latar belakang ini, peneliti mencoba mengamati dan menganalisis prediksi beban emisi kendaraan bermotor di Pelabuhan Penyeberangan Amolengo, Kabupaten Konawe Selatan, Sulawesi Tenggara dengan studi prediksi analitik dan data statistik sederhana tentang kemungkinan perkiraan emisi kendaraan.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di lokasi Pelabuhan Ferry Amolengo, Konawe Selatan – Sultra yang dilaksanakan pada bulan Oktober – Desember 2021. Lokasi pelabuhan terletak di Kecamatan Kolono Timur, Kelurahan Amolengu. Titik lokasi penelitian berada di 4°25'28.5" Lintang Selatan dan 122°51'6.52" Bujur Timur serta menghubungkan antara Konawe Selatan dan Buton Utara (**Gambar 1**).

### Metode Pengumpulan, Pengolahan, dan Analisis Data

Beberapa langkah pengumpulan, pengolahan, dan analisis data dengan cara:

1. Mengobservasi Pelabuhan Ferry Amolengo

Mengobservasi titik lokasi penelitian dilakukan di Pelabuhan Ferry Amolengo, Konawe Selatan, Sultra dengan menganalisis tingkat aktivitas di pelabuhan.

2. Menghitung jumlah kendaraan di Pelabuhan Ferry Amolengo

Perhitungan volume jumlah kendaraan pada hari Senin (awal pekan), Rabu (tengah pekan), Jumat (akhir pekan) dan pada pukul 08.00-09.00 WITA (pagi hari), pukul 12.00-13.00 WITA, 13.00-14.00 WITA (siang hari) dan 16.00-17.00 WITA (sore hari).

3. Pengolahan dan analisis data

Perhitungan dan analisis volume lalu lintas kendaraan dilakukan dengan **Persamaan 1**:

$$Q = \frac{n}{t} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

- Q = Volume Lalu Lintas (kend/jam)  
 n = Jumlah kendaraan yang melintas (kendaraan)  
 t = Waktu (jam)



**Gambar 1:** Lokasi penelitian di Pelabuhan Ferry Amolengo, Sulawesi Tenggara

Pengolahan dan analisis data besarnya beban emisi dari kendaraan bermotor di Pelabuhan Ferry Amolengo Konawe Selatan dihitung dengan **Persamaan 2**, sedangkan standar factor emisi dari jenis bahan bakar dan kendaraan mengacu pada **Tabel 1**:

$$E = Ni \times VKT \times FE \times 10^{-6} \dots \dots (2)$$

Keterangan:

E = Beban emisi (ton/tahun)

Ni = Jumlah jenis kendaraan (kendaraan/tahun)

VKT = Total panjang perjalanan yang dilewati (km)

FE = Faktor emisi (g/km)

**HASIL DAN PEMBAHASAN  
Observasi Kondisi Pelabuhan**

Perhitungan volume kendaraan bermotor di Pelabuhan Ferry Amolengo, data yang dibutuhkan adalah jumlah

kendaraan bermotor yang melintas yang dilakukan selama 3 jam pada masing-masing hari Kamis, Jumat, dan Sabtu.

Jam puncak pagi : 08.00 – 09.00 WITA

Jam puncak siang : 12.00 – 13.00 WITA

Jam puncak sore : 16.00 – 17.00 WITA

Hasil survey yang dilakukan untuk memprediksi volume lalu lintas selama 1 (satu) jam, 1 (satu) hari dan 1 (satu) tahun dengan cara Persamaan 3-5:

1 jam = (Rata-rata) – Standar Deviasi..... (3)

1 hari = 1 jam × 12 × 0,8..... (4)

1 tahun = 365 hari (hasil volume kendaraan 1 hari dikali 365 hari) .....(5)

**Volume lalu lintas kendaraan bermotor di Pelabuhan Ferry Amolengo**

Hasil pengamatan langsung dilokasi penelitian didapatkan data jumlah kendaraan bermotor yang melintas di Pelabuhan Ferry Amolengo dapat dilihat

pada **Tabel 2**. Standar deviasi dihitung untuk mengukur jumlah variasi atau sebaran sejumlah nilai data, sedangkan kebenaran data dihitung dengan maksud untuk mengetahui range dari data. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, sepeda motor merupakan jenis kendaraan terbanyak yang melintas di Pelabuhan Ferry Amolengo, sedangkan jenis kendaraan bus merupakan kendaraan yang paling sedikit melintas. Pada hari Kamis rata-rata sepeda motor yang melintas sebanyak 97 unit, pada hari Jum'at sebanyak 82 unit, sementara pada hari Sabtu sebanyak 88 unit (**Tabel 2**). Berdasarkan data memperlihatkan bahwa waktu pagi dan sore hari merupakan waktu dominan yang dilewati oleh kendaraan bermotor.

Data kumulatif kendaraan perharinya dapat ditabulasikan berdasarkan hasil rata-rata masing-masing nilai STD sehingga kita dapat memprediksikan kondisi waktu perjamnya yang tidak dilakukan perhitungan (Senin, Selasa, Rabu, dan Minggu) yaitu sebanyak 89 kendaraan sepeda motor, 36 mobil bensin, 9 mobil solar, 12 truk, dan 1 bus. Data volume kendaraan bermotor yang melintas di Pelabuhan Ferry Amolengo

dapat dilihat pada **Tabel 3**. Berdasarkan data tersebut memperlihatkan volume kendaraan bermotor yang melintas di Pelabuhan Ferry Amolengo selama 1 jam, 1 hari, dan 1 tahun. Total jumlah kendaraan bermotor yang melintas yaitu sebanyak 147 kendaraan/jam, 1411 kendaraan/hari, dan 515088 kendaraan/tahun. Data kuantitas kendaraan yang paling banyak melintas di pelabuhan adalah sepeda motor dan kendaraan yang paling sedikit adalah bus. Perbedaan total kendaraan yang melewati Pelabuhan Ferry Amolengo ini dikarenakan banyaknya masyarakat yang mengendarai sepeda motor setiap harinya. Data pada **Tabel 3** dengan total volume kendaraan pertahun digunakan sebagai acuan untuk menghitung tingkat emisi kendaraan.

#### **Perhitungan statistik volume kendaraan bermotor di Pelabuhan**

Perhitungan emisi gas buang dari kendaraan yang melewati pelabuhan dihitung menggunakan Persamaan 2. Perhitungan ini membutuhkan data jumlah kendaraan dan jarak tempuh kendaraan, faktor emisi dari faktor emisi Indonesia.

**Tabel 1:** Faktor Emisi Jenis Bahan Bakar Dari Kendaraan Bermotor

<b>Pencemar</b>	<b>Sepeda Motor</b>	<b>Mobil (Bensin)</b>	<b>Mobil (Solar)</b>	<b>Bus</b>	<b>Truk</b>
PM <sub>10</sub> (g/km)	0,240	0,010	0,530	1,400	1,400
NO <sub>x</sub> (g/km)	0,290	2,000	3,500	11,900	17,700
SO <sub>2</sub> (g/km)	0,008	0,026	0,440	0,930	0,820
HC (g/km)	5,900	4,000	0,200	1,300	1,800
CO (g/km)	14,000	40,000	2,800	11,000	8,400
CO <sub>2</sub> (g/km)	3.180	3.180	3.172	3.172	3.172
CH <sub>4</sub> (g/km)	0,260	0,070	0,010	0,060	0,010
N <sub>2</sub> O (g/km)	0,002	0,005	0,014	0,031	0,031

**Sumber:** (Kementrian Lingkungan Hidup, 2010)

**Tabel 2:** Hasil Perhitungan Jumlah Kendaraan Melintas Di Pelabuhan Ferry Amolengo

Hari	Waktu	MC	LV		HV	
		Sepeda Motor	Mobil (Bensin)	Mobil (Solar)	Truk	Bus
Kamis	Pagi 08.00 - 09.00	134	33	30	16	0
	Siang 12.00 - 13.00	94	50	6	17	0
	Sore 16.00 - 17.00	130	57	21	12	2
	<b>Rata-Rata</b>	119	47	19	15	2
	<b>Standar Deviasi (<math>\pm</math>)</b>	22	12	12	3	1
	<b>Kebenaran Data (Rata-Rata) - STD</b>	97	35	7	12	1
	Jum'at	Pagi 08.00 - 09.00	145	50	16	17
Siang 12.00 - 13.00		76	54	10	11	2
Sore 16.00 - 17.00		139	32	18	15	2
<b>Rata-Rata</b>		120	45	15	14	2
<b>Standar Deviasi (<math>\pm</math>)</b>		38	12	4	3	0
<b>Kebenaran Data (Rata-Rata) - STD</b>		82	33	11	11	2
Sabtu		Pagi 08.00 - 09.00	100	49	13	15
	Siang 12.00 - 13.00	88	42	13	13	2
	Sore 16.00 - 17.00	112	43	9	15	3
	<b>Rata-Rata</b>	100	45	12	14	2
	<b>Standar Deviasi (<math>\pm</math>)</b>	12	4	2	1	1
	<b>Kebenaran Data (Rata-Rata) - STD</b>	88	41	10	13	1
	<b>Data Kumulatif Kendaraan</b>	<b>89</b>	<b>36</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>1</b>

**Tabel 3:** Hasil Perhitungan Volume Kendaraan Bermotor Perjam, Perhari, Dan Pertahun

Kondisi perhitungan	MC	LV		HV	
	Sepeda Motor	Mobil (Bensin)	Mobil (Solar)	Truk	Bus
Volume kendaraan perjam	89	36	9	12	1
<b>Total</b>			<b>147</b>		
Volume kendaraan perhari	854	346	86	115	10
<b>Total</b>			<b>1411</b>		
Volume kendaraan pertahun	311856	126144	31536	42048	3504
<b>Total</b>			<b>515088</b>		

Langkah selanjutnya adalah menghitung emisi dengan menggunakan faktor emisi untuk setiap kendaraan yang dapat dilihat pada **Tabel 1** (Kementerian Lingkungan Hidup, 2010). Perhitungan ini menggunakan faktor panjang jalan yang digunakan adalah 1000 meter (1,0 Km), yang diukur dari ujung gerbang masuk

dermaga sampai ujung dermaga. Menurut (Muziansyah, 2015), menyatakan bahwa panjang jalan sangat penting kerana dapat mempengaruhi emisi yang dikeluarkan oleh kendaraan. Jumlah kendaraan yang melewati titik survey memiliki dampak yang signifikan terhadap emisi kendaraan. **Tabel 4** menunjukkan beban emisi gas

buang kendaraan yang dihitung dengan mengalikan jumlah kendaraan (kendaraan/tahun) dan jarak tempuh masing-masing kendaraan dan faktor emisi Indonesia. Total emisi PM<sub>10</sub> yang dihasilkan sebanyak 0,16 ton/tahun dan sumbangsih terbesar diberikan oleh sepeda motor sebanyak 0,07 ton/tahun. Kendaraan bermotor juga mendominasi penyumbang emisi HC, CO<sub>2</sub>, dan CH<sub>4</sub> masing-masing sebesar 1,84 ton/tahun, 0,99 ton/tahun, dan 0,08 ton/tahun. Selain itu, dominasi tertinggi emisi NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub>O disumbangkan oleh kendaraan berjenis truk dengan nilai masing-masing sebesar 0,5 ton/tahun, 0,04 ton/tahun, dan 0,0013

ton/tahun. Berdasarkan hasil **Tabel 4** disimpulkan bahwa kontribusi terbesar dalam penyumbang emisi adalah kendaraan bermotor dan truk. Emisi yang dikeluarkan oleh sepeda motor adalah hasil pembakaran bahan bakar bensin baik pembakaran sempurna menghasilkan gas CO<sub>2</sub>, sedangkan gas HC dan CH<sub>4</sub> dihasilkan berasal dari pembakaran bahan bakar tidak sempurna dari kendaraan sepeda motor. Begitu juga pada bahan bakar truk memberikan emisi gas NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub>O yang berasal dari sisa kompresi bahan bakar biosolar oleh mesin diesel.

**Tabel 4:** Tabulasi perhitungan beban emisi

Jenis Kendaraan	Sepeda Motor	Mobil (Bensin)	Mobil (Solar)	Truk	Bus	Jumlah Total
Volume kendaraan (kendaraan/tahun)	311856	126144	31536	42048	3504	<b>515088</b>
Panjang jalan yang dilewati (km)	1	1	1	1	1	
Faktor emisi PM <sub>10</sub> (g/km)	0,24	0,01	0,53	1,4	1,4	
Total emisi PM <sub>10</sub> (ton/tahun)	<b>0,07</b>	0,001	0,017	0,059	0,005	<b>0,16</b>
Faktor emisi NO <sub>x</sub> (g/km)	0,29	2	3,5	11,9	17,7	
Total emisi NO <sub>x</sub> (ton/tahun)	0,09	0,25	0,11	<b>0,5</b>	0,06	<b>1,02</b>
Faktor emisi SO <sub>2</sub> (g/km)	0,008	0,026	0,44	0,93	0,82	
Total emisi SO <sub>2</sub> (ton/tahun)	0,002	0,003	0,014	<b>0,04</b>	0,003	<b>0,062</b>
Faktor emisi HC (g/km)	5,9	4	0,2	1,3	1,8	
Total emisi HC (ton/tahun)	<b>1,84</b>	0,5	0,006	0,05	0,01	<b>2</b>
Faktor emisi CO (g/km)	14	40	2,8	11	8,4	
Total emisi CO (ton/tahun)	4,37	<b>5,05</b>	0,09	0,46	0,03	<b>10</b>
Faktor emisi CO <sub>2</sub> (g/km)	3.180	3.180	3.172	3.172	3.172	
Total emisi CO <sub>2</sub> (ton/tahun)	<b>0,99</b>	0,4	0,1	0,13	0,01	<b>2</b>
Faktor emisi CH <sub>4</sub> (g/km)	0,26	0,07	0,01	0,06	0,01	
Total emisi CH <sub>4</sub> (ton/tahun)	<b>0,08</b>	0,01	0,0003	0,003	0,00004	<b>0,1</b>
Faktor emisi N <sub>2</sub> O (g/km)	0,002	0,005	0,014	0,031	0,031	
Total emisi N <sub>2</sub> O (ton/tahun)	0.0006	0.0006	0.0004	<b>0.0013</b>	0.0001	<b>0.003</b>

## KESIMPULAN

Volume lalu lintas kendaraan yang melintas di Pelabuhan Ferry Amolengo Konawe Selatan yaitu berjumlah total 147 kendaraan/jam, 1411 kendaraan/hari, 515088 kendaraan/tahun. Jenis kendaraan sepeda motor merupakan kendaraan yang paling banyak melintas di lokasi penelitian dan jenis kendaraan bus adalah kendaraan yang paling sedikit melintas. Estimasi beban emisi tahunan yang dihitung berdasarkan faktor emisi diketahui bahwa beban emisi gas CO paling besar dihasilkan oleh kendaraan mobil berbahan bakar bensin yaitu sebesar 5,05 ton/tahun dan sepeda motor yaitu sebesar 4,37 ton/tahun. Beban emisi N<sub>2</sub>O terbesar dihasilkan oleh kendaraan truk yaitu sebesar 0,0013 ton/tahun.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agastiya, B. (2016). *Pemodelan Dan Estimasi Emisi Gas Buang Kapal Dengan Metode Dinamika Sistem Studi Kasus Area Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Cahayani, A. F., Santoso, D. H., & Purwanta, J. (2021). Pola Persebaran Partikulat Dari Industri Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Di Desa Karangkandri, Cilacap. *Prosiding Satu Bumi*, 3(1).
- Damayanti, R., Santoso, P., & Subhiyah, H. (2019). Analisis Perhitungan Ketinggian Cerobong pada AEET 10 MeV dengan Kondisi tanpa Sistem Ventilasi. *PRIMA-Aplikasi Dan Rekayasa Dalam Bidang Iptek Nuklir*, 16(1), 11–16.
- Fauzi, M., Sopandi, D. B., & Hartati, V. (2021). Perhitungan Reduksi Emisi Gas Buang Melalui Penentuan Rute Distribusi Beras di Kota Bandung. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 22(2), 240–248.
- 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.
- Husain, I. H. A. (2019). *Ketahanan Dasar Lingkungan: Basic Environment* (Vol. 1). SAH MEDIA.
- Husen, O. O. (2019). Penerapan Program Langit Biru terhadap Penurunan Penyakit ISPA di Kota Kendari. *Jurnal Akrab Juara*, 4(3), 164–172.
- Ihsan, I. I. F. M., Yani, M. O. H., Hidayat, R., & Permatasari, T. (2021). Fluktuasi Cemar Udara Partikulat dan Tingkat Risikonya terhadap Kesehatan Masyarakat Kota Bogor Fluctuation of Particulate Air Pollutant and Its Risk Level to the Public Health of Bogor City. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 22(1), 38–47.
- Izzah, R. I. S. (2018). *Studi Serapan Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Udara Ambien oleh Tumbuhan Air Menggunakan Indikator Nilai Kumulatif Konsentrasi (Net-CO<sub>2</sub>-Con)*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Karomah, B., & Wilaha, L. (2019). Pemodelan Matematika tentang Penyebaran Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>) Akibat Proses Industri Sebuah Pabrik. *EDUSAINTEK*, 3(1), 397–408.
- Kementrian Lingkungan Hidup. (2010). Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 Tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara Di Daerah. *Pelaksanaan Penedalialian Pencemaran Udara Di Daerah Menteri Negara Lingkungan Hidup*, 1–199.
- Lakawa, I. (2021). Evaluasi Kinerja Layanan dan Tingkat Kepuasan Pelanggan Angkutan Penyeberangan Amolengo-Pure Provinsi Sulawesi



- Tenggara. *Sultra Civil Engineering Journal*, 2(1), 8–18.
- Momon, M., & Astuti, D. (2020). Strategi Penurunan Emisi Gas Buang Kendaraan Di Kota Padang. *Jurnal Kebijakan Pembangunan*, 15(1), 1–10.
- Muzakkar, M. Z., Nurdin, M., Ismail, I., Maulidiyah, M., Wibowo, D., Ratna, R., Saad, S. K. M., & Umar, A. A. (2019). TiO<sub>2</sub> Coated-Asphalt Buton Photocatalyst for High-Performance Motor Vehicles Gas Emission Mitigation. *Emission Control Science and Technology*, 6, 28–36.
- Muziansyah, D. (2015). Model emisi gas buangan kendaraan bermotor akibat aktivitas transportasi (Studi kasus: Terminal Pasar bawah ramayana kota Bandar Lampung). *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain (JRSDD)*, 3(1), 57–70.
- Nasriyati, T., Murningsih, M., & Utami, S. (2018). Morfologi Talus Lichen *Dirinaria Picta* (Sw.) Schaer. Ex Clem pada Tingkat Kepadatan Lalu Lintas yang Berbeda di Kota Semarang. *Jurnal Akademika Biologi*, 7(4), 20–27.
- Ningrum, P. A. P. (2021). Perlindungan Hukum Lingkungan Terhadap Dampak Perilaku Masyarakat Yang Membuang Sampah Di Sungai. *Pariksa*, 5(1), 60–66.
- Pratiwi, D. R., Suryono, H., & Nurmawati, D. (2018). Gambaran Kadar HbCO dalam Darah pada Masyarakat Dusun Gemeling, Gedangan, Sidoarjo. *Gema Lingkungan Kesehatan*, 16(1), 60–72.
- Rimadani, I. A., & Setiawan, A. R. (2018). Menelusuri Makna Keuntungan Di Balik Bertahannya Angkutan Umum “Pedesaan.” *Jurnal Riset Dan Aplikasi: Akuntansi Dan Manajemen*, 3(2), 98–111.
- Saidal Siburian, M. M., & Mar, M. (2020). *Pencemaran Udara dan Emisi Gas Rumah Kaca*. Kreasi Cendekia Pustaka.
- Sinaga, S. M., Hamdi, M., Wasistiono, S., & Lukman, S. (2019). Implementasi Kebijakan Angkutan Umum Massal Berbasis Bus Rapid Transit (BRT) dalam Mewujudkan Sistem Transportasi Publik Perkotaan yang Berkeadilan dan Berkelanjutan di Provinsi DKI Jakarta. *PAPATUNG: Jurnal Ilmu Administrasi Publik, Pemerintahan Dan Politik*, 2(3), 203–220.
- Trisna, S. W. (2019). Pengaruh Isu Global Lingkungan terhadap Karya Desain Interior. *Jurnal Patra*, 1(1), 1–6.
- Untajana, S., Oszaer, R., & Latupapua, Y. T. (2019). Analisis Kebutuhan Kawasan Hutan Kota Berdasarkan Emisi Karbon Dioksida Kota Piru, Seram Bagian Barat. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*, 3(2), 114–126.
- Widiatmono, B. R., Kurniati, E., & Imaya, A. T. (2020). Analisis Sebaran Polutan SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> dan PM<sub>10</sub> dari Sumber Bergerak pada Jalan Arteri Kota Malang. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 6(3), 40–51.