

Pemetaan Beban Emisi Co Dari Kegiatan Transportasi Darat Di Kawasan Sidoarjo Utara

Che Fairuz Zam – Zam¹ dan Rachmanu Eko Handriyono²

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya^{1 2}

e-mail: chefaiz2303@gmail.com

ABSTRACT

The improvement of energy consumption from road vehicles activity in the city area has potentials for increasing the emissions of CO which then will decrease the quality of air in Sidoarjo Regency. This research was carried out by calculating the emission loads of CO resulted from the land transport activity in North Sidoarjo area. Through emission inventory the emission of CO, the researcher could evaluate the emission loads in that area and it was conducted based on the measurement of road length and emission factor of every vehicle passing over totally 17 highways in North Sidoarjo area. The types of vehicles studied were motorbikes, cars, buses, trucks, pick-ups, and public transportation. Waru Highway is the largest contributor to passing vehicles 19,286 units/hour. Finally, the research results indicated that Waru highway had the highest emission loads of CO by 2.52 tons/day and total emission load 14.95 tons/day.

Keywords: *emission load, air quality, road vehicle*

ABSTRAK

Peningkatan konsumsi energi dari kegiatan transportasi darat di kawasan perkotaan berpotensi menyebabkan meningkatnya emisi gas CO sehingga berdampak pada penurunan kualitas udara di Kabupaten Sidoarjo. Penelitian ini menghitung beban emisi gas CO dari kegiatan transportasi darat di kawasan Sidoarjo utara. Tujuan penelitian ini adalah inventarisasi emisi gas CO untuk evaluasi beban emisi di kawasan tersebut. Penelitian ini berdasarkan pengukuran panjang jalan dan faktor emisi setiap jenis kendaraan yang melintas di 17 jalan raya kawasan Sidoarjo utara. Jenis kendaraan yang diteliti adalah sepeda motor, mobil, bis, truk, pick-up, dan angkot. Jalan Raya Waru menjadi penyumbang kendaraan terbanyak yang melintas yaitu 19.286 unit/jam. Hasil penelitian menunjukkan tingkat beban emisi CO terbesar pada Jalan Raya Waru sebesar 2.52 ton/hari dan beban emisi total sebesar 14,95 ton/hari.

Kata kunci: beban emisi, kualitas udara, transportasi darat

PENDAHULUAN

Kabupaten Sidoarjo merupakan daerah dengan perkembangan di berbagai aspek seperti industri, permukiman, perdagangan dan pariwisata. Dalam perkembangannya, Kabupaten Sidoarjo menjadi daerah strategis bagi pengembangan perekonomian dan pembangunan, karena berbatasan langsung dengan Kota Surabaya yang merupakan kota metropolitan. V/CR pada lalu lintas di Kabupaten Sidoarjo dapat mencapai 0,81 khususnya pada arus arah Surabaya – Malang [1]. Dari berbagai sektor yang potensial dalam mencemari udara, sektor transportasi memegang peran yang sangat besar dibandingkan dengan sektor lainnya [2]. Hal ini, disebabkan karena meningkatnya jumlah kendaraan bermotor setiap tahunnya yang sebanding dengan meningkatnya emisi gas buang kendaraan bermotor [3]. Peningkatan konsumsi energi secara tidak langsung dapat menurunkan kualitas udara [4]. Kendaraan bermotor mengeluarkan gas CO sehingga menyumbang 1/3 dari total gas pencemar udara [5]. Biaya perawatan kesehatan juga akan meningkat akibat meningkatnya penyakit kardiovaskular pada masyarakat [6].

Karbon monoksida (CO) adalah gas yang tidak berwarna dan tidak berbau yang dapat berbahaya jika terhirup dalam jumlah besar. Sumber CO terbesar untuk udara luar adalah mobil, truk dan kendaraan lain atau mesin yang membakar bahan bakar fosil. Selain itu, sektor Industri

juga turut memberikan kontribusi yang besar terhadap emisi gas CO [7]. Berbagai barang di rumah seperti minyak tanah dan pemanas ruang gas tanpa kebocoran, cerobong asap dan tungku bocor, dan kompor gas juga melepaskan CO dan dapat memengaruhi kualitas udara di dalam ruangan [8]. Tidak ditemukan laporan mengenai dampak langsung CO terhadap ekosistem. Secara tidak langsung CO dapat mendorong percepatan produksi nitrogen dioksida (NO₂) pada rantai reaksi yang menghasilkan ozon di udara ambien (di troposfer) yang merupakan pencemar sekunder yang dapat menimbulkan dampak terhadap tumbuh-tumbuhan. Tetapi peran CO di dalam rantai reaksi yang kompleks tersebut tidak terlalu dominan dibandingkan dengan senyawa-senyawa hidrokarbon [9]. Sebelumnya, penelitian serupa telah dilakukan di DKI Jakarta dengan 5 jenis kendaraan dan 5 jenis parameter oleh Frazila dkk., 2014 [10].

Secara normatif, Peraturan Pemerintah No. 41/1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, Pasal 6 Ayat 4 memuat ketentuan mengenai perlunya dilakukan kegiatan inventarisasi potensi sumber pencemaran udara. Inventarisasi emisi tidak hanya berfungsi sebagai dasar strategi namun juga untuk mengevaluasi status kualitas udara terkait baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah, mengevaluasi efektivitas kebijakan pengendalian pencemaran udara, dan juga sebagai pertimbangan untuk perubahan kebijakan. Inventarisasi emisi pada kota sangat penting untuk mengetahui kualitas udara pada kota tersebut dan dapat menetapkan strategi yang tepat dalam pengelolaan kualitas udara pada kota tersebut [11].

TINJAUAN PUSTAKA

Sumber Pencemar Udara

Sumber pencemar udara dapat berasal dari kegiatan yang bersifat alami (Natural) serta sumber yang berasal dari kegiatan Antropogenik. Contoh sumber pencemaran udara alami yaitu seperti pencemaran udara yang dihasilkan dari aktivitas vulkanik/gunung berapi, kebakaran hutan, dekomposisi biotik, debu, sporan dan lain-lain. Pencemaran udara akibat aktivitas manusia (kegiatan antropogenik), secara kuantitatif lebih besar. Untuk kategori ini sumber-sumber pencemaran dibagi dalam pencemaran akibat aktivitas transportasi, industry, dari persampahan, baik akibat dekomposisi ataupun pembakaran, dan rumah tangga [12].

Gas Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida sangat beracun dan menjadi cairan pada tekanan rendah. Gas ini bersumber dari pembakaran bensin, gas alam, arang, kayu, dan bahan bakar lainnya. Peranti, alat, pemanas ruang, dan generator yang menggunakan bahan bakar ini dapat menghasilkan karbon monoksida melalui pembakaran yang tidak sempurna. Kenalpot kendaraan dan asap tembakau juga mengandung karbon monoksida. Selain itu, juga bisa berasal dari kebakaran hutan. Dalam jangka pendek, Paparan dari menghirup karbon monoksida dapat menyebabkan sakit kepala, mual, muntah, penglihatan kabur, kebingungan, pusing, sakit dada, kelemahan, sulit bernafas, kerusakan pada jantung dan otak dan ketidaksadaran. Menghirup karbon monoksida dalam jumlah besar mengancam jiwa [13].

Inventarisasi Emisi

Terdapat beberapa tahapan dalam mengatasi permasalahan kualitas udara, pertama adalah melakukan inventarisasi emisi untuk mengetahui potensi dari sumber pencemar. Dan untuk inventarisasi emisi dari sektor transportasi pada khususnya, diperlukan pendekatan dengan menghitung data kendaraan dalam sistem jaringan transportasi yang kompleks. Salah satu pendekatan tersebut adalah Pemodelan Transportasi, suatu model yang dapat merepresentasikan sistem jaringan dan kegiatan pada jalan. Data hasil dari Inventarisasi Emisi diolah dan disajikan dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) yaitu perangkat lunak komputer yang memberikan tampilan dalam bentuk informasi geografis pada wilayah Inventarisasi Emisi yang dapat membantu

dalam mengelola informasi emisi dalam jumlah besar dan menyajikan peta emisi dengan memetakan data dalam format grid [14].

METODE

Penelitian dilakukan di 17 (tujuh belas) titik sumber kemacetan pada jalan raya kawasan Kabupaten Sidoarjo Utara berdasarkan pengamatan menggunakan *google maps* pada rentang waktu jam puncak 06.00 – 09.00 WIB sebagaimana data puncak kesibukan lalu lintas yang didapat dari Dishub Kab. Sidoarjo. Metode yang digunakan merujuk pada Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara di Perkotaan oleh Kementerian Lingkungan Hidup yang terdiri dari data primer dan data sekunder.

a. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari observasi berupa pengukuran, sampling ataupun dokumentasi. Data primer yang didapat dalam penelitian ini adalah jumlah dan jenis kendaraan yang melintas pada jam puncak selama 30 menit di jalan raya, kemudian hasilnya dikonversi ke satuan jam. Selain itu, panjang jalan dan titik koordinat sampling menggunakan bantuan *google earth* dan *google maps* untuk mengetahui jalur kemacetan.

b. Data Sekunder

Data sekunder yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data faktor emisi kendaraan yang digunakan dalam menghitung beban emisi pencemar udara berdasarkan Permen LHK No. 12 tahun 2010. Sedangkan data jam dan hari puncak kemacetan didapat dari Dinas Perhubungan Kabupaten Sidoarjo. Selain itu, peta jalur transportasi darat diperlukan dalam melakukan pemetaan.

Dalam menghitung beban emisi tiap kendaraan menggunakan rumus berikut:

$$E_{ej} = \text{VKT}_{ji} \cdot EF_{ej} (100-C) / 100$$

Dimana:

$\text{VKT}_{j,\text{line}}$ (km/tahun) = VKT kategori kendaraan j pada ruas jalan i yang dihitung sebagai sumber garis

Q_{ji} = volume kendaraan dalam kategori j pada ruas jalan i (kendaraan/tahun)

l_i = panjang ruas jalan i (km)

$E_{c_{ji}}$ = emisi pencemar c untuk kendaraan kategori j pada ruas jalan i

C = efisiensi peralatan pengendali emisi (%)

C = 0, jika tidak terpasang peralatan pengendali.

Terkait factor emisi yang digunakan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Faktor Emisi Berdasarkan Jenis Kendaraan [10]

Kategori	CO (g/km)
Sepeda motor	14
Mobil (bensin)	40
Mobil (solar)	2,8
Mobil Sedan	33,8
Bis	11
Truk	8,4
Pick-up	31,8
Angkot	43,1

Adapun pemetaan Beban Emisi Pencemar Udara di Kawasan Sidoarjo Utara menggunakan software ArcGIS. Pemetaan ini, berdasarkan tingkat besaran beban emisi dan jenis

pencemar udara di setiap jalur kendaraan yang telah ditentukan. Untuk tingkat beban emisi dibagi menjadi 4 (empat) warna kategori berdasarkan yang paling tinggi: merah, oranye, kuning dan warna hijau yang paling rendah tingkat pencemarnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan sampling jumlah kendaraan yang melintas dilakukan pada saat *pandemic covid – 19* padatanggal 24 Maret – 19 Mei 2020, tepatnya saat jam puncak kemacetan (06.00 – 09.00 WIB) dengan berdasarkan 8 jenis variabel kendaraan. Fluktuasi emisi sektor transportasi on-road sangat bergantung pada jenis kendaraan [15]. Kuantitas kendaraan ini diperlukan dalam mendapatkan nilai beban emisi di setiap titik sampling. Adapun hasil perhitungan konversi laju kuantitas kendaraan dalam satuan jam (60 menit) dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Konversi Jumlah Kendaraan yang Melintas Selama 60 Menit

No.	Nama Jalan	Jumlah Tiap Variabel Kendaraan per 60 menit								Jumlah Unit
		SM	MB	MSO	MSE	T	PU	B	A	
1	Jl. Raya Taman	12654	1240	432	62	490	222	60	68	15.228
2	Jl. Raya Kletek	10862	1066	372	54	422	192	52	70	13.090
3	Jl. Raya Trosobo	9324	914	320	46	362	164	46	52	11.228
4	Jl. Sawunggaling	326	320	112	18	128	58	4	22	988
5	Jl. Ngelom	7458	364	198	22	68	70	2	108	8.290
6	Jl. Letjend Sutoyo	5518	304	140	22	26	26	12	86	6.134
7	Jl. Raya Waru	14028	2388	888	120	888	840	2	132	19.286
8	Jl. Brigjend Katamso	4128	372	276	24	12	48	0	62	4.922
9	Jl. Tropodo	4188	306	214	30	72	36	0	34	4.880
10	Jl. Berbek	2974	270	184	12	58	60	0	54	3.612
11	Jl. Berbek Industri VII	1980	510	300	32	60	62	0	30	2.974
12	Jl. Wadung Asri	3690	210	150	10	30	36	0	60	4.186
13	Jl. Letjen S. Parman	10788	1644	540	48	336	492	0	96	13.944
14	Jl. Bandara Djuanda	3192	840	216	24	384	240	2	36	4.934
15	Jl. Ketajen	3738	60	24	8	32	12	2	4	3.880
16	Jl. Ahmad Yani	13008	1320	456	96	228	264	0	96	15.468
17	Jl. Sukodono	3380	168	64	12	66	44	0	6	3.740

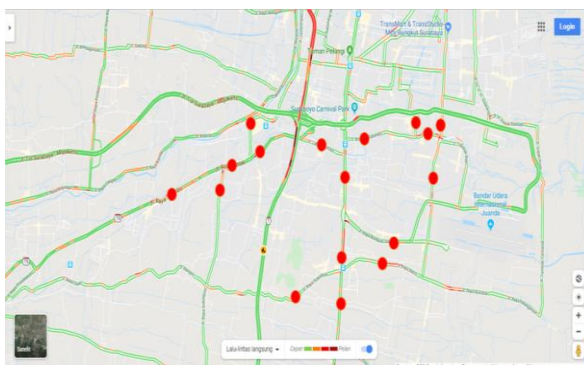
Sumber: *Perhitungan Pribadi, 2020*

Keterangan:

SM	: Sepeda Motor	T	: Truk
MB	: Mobil Bensin	PU	: Pickup (Truk Kecil)
MSO	: Mobil Solar	B	: Bis
MSE	: Mobil Sedan	A	: Angko

Tingkat kepadatan kendaraan terbesar dari ke 17 (tujuh belas) jalan raya di kawasan Sidoarjo Utara adalah di Jalan. Raya Waru. Jumlah kendaraan yang melintas sebanyak: sepeda motor (14.028 unit/jam), mobil bensin (2.388 unit/jam), mobil solar (888 unit/jam), mobil sedan

(120 unit/jam), truk (888 unit/jam), pick up (840 unit/jam), bis (2 unit/jam) dan angkot (132 unit/jam). Hal ini, memungkinkan pencemaran oleh emisi kendaraan terbesar pada jalan raya tersebut. Dalam menghitung emisi pencemar (Eij) selain data volume kendaraan dan faktor emisi, diperlukan data panjang jalan. Selain itu, titik koordinat juga diperlukan untuk mengetahui titik lokasi pasti dalam melakukan sampling. Data pengukuran panjang jalan dan penentuan titik koordinat dilakukan dengan menggunakan google earth. Adapun peta lokasi sampling dapat dilihat pada **Gambar 1** serta data mengenai panjang jalan dan titik koordinat dapat dilihat pada **Tabel 3**.

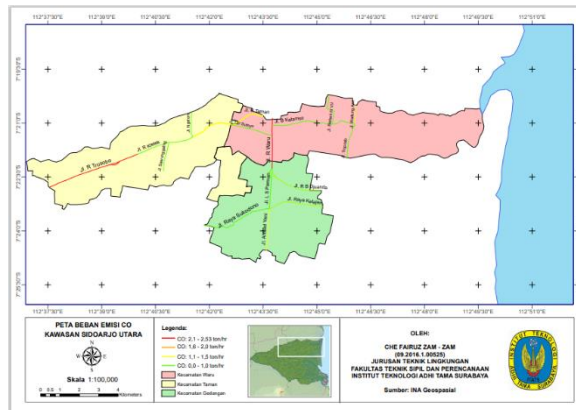


Gambar 1. Peta Lokasi Titik Sampling Perhitungan Jumlah Kendaraan.

Tabel 3. Data Panjang Jalan dan Titik Koordinat Sampling

No.	Nama Jalan	Panjang Jalan (m)	Titik Koordinat
1.	Jl. Raya Taman	231	7°21'20.78"S112°41'38.90"E
2.	Jl. Raya Kletek	190	7°21'33.78"S112°41'4.84"E
3.	Jl. Raya Trosobo	505	7°22'3.99"S112°39'35.92"E
4.	Jl. Raya Sawunggaling	221	7°21'50.06"S112°40'47.83"E
5.	Jl. Ngelom	133	7°20'53.45"S112°41'28.94"E
6.	Jl. Letjend Sutoyo	221	7°21'15.31"S112°43'25.50"E
7.	Jl. Raya Waru	310	7°21'5.66"S112°43'44.83"E
8.	Jl. Brigjend Katamso	313	7°21'5.40"S112°43'53.15"E
9.	Jl. Raya Tropodo	182	7°21'55.10"S112°45'49.90"E
10.	Jl Raya Berbek	121	7°20'58.53"S112°45'45.90"E
11.	Jl. Berbek Industri VII	70	7°20'57.31"S112°45'26.22"E
12.	Jl. Raya Wadung Asri	83	7°20'54.18"S112°46'3.29"E
13.	Jl. Letjen S. Parman	151	7°23'2.81"S112°43'41.51"E
14.	Jl. Raya Bandara Djuanda	270	7°22'44.43"S112°44'8.67"E
15.	Jl. Raya Ketajen	285	7°23'12.39"S112°44'9.87"E
16.	Jl. Ahmad Yani	208	7°23'43.64"S112°43'38.07"E
17.	Jl. Raya Sukodono	357	7°23'26.15"S112°43'33.54"E

Dari perhitungan beban emisi diketahui jumlah beban pencemar CO terbesar berada di Jl. Raya Waru sebanyak 104.884,41 gr/jam atau setara dengan 2,52 ton/hr. Hal ini, disebabkan karena Jl. Raya Waru merupakan jalur arteri penghubung lintas Kabupaten Sidoarjo menuju Kota Surabaya dengan tingkat kemacetan tinggi khususnya pada waktu pagi dan sore. Adapun hasil pemetaan beban emisi CO dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Pemetaan Beban Emisi CO pada Jalan di Kawasan Sidoarjo Utara

Adapun rekapitulasi data tingkat beban emisi (ton/hr) dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Rekapitulasi Beban Emisi CO di Kawasan Sidoarjo Utara.

No.	Nama Jalan	Beban Emisi
		(ton/hari)
		CO
1	Jl. Raya Taman	1.36
2	Jl. Raya Kletek	0.96
3	Jl. Raya Trosobo	2.19
4	Jl. Raya Sawunggaling	0.12
5	Jl. Ngelom	0.41
6	Jl. Letjend Sutoyo	0.51
7	Jl. Raya Waru	2.52
8	Jl. Brigjend Katamso	0.59
9	Jl. Raya Tropodo	0.33
10	Jl Raya Berbek	0.17
11	Jl. Berbek Industri VII	0.90
12	Jl. Raya Wadung Asri	1.29
13	Jl. Letjen S. Parman	0.88
14	Jl. Raya Bandara Djuanda	0.60
15	Jl. Raya Ketajen	0.38
16	Jl. Ahmad Yani	1.27
17	Jl. Raya Sukodono	0.49
Total Jumlah		14.95

Sumber: Perhitungan Pribadi, 2020

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

- a. Dari evaluasi pemetaan GIS, beban pencemar CO sangat tinggi terdapat pada Jl. Raya Waru dan Jl. Raya Trosobo. Sedangkan beban pencemar CO sedang meliputi Jl. Ahmad Yani, Jl. Raya Wadung Asri dan Jl. Raya Taman. Serta beban pencemar CO rendah meliputi Jl. Letjen S. Parman, Jl. Raya Sukodono, Jl. Raya Ketajen, Jl. Bandara Djuanda, Jl. Brigjend Katamso, Jl. Raya Berbek, Jl. Berbek Industri VII, Jl. Raya Tropodo, Jl. Letjend Sutoyo, Jl. Ngelom, Jl. Raya Kletek dan Jl. Raya Sawunggaling.
- b. Pemetaan beban emisi kendaraan dari ke 17 (tujuh belas) titik sampling diperoleh hasil tingkat beban emisi CO terbesar terdapat pada Jl. Raya Waru 2,52 ton/hr dan beban emisi CO total di semua jalan di kawasan Sidoarjo Utara adalah 14,95 ton/hari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Laporan Dishub Sidoarjo, Pengambilan Data Volume Lalu Lintas atau Surver Pencacahan Lalu Lintas pada Ruas Jalan di Kabupaten Sidoarjo, Sidoarjo: Dishub Kab Sidoarjo, 2018.
- [2] A. Dwinta, H. Gunawan, Y. Ruslinda dan V. Bachtiar, "Model Hubungan Konsentrasi Particulat Matter 10 μ M (PM10) di Udara Ambien dengan Karakteristik Lalu Lintas di Jaringan Jalan Primer Kota Padang," *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, pp. ISSN: 2407 - 1846, 2018.
- [3] A. M. Navastara dan D. Kusumawardani, "Analisis Besaran Emisi Gas CO₂ Kendaraan Bermotor Pada Kawasan Industri SIER Surabaya," *Jurnal Teknik ITS*, pp. Vol 3 (2): 41 - 46, 2017.
- [4] R. E. Handriyono dan M. N. Kusuma, "Kajian Beban Emisi SO₂ dan NO_x dari Kegiatan Industri di Kawasan Industri Sier Surabaya," *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, pp. Vol 3 (2): 41 - 46, 2017.
- [5] S. Kuncoro, *Global Warming, Food, and Water Problems, Solutions, and The Changes of World Geopolitical Constellation*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press., 2011.
- [6] P. A. Heidenreich, J. G. Trogon, O. A. Khavjou, J. Butler, K. Dracup, M. D. Ezekowitz dan Y. J. Woo, "Forecasting the Future of Cardiovascular Disease in the United States: A Policy Statement from the American Heart Association," *Circulation*, pp. Vol 123 (8): 933 - 44, 2011.
- [7] D. G. Tulandi dan R. E. Handriyono, "Analisis Konsentrasi CO Pada Kegiatan Industri Pengasapan Ikan Di Tambak Wedi Surabaya," *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VII*, pp. hal 107-112. Surabaya, 28 September 2019: ITATS, 2019.
- [8] US.EPA, "Carbon Monoxide (CO) Pollution in Outdoor Air," 2016. [Online]. Available: <https://www.epa.gov/co-pollution/basic-information-about-carbon-monoxide-co-outdoor-air-pollution#What%20is%20CO>. [Diakses 7 Maret 2020].
- [9] D. R. Suhadi dan A. S. Febrina, *Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara di Perkotaan*, Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup, 2013.
- [10] R. B. Frazila, L. Siami dan A. Sofyan, "Perhitungan Penurunan Beban Emisi Pencemaran Udara dari Pembangunan Jalur Tol JORR W2 di DKI Jakarta," *Jurnal Teknik Lingkungan*, p. Vol 20 (2): 152 – 161., 2014.
- [11] H. S. Huboyo, R. R dan P. Andarani, "Inventarisasi Emisi Gas Konvensional (NO_x, SO_x, CO, HC, PM) dan Gas Rumah Kaca (CO₂) dari Industri Titik dan Area dengan Peta Sebaran Emisi di Kota Semarang," *Jurnal Teknik Lingkungan*, p. 1 – 10., 2018.

- [12] M. Soedomo, *Pencemaran Udara*, Bandung: ITB Press, 2001.
- [13] US.NLM, "Carbon Monoxide," 2019. [Online]. Available: <https://toxtown.nlm.nih.gov/chemicals-and-contaminants/carbon-monoxide>. [Diakses 7 Maret 2020].
- [14] B. P. Samadikun, T. T. Buanawati dan H. S. Huboyo, "Estimasi Emisi Pencemar Udara Kenvensional (SO_x, NO_x, CO, dan PM) Kendaraan Pribadi Berdasarkan Metode International Vehicle Emission (IVE) di Beberapa Ruas Jalan Kota Semarang," *Jurnal Teknik Lingkungan*, pp. Vol 6 (3): 1 -12, 2017.
- [15] J. Hermawan, A. R. Anni'mah dan A. F. Assomadi, "Inventarisasi Fluktuasi Emisi Polutan NO_x, CO₂, dan CH₄ di Bandar Udara Internasional Juanda Kabupaten Sidoarjo," *Jurnal Teknik ITS*, pp. Vol 7 (1): 2337-3520, 2018.