

## Analisis Perhitungan Emisi Karbon Monoksida (CO) di Perempatan Gedangan Kabupaten Sidoarjo dengan *Software AERMOD*

Muhammad Gilang Cahyanto<sup>1</sup>, Alma Vita Sophia<sup>1\*</sup>, dan Ahmad Erlan Afiuddin<sup>1</sup>

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

\*E-mail: [alma@ppns.ac.id](mailto:alma@ppns.ac.id)

### Abstrak

Perempatan Gedangan merupakan wilayah yang terletak di Kabupaten Sidoarjo. Perempatan Gedangan memiliki jalan arteri primer 2 arah yaitu Jalan Ahmad Yani yang menghubungkan kegiatan nasional dengan kegiatan wilayah sehingga selalu menyebabkan terjadinya kepadatan aktivitas kendaraan bermotor yang berdampak terganggunya kualitas udara ambien. Penelitian bertujuan mengidentifikasi emisi karbon monoksida (CO) menggunakan *software AERMOD*. Identifikasi emisi karbon monoksida (CO) pada lokasi penelitian dibagi ke dalam 2 segmen dan berdasarkan waktu hari kerja, transisi, dan libur selama bulan Maret 2024. Hasil dari penelitian menunjukkan volume kendaraan rata-rata tertinggi segmen 1 terjadi di hari transisi sebesar 17.015 kendaraan/jam dengan beban emisi 0,00021361 g/s.m<sup>2</sup> di Jalan Ahmad Yani. Sedangkan volume kendaraan rata-rata tertinggi segmen 2 terjadi di hari transisi sebesar 18.024 kendaraan/jam dengan beban emisi 0,000180388 g/s.m<sup>2</sup> di Jalan Ahmad Yani. Hasil konsentrasi yang dihitung menggunakan *software AERMOD* menunjukkan nilai konsentrasi tertinggi CO hari kerja sebesar 7,05 ppm, hari transisi sebesar 19,18 ppm, dan hari libur sebesar 25,03 ppm.

**Keywords:** Beban Emisi, Karbon Monoksida, *AERMOD*, Kendaraan Bermotor, *Traffic Counting*.

### 1. PENDAHULUAN

Industri transportasi dikenal sebagai kontributor utama polusi udara global. Moda transportasi individu telah didokumentasikan dalam beberapa jurnal sebagai salah satu dampak negatif terhadap lingkungan. Umumnya pencemaran udara di kota besar adalah sebesar 70% berasal dari kendaraan bermotor (Ramadhan & Hartono, 2020). Peningkatan jumlah kendaraan yang terus menerus menimbulkan kemacetan yang tidak dapat dikompensasi dengan perubahan geometri jalan atau peraturan lalu lintas. Dengan kondisi seperti ini, pembangunan perkotaan dan pertumbuhan lalu lintas diharapkan mampu mengimbangi pertumbuhan penduduk. Hal ini juga akan berdampak pada peningkatan lalu lintas jalan di wilayah Kecamatan Gedangan yang akan berdampak besar pada perubahan fungsi lahan pada jalan di kawasan yang padat. Volume lalu lintas dapat diartikan sebagai seluruh kendaraan yang melintas pada suatu jalan dan ditentukan pada suatu titik waktu tertentu dalam satuan "Skr/Jam". Kemacetan merupakan keadaan dimana arus lalu lintas mengalami kemacetan dan melebihi kapasitas yang ditentukan sehingga mengakibatkan kecepatan kendaraan bisa turun hingga hampir 0 km/jam (Pratama, 2022).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Fadhilah (2023), menunjukkan volume kendaraan bermotor yang melintas di Perempatan Gedangan Kabupaten Sidoarjo pada hari Senin, Sabtu, dan Minggu. Hasil pengukuran diperoleh bahwa Senin memiliki rata-rata volume kendaraan sebanyak 12.127 kendaraan/jam, lalu mengalami penurunan kendaraan bermotor di hari Sabtu sebanyak 10.608 kendaraan/jam, dan kembali terjadi penurunan rata-rata volume kendaraan di hari Minggu sebanyak 8.895 kendaraan/jam. Kepadatan kegiatan transportasi dapat disebabkan oleh kegiatan masyarakat yang mayoritas sehari-hari menggunakan kendaraan bermotor. Pemantauan konsentrasi CO membutuhkan biaya dan tenaga secara terus menerus, sehingga memerlukan alternatif teknologi komputer yang terintegrasi dengan persamaan model (Firstanti, 2022). Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi nilai konsentrasi CO dari kendaraan bermotor menggunakan *software AERMOD*.

### 2. METODE

Mengidentifikasi nilai konsentrasi CO yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor dengan *software AERMOD* membutuhkan *input* (masukan) berupa data primer dan data sekunder. Data primer yang diperlukan antara lain volume kendaraan bermotor yang diperoleh melalui pemantauan CCTV Dinas Perhubungan Kabupaten Sidoarjo dan koordinat wilayah. Volume kendaraan bermotor diperlukan dalam perhitungan beban emisi. Sementara itu, data sekunder yang diperlukan antara lain nilai meteorologi wilayah penelitian yang bersumber dari data BMKG Kelas I Juanda, *Power NASA*, dan *Copernicus Era 5* dan geometri jalan. Peta lokasi penelitian dapat dilihat di **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian

Perempatan Gedangan merupakan simpang 4 yang menghubungkan Jalan Provinsi yaitu Jalan Raya Jenggolo di sebelah timur dan Jalan Raya Sukodono di sebelah barat dengan Jalan Nasional Ahmad Yani Sidoarjo. Berdasarkan Peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Sidoarjo tahun 2009-2029, Wilayah Kecamatan Gedangan merupakan wilayah peruntukan pemukiman masyarakat. Hal ini memungkinkan banyaknya aktivitas individu yang menggunakan kendaraan bermotor sehingga volume kendaraan juga meningkat.

**2.1 Volume Kendaraan**

Pengukuran volume kendaraan bermotor dilakukan menggunakan metode *traffic counting* dan bantuan aplikasi “*traffic counter*”. Pelaksanaan *traffic counting* dilakukan melalui video CCTV yang berasal dari Dinas Perhubungan Kabupaten Sidoarjo. Pengukuran volume kendaraan pada lokasi penelitian dibagi kedalam 2 wilayah segmen. Pembagian segmen di lokasi penelitian bertujuan untuk memudahkan pengukuran volume kendaraan bermotor yang melintas. Segmentasi dilakukan dengan mempertimbangkan pengaruh dari persimpangan besar yaitu Perempatan Gedangan dikarenakan persimpangan besar berpengaruh terhadap volume kendaraan bermotor yang melintas di lokasi studi (Mahera, 2022). Segmen 1 memiliki panjang jalan sebesar 604,38 m, sedangkan segmen 2 memiliki panjang jalan sebesar 632,6 m. Titik lokasi pengambilan data volume kendaraan bermotor sebagai berikut:

- a. Titik 1 : Depan Pertokoan timur Perempatan Gedangan
- b. Titik 2 : SPBU Pertamina 54.612.08 Gedangan
- c. Titik 3 : Depan Pertokoan barat Perempatan Gedangan
- d. Titik 4 : Depan Ganesha Operation Gedangan

Pengukuran volume kendaraan dilakukan pada hari kerja, hari transisi, dan hari libur selama bulan Maret 2024, sedangkan penentuan waktu pengambilan volume kendaraan bermotor mengacu pada PermenLH No.12 tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah dengan pendekatan pada interval jam puncak kendaraan bermotor pada masing-masing hari tersebut. Interval jam puncak terbagi kedalam waktu pagi pada pukul 06.00-10.00 WIB, siang pada pukul 10.00-14.00 WIB, sore pada pukul 14.00-18.00 WIB, dan malam hari pada pukul 18.00-22.00 WIB.

**2.2 Nilai Beban Emisi CO**

Nilai beban emisi kendaraan bermotor dapat dihitung menggunakan rumus *tier-2 IPCC 2019 refinement to the IPCC 2006 Guidelines* tentang inventarisasi emisi gas rumah kaca. Perhitungan menggunakan rumus *tier-2 IPCC 2019 refinement to the IPCC 2006* dan faktor emisi masing-masing kategori kendaraan bermotor dapat dilihat melalui persamaan dan **Tabel 1**.

$$VKT_{j, \text{line}} = \sum Q_{ji} \cdot I_i$$

$$E_{(CO)ji} = VKT_{ji} \cdot EF_{(CO)j} \cdot (100-C)100$$

**Tabel 1. Faktor Emisi**

Pencemar	Sepeda motor	Mobil Bensin	Mobil Solar	Bus	Truk
CO (g/km)	14	40	2,8	11	8,4

Sumber : PermenLH No.12 Tahun 2010

Keterangan:

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

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

$I_i$  = Panjang ruas jalan I (km)

$E(\text{CO})_{ji}$  = Emisi pencemar CO untuk kendaraan kategori j pada ruas jalan i

$EF(\text{CO})_j$  = Faktor emisi CO kendaraan (g/km)

$C$  = Efisiensi peralatan pengendali emisi (%)

$C = 0$ , jika tidak terpasang peralatan pengendali

### 2.3 Pemodelan Menggunakan Software AERMOD

Penggunaan *software AERMOD* untuk memperkirakan nilai konsentrasi CO kendaraan bermotor, diperlukan beberapa data *input* (masukan) primer (volume kendaraan bermotor dan koordinat lokasi) dan sekunder (nilai meteorologi wilayah penelitian dan geometri jalan). Sebelum menjalankan *software AERMOD*, nilai meteorologi wilayah diolah terlebih dahulu menggunakan *AERMET*. Terdapat 4 *input* (masukan). Diantaranya *Surface Data, Onsite Data, Upper Air Data, Sectors Parameters*, dan 1 *Output*. Sedangkan untuk *software AERMOD* terdapat 5 *input* (masukan) yang digunakan di dalam *software AERMOD* diantaranya *control pathway, source pathway, receptor pathway, meteorology pathway*, dan *terrain processor*, dan 1 menu *run* untuk menghasilkan *output*.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Volume Kendaraan

Jenis kendaraan diklasifikasikan menjadi 5 kelompok kendaraan berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) tahun 2023 yaitu Kendaraan bermotor roda 2 (dua) dan 3 (tiga), Mobil penumpang, kendaraan sedang, bus besar, truk besar. Volume kendaraan bermotor yang melintas di hari kerja, transisi, dan hari libur disajikan di **Tabel 2**.

**Tabel 2. Volume Kendaraan Bermotor**

SEGMENT 1						
Tanggal	Sepeda Motor	Mobil Penumpang	Kendaraan Sedang	Bus Besar	Truk Besar	Total
1 Maret	13.788	1.480	231	3	81	15.583
3 Maret	9.132	2.147	57	1	24	11.361
4 Maret	13.826	1.550	201	2	89	15.668
8 Maret	13.917	1.422	262	1	85	15.687
10 Maret	9.291	2.325	71	1	24	11.712
11 Maret	12.545	1.264	214	2	74	14.099
15 Maret	14.872	1.484	192	2	77	16.627
17 Maret	9.926	2.489	69	2	9	12.495
18 Maret	14.285	1.146	203	1	73	15.708
22 Maret	15.303	1.433	173	0	106	17.015
24 Maret	10.841	2.456	16	1	7	13.321
25 Maret	15.491	1.238	147	1	85	16.962
29 Maret	9.606	1.010	31	1	11	10.659
31 Maret	11.285	2.321	6	0	16	13.628
<b>Rata-rata</b>	<b>12.437</b>	<b>1.698</b>	<b>134</b>	<b>2</b>	<b>55</b>	<b>14.323</b>
SEGMENT 2						
Tanggal	Sepeda Motor	Mobil Penumpang	Kendaraan Sedang	Bus Besar	Truk Besar	Total
1 Maret	13.957	1.435	186	2	11	15.591
3 Maret	9.995	2.021	71	1	29	12.117
4 Maret	12.957	1.297	100	1	37	14.392
8 Maret	15.499	1.715	207	1	67	17.489
10 Maret	8.380	1.901	28	1	12	10.322
11 Maret	9.868	903	18	0	21	10.810
15 Maret	16.069	1.692	192	1	70	18.024
17 Maret	10.197	2.322	35	1	10	12.565
18 Maret	15.030	1.245	176	1	66	16.518
22 Maret	15.559	1.448	138	0	84	17.229
24 Maret	11.513	2.600	87	1	27	14.228
25 Maret	16.108	1.308	93	1	102	17.612

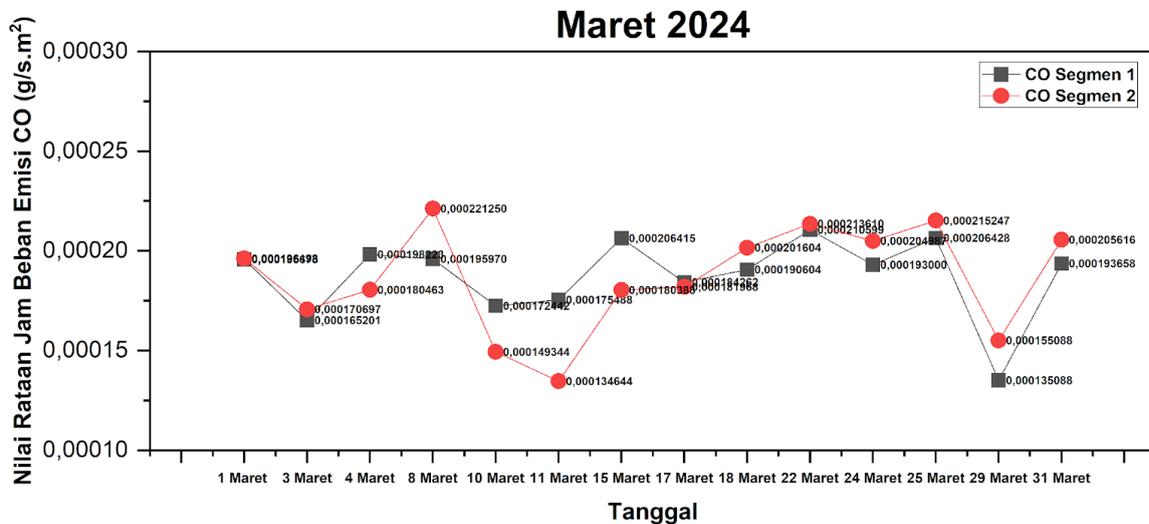
29 Maret	11.170	1.109	30	1	19	12.329
<b>Tanggal</b>	<b>Sepeda Motor</b>	<b>Mobil Penumpang</b>	<b>Kendaraan Sedang</b>	<b>Bus Besar</b>	<b>Truk Besar</b>	<b>Total</b>
31 Maret	13.471	1.942	6	1	21	15.441
<b>Rata-rata</b>	<b>12.841</b>	<b>1.639</b>	<b>98</b>	<b>1</b>	<b>42</b>	<b>14.621</b>

Berdasarkan Tabel 2 dapat diperoleh nilai rata-rata kendaraan yang melintas di segmen 1 sebanyak 14.323 kendaraan/jam. Pada wilayah segmen 1 tersebut, rata-rata kendaraan yang melintas di hari kerja sebanyak 15.609 kendaraan/jam. Nilai rata-rata kendaraan bermotor yang melintas di hari kerja memiliki nilai rata-rata kendaraan tertinggi selama bulan Maret 2024. Sementara itu, rata-rata kendaraan yang melintas di hari transisi sedikit menurun dari hari kerja sebanyak 15.114 kendaraan/jam. Disamping itu, rata-rata kendaraan yang melintas di hari libur menurun jauh dari rata-rata hari kerja dan hari transisi yaitu sebanyak 12.503 kendaraan/jam. Hal ini menjadikan nilai rata-rata kendaraan bermotor yang melintas di hari libur di wilayah segmen 1 memiliki nilai rata-rata kendaraan terendah selama bulan Maret 2024.

Berdasarkan Tabel 2 dapat diperoleh nilai rata-rata kendaraan yang melintas di segmen 2 sebanyak 14.621 kendaraan/jam. Pada wilayah segmen 2 tersebut, rata-rata kendaraan yang melintas di hari kerja sebanyak 14.833 kendaraan/jam. Sementara itu, rata-rata kendaraan yang melintas di hari transisi sedikit meningkat dari hari kerja sebanyak 16.132 kendaraan/jam. Nilai rata-rata kendaraan bermotor yang melintas di hari transisi memiliki nilai rata-rata kendaraan tertinggi selama bulan Maret 2024. Disamping itu, rata-rata kendaraan yang melintas di hari libur menurun jauh dari rata-rata hari kerja dan hari transisi yaitu sebanyak 12.935 kendaraan/jam. Hal ini menjadikan nilai rata-rata kendaraan bermotor yang melintas di hari libur di wilayah segmen 2 memiliki nilai rata-rata kendaraan terendah selama bulan Maret 2024.

### 3.2 Perhitungan Nilai Beban Emisi CO

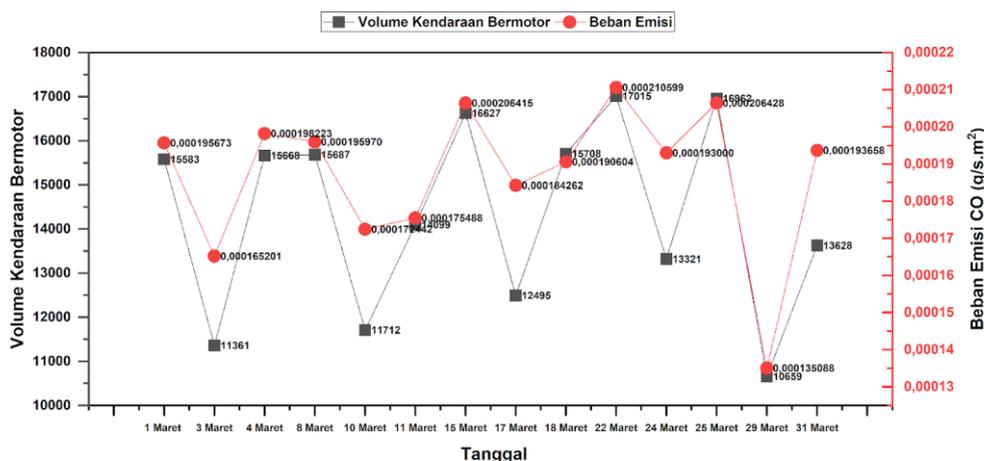
Nilai beban emisi CO merupakan nilai pencemar udara murni yang dibuang oleh kendaraan bermotor ke udara ambien Jalan Ahmad Yani Perempatan Gedangan. Nilai beban emisi diperoleh melalui pendekatan perhitungan dengan metode *tier-2 IPCC 2019 refinement to the IPCC 2006 Guidelines* dapat dilihat di **Gambar 1**.



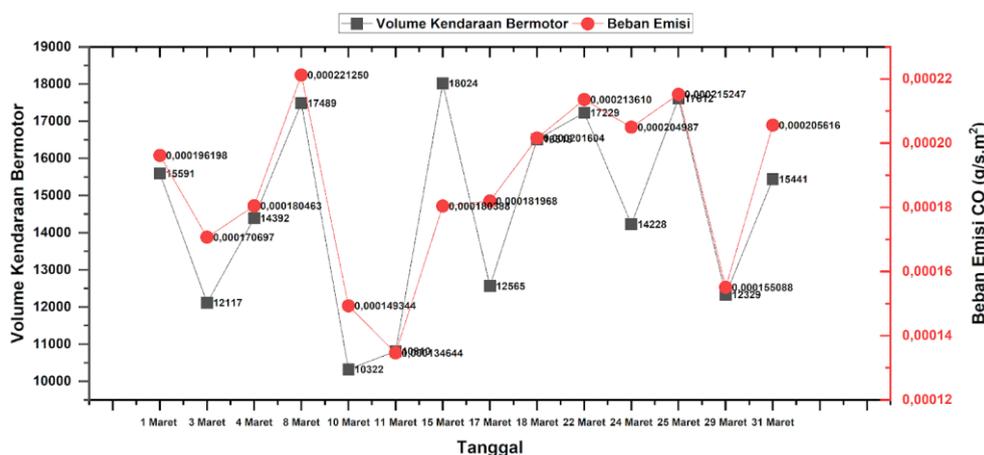
Gambar 2. Beban Emisi CO Kendaraan Bermotor

Dari hasil analisa data yang telah dilakukan dapat diperoleh rata-rata volume kendaraan yang melintas dapat mempengaruhi nilai rata-rata beban emisi dikarenakan dalam perhitungan beban emisi terdapat nilai rerata perjalanan tiap kategori kendaraan/*Vehicle Kilometers Travelled* (VKT) dimana membutuhkan nilai rata-rata volume kendaraan yang melintas disamping nilai geometri jalan. Akan tetapi, apabila dianalisis lebih lanjut tentang hubungan antara volume kendaraan bermotor yang melintas dengan beban emisi CO dari kendaraan bermotor yang melintas melalui **Gambar 2**. diatas, dapat diperoleh keseluruhan hasil perhitungan beban emisi di segmen 1 dan 2 yang menunjukkan volume kendaraan yang melintas tidak selalu berbanding lurus dengan nilai beban emisi yang dihasilkan. Hal ini dapat terjadi dikarenakan nilai beban emisi kendaraan bermotor antar segmen dipengaruhi oleh faktor emisi setiap kategori kendaraan bermotor yang memiliki nilai-nilai yang berbeda dan luas jalan di tiap segmen lokasi penelitian yang menjadi tempat beban emisi kendaraan bermotor dihasilkan. Grafik Hubungan Volume Kendaraan dan Beban Emisi CO segmen 1 dan segmen 2 dapat dilihat

pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Grafik Hubungan Volume Kendaraan dan Beban Emisi CO Segmen 1



Gambar 4. Grafik Hubungan Volume Kendaraan dan Beban Emisi CO Segmen 2

Berdasarkan Gambar 3 dan 4 diatas nilai rata-rata volume kendaraan yang melintas dapat mempengaruhi nilai rata-rata beban emisi dikarenakan dalam perhitungan beban emisi terdapat nilai rerata perjalanan tiap kategori kendaraan/*Vehicle Kilometers Travelled* (VKT) dimana membutuhkan nilai rata-rata volume kendaraan yang melintas disamping nilai geometri jalan.

Akan tetapi, apabila dianalisis lebih lanjut tentang hubungan antara volume kendaraan bermotor yang melintas dengan beban emisi CO dari kendaraan bermotor yang melintas melalui Gambar 3 diatas, dapat diperoleh keseluruhan hasil perhitungan beban emisi di segmen 1 yang menunjukkan volume kendaraan yang melintas tidak selalu berbanding lurus dengan nilai beban emisi yang dihasilkan. Hal ini dapat dilihat di tanggal 4 Maret dan 8 Maret 2024. Ratarata volume kendaraan bermotor yang melintas di tanggal 4 Maret sebanyak 15.668 kendaraan/jam yang menghasilkan beban emisi sebesar 0,000198223 g/s.m<sup>2</sup>, sedangkan rata-rata volume kendaraan bermotor yang melintas di tanggal 8 Maret sebanyak 15.687 kendaraan/jam namun menghasilkan beban emisi yang lebih rendah dari tanggal 4 Maret yaitu sebesar 0,00019597 g/s.m<sup>2</sup>.

Disamping itu, Gambar 4 menunjukkan hubungan yang sama dengan Gambar 3 dimana keseluruhan hasil perhitungan beban emisi di segmen 2 yang menunjukkan volume kendaraan yang melintas tidak selalu berbanding lurus dengan nilai beban emisi yang dihasilkan. Hal ini dapat dilihat di tanggal 10 Maret dan 11 Maret 2024. Rata-rata volume kendaraan bermotor yang melintas di tanggal 10 Maret sebanyak 10.332 kendaraan/jam menghasilkan beban emisi sebesar 0,000149344 g/s.m<sup>2</sup>, sedangkan rata-rata volume kendaraan bermotor yang melintas di tanggal 11 Maret sebanyak 10.810 kendaraan/jam namun menghasilkan beban emisi lebih rendah dari tanggal 10 Maret yaitu sebesar 0,000134644 g/s.m<sup>2</sup>. Begitu juga yang terjadi di tanggal 15 Maret dan 17 Maret. Rata-rata volume kendaraan bermotor yang melintas di tanggal 15 Maret sebanyak 18.024 kendaraan/jam menghasilkan beban emisi sebesar 0,000180388 g/s.m<sup>2</sup>, sedangkan rata-rata volume kendaraan bermotor yang melintas di tanggal 17 Maret sebanyak 12.565 kendaraan/jam namun menghasilkan beban emisi lebih tinggi dari tanggal 15 Maret yaitu sebesar 0,000181968 g/s.m<sup>2</sup>.

### 3.3 Hasil Konsentrasi CO Model AERMOD

Nilai konsentrasi CO hasil model AERMOD merupakan perkiraan (estimasi) sebagai langkah alternatif tanpa melakukan pemantauan secara langsung di lapangan. Terdapat faktor meteorologi pada waktu penelitian (suhu udara, tekanan, kelembapan, curah hujan, arah dan kecepatan angin, dll) dan geometri wilayah penelitian (panjang dan lebar jalan serta elevasi wilayah penelitian) sebagai metode untuk mendapatkan nilai konsentrasi yang mendekati kenyataan di lapangan turut mempengaruhi hasil nilai konsentrasi CO beserta pendispersiannya di AERMOD. Nilai konsentrasi emisi CO kendaraan bermotor dapat dilihat di **Tabel 3**.

**Tabel 3.** Nilai Konsentrasi CO Model AERMOD

No	Tanggal	Nilai CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Nilai CO (ppm)
1.	1 Maret	13.504,73	11,79
2.	3 Maret	24.015,8	20,97
3.	4 Maret	8.072,84	7,05
4.	8 Maret	10.627,32	9,28
5.	10 Maret	10.392,03	9,07
6.	11 Maret	3.292,26	2,87
7.	15 Maret	21.959,89	19,18
8.	17 Maret	3.762,87	3,29
9.	18 Maret	6.121,58	5,35
10.	22 Maret	7.901,71	6,9
11.	24 Maret	5.665,92	4,95
12.	25 Maret	8.042,13	7,02
13.	29 Maret	2.000	1,75
14.	31 Maret	28.666,07	25,03

Sumber : AERMOD, 2024.

Berdasarkan hasil model AERMOD yang disajikan di tabel 3, nilai konsentrasi tertinggi CO di Perempatan Gedangan Kabupaten Sidoarjo hari kerja sebesar 7,05 ppm, hari transisi sebesar 19,18 ppm, dan hari libur sebesar 25,03 ppm.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil model, nilai konsentrasi tertinggi CO hari kerja sebesar 7,05 ppm, hari transisi sebesar 19,18 ppm, dan hari libur sebesar 25,03 ppm. Nilai konsentrasi emisi CO kendaraan bermotor selalu dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya volume kendaraan bermotor yang melintas, nilai beban emisi tiap kategori kendaraan, dan faktor meteorologi.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dinas Pehubungan Kabupaten Sidoarjo dan Stasiun BMKG Kelas I Juanda atas bantuannya dalam proses pengambilan data primer dan sekunder.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Fadhilah. 2023. Pemodelan Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Menggunakan Metode *Gaussian* di Kawasan Perempatan Gedangan Kabupaten Sidoarjo. Tugas Akhir, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya.
- Firstanti, A. A. (2022). Studi Pola Sebaran Emisi SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, dan Partikulat dari Cerobong Batu Bara Industri Kecap Menggunakan Integrasi Model Gauss dan Software Screen View. Tugas Akhir, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya.
- IPPC. 2019. *Refinement To the 2006 IPCC Guidelines For National Greenhouse Gas Inventories*. Japan: Institute for Global Environmental Strategies.
- Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) tahun 2023.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010. 2010. Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah. Kementerian Lingkungan Hidup: Jakarta.
- Pratama, Herry Widhiarto, & Aditya Rizkiardi, 2022. Analisis Kemacetan di Jalan A. Yani, Kecamatan Gedangan, Kabupaten Sidoarjo, Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil, 2(5), 79-84
- Ramadhan, M. A. H., & Hartono, B. (2020). Kejadian Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) Pada Pengendara Ojek Online di Kota Bogor dan Kota Depok Tahun 2018 (Studi Kasus Pencemaran Udara). Jurnal Nasional Kesehatan Lingkungan Global, 1(1), 1–9.