

## Identifikasi Emisi CO Kendaraan Bermotor di Jalan Jemur Andayani- Jalan Raya Kendangsari Industri Kota Surabaya dengan Model *Caline-4*

Umniati Huwaida Urwatul Wutsqo<sup>1</sup>, Luqman Cahyono<sup>1\*</sup>, Ahmad Erlan Afiuddin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

\*Email : luqmancahyono24@ppns.ac.id

### ABSTRAK

Jalan Jemur Andayani hingga Jalan Raya Kendangsari Industri Kota Surabaya merupakan jalan arteri sekunder dua arah yang menghubungkan Jalan Ahmad Yani menuju kawasan industri SIER. Kawasan industri SIER merupakan kawasan industri terbesar di Kota Surabaya yang didominasi oleh industri skala besar. Banyaknya sarana – prasarana di lokasi penelitian mempengaruhi mobilitas kendaraan bermotor tinggi, dan menyebabkan terjadinya kemacetan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi besaran emisi CO dari kendaraan bermotor dengan model *Caline-4*. Lokasi penelitian dibagi menjadi 2 segmen, kemudian dilakukan identifikasi berdasarkan waktu yakni hari kerja, hari transisi, dan hari libur. Pengambilan data dilakukan pada 3 jam puncak yakni pagi pada pukul 07.00 – 08.00 WIB, siang pada pukul 12.00 – 13.00 WIB, dan sore pada pukul 16.00 – 17.00 WIB. Hasil dari penelitian menunjukkan volume lalu lintas rata – rata tertinggi sebesar 11.760 unit/jam di hari transisi dengan nilai beban emisi sebesar 45,77 g/km di Jalan Raya Kendangsari Industri. Volume lalu lintas tertinggi di Jalan Jemur Andayani sebesar 6.095 unit/jam di hari kerja dengan nilai beban emisi sebesar 21,46 g/km. Model *Caline-4* menunjukkan besaran emisi CO hari kerja sebesar 3,2 ppm di wilayah segmen 1. Pada hari transisi sebesar 5,5 ppm di wilayah segmen 2, dan pada hari libur sebesar 1,3 ppm di wilayah segmen 1.

**Keywords:** *Beban Emisi, Karbon Monoksida, Kendaraan Bermotor, Caline-4, Traffic Counting*

### 1. PENDAHULUAN

Sektor transportasi mengeluarkan emisi CO tertinggi yaitu sekitar 80,22 – 90%, akibat pembakaran bahan bakar fosil (Turmuzi, 2018). Hal ini merupakan penyebab utama pencemaran udara terutama di daerah perkotaan (Ghanshyam, 2018). Konsentrasi emisi CO di udara dalam satu hari dipengaruhi oleh aktivitas kendaraan bermotor. Semakin padat kendaraan bermotor yang ada, maka semakin tinggi tingkat emisi yang dihasilkan (Asri, 2022). Sepanjang Jalan Jemur Andayani hingga Jalan Raya Kendangsari Industri merupakan jalan arteri sekunder dua arah yang menghubungkan Jalan Ahmad Yani menuju kawasan industri SIER.

Di jalanan lokasi penelitian, mobilitas kendaraan bermotor tinggi menyebabkan terjadinya kemacetan (Kusumawardani, 2017). Auwe (2022), menyebutkan sebanyak 12.759 unit/hari kerja dan mencapai 16.290 unit/hari libur kendaraan bermotor yang melintas pada jalur timur ke barat menuju ke Jalan Raya Kendangsari Industri. Selain beroperasinya kawasan industri, lokasi penelitian selalu ramai karena infrastruktur dibangun untuk mendukung kegiatan masyarakat seperti fasilitas kesehatan, fasilitas jasa, bank, perkantoran, pertokoan, perumahan, penginapan, dan lain – lain.

Berdasarkan data pemantauan Dinas Perhubungan Kota Surabaya tahun 2022, sepanjang Jalan Jemur Andayani – Jalan Raya Kendangsari Industri belum pernah dilakukan pemantauan secara intensif mengenai kendaraan bermotor yang melintas. Pemantauan konsentrasi karbon monoksida dari kendaraan bermotor perlu dilakukan secara intens, namun pemantauan terus – menerus memerlukan biaya, waktu, tenaga, dan teknologi. Alternatif yang dapat dilakukan untuk mengetahui konsentrasi dan pola sebaran emisi dengan bantuan teknologi komputer yang terintegrasi dengan persamaan model (Firstanti, 2022). Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengidentifikasi besaran konsentrasi emisi CO yang dihasilkan dari kendaraan bermotor dengan model *Caline-4*.

### 2. METODE

Dalam mengidentifikasi konsentrasi CO dari kendaraan bermotor dengan model *Caline-4* dapat dilakukan beberapa langkah kerja, yaitu pengumpulan data sekunder dan primer. Data sekunder mencakup data meteorologi dan geometri jalan, sedangkan data primer berupa perhitungan volume kendaraan dan beban emisi. Kedua data tersebut dapat dimasukkan dalam pengerjaan model *Caline-4*.

#### 2.1 Data Sekunder

Data sekunder penelitian ini antara lain kondisi meteorologi dan geometri jalan lokasi penelitian. Data meteorologi didapat dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Kelas I Juanda. Data geometri jalan meliputi lebar jalan dan ketinggian lokasi didapat dari *google earth*.

## 2.2 Data Primer

### A. Perhitungan Volume Kendaraan

Pelaksanaan *traffic counting* dilakukan melalui video CCTV yang dikelola *real-time* oleh Dinas Perhubungan Kota Surabaya. Dalam mempermudah perhitungan jumlah kendaraan bermotor, lokasi dibagi menjadi 2 segmen. Segmen 1 mencakup Jalan Jemur Andayani 985 m dan segmen 2 mencakup Jalan Raya Kendangsari Industri 695 m. Perhitungan kendaraan bermotor menggunakan bantuan aplikasi android "*traffic counter*", dan pengambilan titik koordinat dengan GPS *Garmin*. Penentuan titik lokasi *traffic counting* ditentukan mengikuti Petunjuk Teknis Dekonsentrasi Pengendalian Pencemaran Udara Sumber Bergerak Kementerian Lingkungan Hidup tahun 2012 dan pedoman Pd. T-19-2004-B Survei Pencacah. Lokasi pengambilan *sampling traffic counting* meliputi:

- Titik 1 : Depan kantor pos (ruas kanan segmen 1) [S: 7°19'45.13" E: 112°44'39.95"]
- Titik 2 : Depan pos satpam JAC (ruas kiri segmen 1) [S: 7°19'40.45" E: 112°44'9.81"]
- Titik 3 : Depan RS. Royal (ruas kanan segmen 2) [S: 7°19'45.71" E: 112°45'3.12"]
- Titik 4 : Seberang kantor pos (ruas kiri segmen 2) [7°19'46.25" E: 112°44'40.40"]

Teknis waktu *traffic counting* berpedoman pada PermenLH No. 12 Tahun 2010, dengan pendekatan yang dilakukan dalam pengambilan sampel secara manual untuk mendapatkan rata-rata jam dan disesuaikan dengan kebutuhan penelitian yang menganalisa beban emisi pada lalu lintas padat aktivitas. Perhitungan jumlah kendaraan dilakukan selama 3 (tiga) hari pada hari Senin, Jum'at, dan Minggu pada tanggal 20, 24, dan 26 Februari 2023. *Traffic counting* dilakukan pada hari Senin karena pada hari tersebut merupakan hari pertama aktif melakukan kegiatan bekerja, hari Jum'at karena merupakan hari transisi atau peralihan dari kegiatan bekerja konvensional menuju libur, dan hari Minggu merupakan hari libur kegiatan bekerja. Waktu *traffic counting* dibagi menjadi 3 (tiga) periode waktu yakni pagi pada pukul 07.00 – 08.00 WIB, siang pada pukul 12.00 – 13.00 WIB, dan sore pada pukul 16.00 – 17.00 WIB.

### B. Perhitungan Beban Emisi

Besaran beban emisi dihitung menggunakan volume kendaraan yang didapat selama pengamatan dan faktor emisi per tipe kendaraan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1** Faktor Emisi

Kategori untuk perhitungan beban pencemar udara	Sepeda Motor	Mobil (bensin)	Mobil (solar)	Mobil (BBM jenis lain)	Bis	Truk
	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km
<b>Fakto Emisi CO</b>	14,00	40,00	2,80	32,40	11,00	8,40

Sumber : Peraturan Menteri LH No. 12 Tahun 2010

Besaran emisi dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$q = \frac{\sum_{i=1}^n EF_i \times V_i}{T} \quad (1)$$

Untuk mengubah satuan dari g/km menjadi g/mil/jam untuk menyesuaikan *input Caline-4* dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$q(g/mil/jam) = 0,621 \times q(g/km/jam) \quad (2)$$

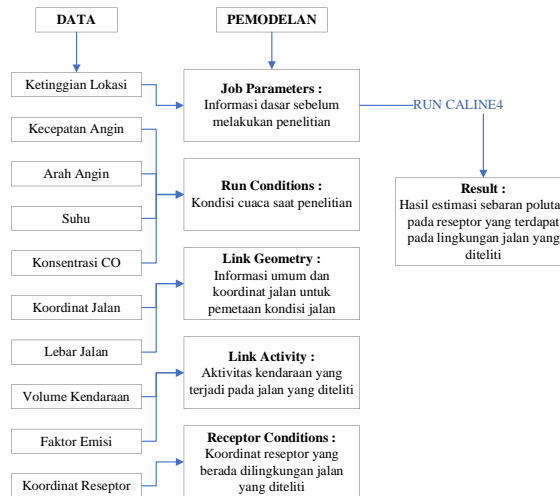
Keterangan:

q = Besaran beban emisi (g/km/jam); EF = Faktor emisi kendaraan (g/km), V = Volume kendaraan (unit/jam);

I = Tipe/jenis kendaraan; T = Total kendaraan (unit)

## 2.3 Pemodelan Caline-4

File *input* dalam penggunaan model *Caline-4* terdiri dari 5 (lima) tipe masukan yaitu *Job Parameter*, *Run Conditions*, *Link Geometry*, *Link Activity*, *Receptor Conditions* dan 1 *output* yaitu *Result*. Alur kerja model ini dapat digambarkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1 Alur Kerja Caline-4

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Volume Kendaraan

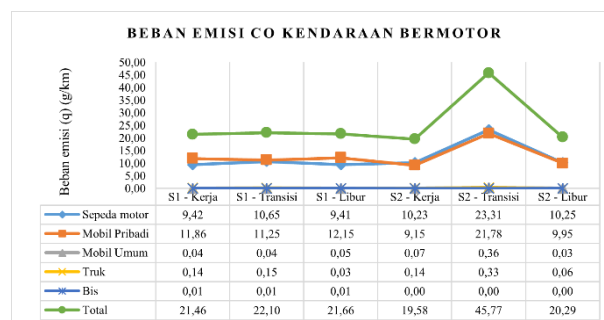
Jenis kendaraan bermotor yang dihitung diklasifikasikan menjadi beberapa kategori mengacu pada pedoman Pd. T-19-2004-B Survei Pencacah Lalu Lintas dengan Cara Manual yaitu: Kendaraan Pribadi (Bensin), Kendaraan Umum (Solar), Sepeda Motor (Bensin), Truk (Solar), dan Bis (Solar). Data volume kendaraan bermotor di hari kerja, hari transisi, dan hari libur disajikan pada **Tabel 2** berikut ini.

Tabel 2 Data Volume Kendaraan Bermotor

Segmen	Total Rata – Rata/Jam	Arus lalu lintas (unit)					Total
		Sepeda motor	Mobil Pribadi	Mobil Umum	Truk	Bis	
1	Hari Kerja	4.755	2.094	95	116	5	7.065
	Hari Transisi	4.317	1.596	74	103	6	6.095
	Hari Libur	3.313	1.497	97	18	4	4.928
2	Hari Kerja	5.287	1.655	178	117	0	7.236
	Hari Transisi	8.239	2.694	630	197	0	11.760
	Hari Libur	4.152	1.411	68	41	1	5.673

#### 3.2 Perhitungan Beban Emisi

Perhitungan beban emisi bertujuan untuk memperkirakan besar emisi CO yang dihasilkan dari aktivitas kendaraan bermotor di sepanjang Jalan Jemur Andayani – Jalan Raya Kendangsari Industri. Nilai beban emisi dipengaruhi oleh karakteristik atau jenis aktivitas kendaraan bermotor khususnya pada bahan bakar yang digunakan. Perbandingan nilai beban emisi gas CO pada setiap jenis kendaraan bermotor secara lebih jelas dapat dilihat pada **Gambar 2**. Data kendaraan bermotor yang dihitung beban emisinya merupakan data total rata – rata/jam.



Gambar 2 Beban Emisi CO Kendaraan Bermotor

#### 3.3 Hasil Model Caline-4

Dalam mengestimasi sebaran polutan CO yang telah terdispersi ke udara bebas dengan besaran dampak yang diterima pada setiap reseptor di sepanjang Jalan Jemur Andayani – Jalan Raya Kendangsari Industri,

digunakan *software Caline-4*. Data meteorologi, volume kendaraan, beban emisi, dan koordinat jalan dijadikan data masukan dalam *software Caline-4* untuk memprediksi dampak dari emisi lalu lintas pada setiap reseptor. Data meteorologi yang digunakan sebagai data masukan disajikan pada **Tabel 3**.

**Tabel 3** Data Meteorologi Lokasi Penelitian

Hari	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Kecepatan Angin (m/s)	Arah Angin (°)	Stabilitas Atmosfir (P-G Class A-F)	Mixing Height (m)
Senin, 20 Feb 2023	26.7	88	2	270	C	1000
Jum'at, 24 Feb 2023	28.5	77	5	270	C	1000
Minggu, 26 Feb 2023	27.3	79	4	270	C	1000

Sumber: Data Stasiun BMKG Juanda, 2023

Penentuan stabilitas atmosfer Pasquill dan Giffort dilakukan berdasarkan pengamatan penyinaran matahari dan tutupan awan di lokasi penelitian. Hasil pengolahan data model *Caline-4* berupa konsentrasi CO (ppm) yang dapat dilihat pada **Tabel 4** untuk segmen 1 dan **Tabel 5** untuk segmen 2.

**Tabel 4** Nilai Konsentrasi CO *Caline-4* Segmen 1

Segmen 1				
No	Nama Reseptor	Prediksi Konsentrasi CO (ppm)		
		Hari Kerja	Hari Transisi	Hari Libur
1.	Kantor Pos Jemur Andayani	3,2	1,4	1,3
2.	Bank BRI	1,8	0,7	0,8
3.	Perkumpulan Warung Kopi	1,6	0,7	0,7
4.	Dealer Hyundai	1,1	0,4	0,5
5.	Maybank dan ruko lainnya	0,1	0,1	0,1
6.	RSIA Perdana Medika	0,9	0,4	0,4
7.	Kantor Pramita Lab	1,7	0,7	0,7
8.	Pertokoan dan Pergudangan	0,1	0,1	0,1
9.	Masjid Al Hidayah	1,3	0,6	0,5
10.	Jatim Ventura	1,1	0,5	0,5
11.	Bank Mayapada, Rosari	1,2	0,6	0,5
12.	Perumahan Jemur Andayani	0,0	0,0	0,0
13.	CIMB Bank	1,6	0,7	0,7
14.	RM. Bundo Santi	2	0,9	0,8
15.	PT Fajar Mas Murni	1,1	0,5	0,5

Sumber: Hasil Pemodelan *Caline-4*, 2023

**Tabel 5** Nilai Konsentrasi CO *Caline-4* Segmen 2

Segmen 2				
No	Nama Reseptor	Prediksi Konsentrasi CO (ppm)		
		Hari Kerja	Hari Transisi	Hari Libur
1.	RS. Royal	3	5,4	1,1
2.	Indomaret Kendangsari	3	5,3	1,1
3.	Bank BCA	3	5,2	1,1
4.	Bengkel Mobil	1,9	3,2	0,7
5.	Dealer Honda	2,9	4,8	1
6.	Alfamart Kendangsari	3,3	5,5	1,1
7.	Toko Donat	2,9	4,8	1
8.	Pergudangan Universitas Dinamika	2,9	4,7	1
9.	Gereja Jemaat Sejahtera	2,3	3,8	0,8
10.	Kantor Dewan PDIP	2,8	4,6	0,9
11.	Koperasi Simpan Pinjam Intidana	2,5	4,3	0,9
12.	Pertokoan. Warung Kopi dan Makan	2,9	4,9	1
13.	Pertokoan Kue dan Jajan	3,1	5,4	1,1
14.	Kantor Telkom Rungkut	2,8	4,9	1
15.	Pemukiman Kutisari Utara	2,5	4	0,8

Sumber: Hasil Pemodelan *Caline-4*, 2023

Tabel 4 menampilkan hasil prediksi konsentrasi CO pada setiap lokasi reseptor di segmen 1. Konsentrasi emisi CO tertinggi berada di titik reseptor kantor pos Jemur Andayani yakni sebesar 3,2 ppm di hari kerja; 1,4 ppm di hari transisi; dan 1,3 ppm di hari libur. Konsentrasi emisi CO terendah berada di titik perumahan Jemur Andayani yakni sebesar 0 ppm di semua periode hari. Pada segmen 2 Tabel 5, konsentrasi emisi CO tertinggi berada di titik reseptor Alfamart Kendangsari yakni sebesar 3,3 ppm di hari kerja; 5,5 ppm di hari transisi; dan 1,1 ppm di hari libur. Konsentrasi emisi CO terendah berada di titik bengkel mobil yakni sebesar 1,9 ppm di hari kerja; 3,2 ppm di hari transisi; dan 0,7 ppm di hari libur.

Kantor Pos Jemur Andayani menempati lokasi utama dengan konsentrasi emisi CO tertinggi diantara beberapa reseptor di wilayah segmen 1. Hal tersebut dapat dipengaruhi dari lokasi kantor pos yang berada ditepian jalan raya, hanya berbatasan dengan trotoar dengan panjang  $\pm 3$  meter. Sama halnya dengan titik reseptor Alfamart Kendangsari yang merupakan lokasi utama dengan konsentrasi emisi CO tertinggi di wilayah segmen 2. Alfamart Kendangsari tepat berada di ujung tikungan geometri jalan yang mana tidak adanya jarak antara teras dan jalan raya.

Beban emisi dan volume kendaraan bermotor pada penelitian ini memiliki pengaruh terhadap besaran konsentrasi CO. Berdasarkan analisa data volume kendaraan bermotor pada subab 3.1 dapat dinyatakan bahwa volume puncak segmen 1 berada di hari kerja yakni sebesar 7.065 unit/jam dengan beban emisi sebesar 21,46 g/km (**Gambar 2**). Hal ini sesuai dengan hasil konsentrasi prediksi emisi CO segmen 1 di Kantor Pos Jemur Andayani mendapati nilai puncak di hari kerja. Sama seperti segmen 1, pada segmen 2 mendapati volume puncak berada di hari transisi yakni sebesar 11.760 unit/jam dengan menghasilkan beban emisi yakni 45,77 g/km (**Gambar 2**). Pengaruh tersebut dapat dibuktikan dengan hasil konsentrasi prediksi emisi CO di Alfamart Kendangsari mendapati nilai puncak di hari transisi.

#### 4. KESIMPULAN

Nilai konsentrasi terbesar emisi karbon monoksida (CO) kendaraan bermotor di sepanjang Jalan Jemur Andayani – Jalan Raya Kendangsari Industri pada hari kerja sebesar 3,2 ppm di wilayah segmen 1. Pada hari transisi sebesar 5,5 ppm di wilayah segmen 2, dan pada hari libur sebesar 1,3 ppm di wilayah segmen 1.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dinas Perhubungan Kota Surabaya dan Stasiun BMKG Kelas I Juanda atas bantuannya dalam proses pengambilan data primer dan sekunder.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Asri, L. N., Sari, K. E., & Meidiana, C. (2022). *Emisi Co Kendaraan Bermotor Pada Ruas Jalan Dengan Tingkat Pelayanan Rendah Di Kota Malang. Planning for Urban Region and Environment Journal (PURE)*, Vol. 11 No. 1, pp. 31-38.
- Auwe, J., & Rohmadiani, L. (2022). *Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Arus Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Rungkut Industri Raya. Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil*, Vol. 5 No.1, pp. 29-35.
- Kusumawardani, D. (2017). *Arahan Penyediaan Ruang Terbuka Hijau dalam Menyerap Emisi Gas CO<sub>2</sub> Kendaraan Bermotor pada Kawasan Industri SIER, Surabaya. Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.*
- Lestari, A. (2021). *Analisis Kesehatan Lingkungan Akibat Paparan Co Pada Pedagang Di Pasar Kebalen Kota Malang. Media Husada Journal Of Environmental Health Science*, Vol. 1, No. 1, pp. 1-6.
- Pemerintah Indonesia. *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah. Jakarta.*