

Dispersi Karbon Monoksida dari Emisi Transportasi Menggunakan Model *Gaussian Line Source* di Jalan Jendral Sudirman Pekanbaru

Aryo Sasmita^{1*}, Imalatunil Khaira¹, Shinta Elystia¹, Muhammad Reza¹

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru, 28293, Indonesia

<p>Manuscript History</p> <p>Received 09-03-2021 Revised 22-05-2021 Accepted 17-07-2021 Available online</p>	<p>Abstract. Increased use of transportation has an impact on the environment and human health. One of them is carbon monoxide (CO) which is produced from exhaust gases from motorized vehicles. Jalan Jendral Sudirman is the main transportation route in the city of Pekanbaru which is crowded with vehicles. Objectives: The purpose of this study was to estimate the dispersion of CO concentrations from transportation activities at the study site. Method and results: The research was carried out by measuring the concentration of ambient air and calculating the number of vehicles at 2 points to obtain the emission load. Then the CO concentration was estimated using the Gaussian Line Source Model. Conclusion: The results showed that the highest CO concentration measured by ambient air on Tuesday was 6,603.95 $\mu\text{g} / \text{m}^3$ (5,767 PPM) at point 1 and 14,620.3 $\mu\text{g} / \text{m}^3$ (5.4 PPM) at point 2, where this concentration is still is below the quality standard based on PP. 41 of 1999. The results of the Gaussian line source model, the highest concentration occurred on Tuesday at the source (0 m) with CO concentration at point 1 was 27.198 $\mu\text{g} / \text{m}^3$ and at point 2 was 26.869 $\mu\text{g} / \text{m}^3$ and the further the distance from the source, the CO concentration will get smaller</p>
<p>Keywords</p> <p>Carbon Monoxide; Gaussian Line Source; Transportation; Pekanbaru City</p>	

* Corresponding author aryosasmita@lecturer.unri.ac.id

1 Pendahuluan

Meningkatnya aktivitas yang dilakukan penduduk suatu kota akan memicu peningkatan penggunaan moda transportasi [1]. Hal ini dapat mendukung pertumbuhan tingkat ekonomi, namun juga dapat menimbulkan dampak terhadap lingkungan dan Kesehatan manusia. Kegiatan transportasi sendiri diketahui sebagai salah satu sumber polusi udara di dunia. Kegiatan transportasi menggunakan kendaraan bermotor menghasilkan polutan, salah satunya adalah karbon monoksida (CO) yang akan berdampak buruk untuk kesehatan [2]. CO adalah gas buang dari kendaraan bermotor yang bersifat racun. Senyawa ini menghalangi haemoglobin (Hb) untuk mengikat oksigen, sehingga penyebaran oksigen ke seluruh tubuh akan berkurang, menyebabkan sesak napas bahkan kematian [3].

Data dari US EPA menyebutkan bahwa emisi CO dari sektor transportasi secara nasional mencapai 28,45 Juta ton setiap tahunnya atau secara persentase menyumbang sebesar 44,32% dari total emisi CO [4]. Berdasarkan data World Health Organization (WHO), di kota-kota besar di dunia, setidaknya salah satu parameter pencemar udara telah melewati ambang batas yang diperbolehkan [5].

Oleh karena itu perlu ada usaha pengendalian pencemaran udara di Perkotaan [6]. Salah satu usaha tersebut adalah dengan melakukan pemantauan kualitas udara. Pemantauan kualitas udara dapat dilakukan dengan melakukan simulasi dispersi polutan dari gas buang kendaraan untuk mengetahui potensi keterpaparan polutan kepada penerima [7]. Dalam penelitian ini penerima adalah orang yang beraktivitas di pinggir jalan.

Model yang umumnya dipakai dalam mensimulasikan persebaran polutan dan memperkirakan konsentrasinya ialah model Dispersi *Gaussian* [8]. Model Dispersi *Gaussian* merupakan salah satu model perhitungan yang banyak digunakan untuk mensimulasikan pengaruh emisi terhadap kualitas udara [9]. Salah satu jenis model *gaussian* adalah Gaussian line source yang umum digunakan untuk memperkirakan penyebaran polutan pencemar udara yang dihasilkan dari aktivitas transportasi

perkotaan, karena memiliki akurasi yang tinggi antara model dan kondisi eksisting [10].

Penelitian dilakukan di salah satu jalan arteri utama di kota Pekanbaru yaitu jalan Jendral Sudirman. Pada jalan ini terdapat beberapa fasilitas penting antara lain kantor-kantor pemerintahan provinsi Riau dan Kota Pekanbaru, pusat perbelanjaan, rumah sakit, dan lain-lain. Selain itu Jalan Jendral Sudirman menjadi akses dari dan menuju Bandar Udara Internasional Sultan Syarif Kasim II dan Pelabuhan Tanjung datuk. Dengan demikian dapat dikatakan jalan Jendral Sudirman adalah jalur transportasi utama di Kota Pekanbaru yang dipastikan ramai akan kendaraan. Kota Pekanbaru sendiri adalah ibukota Provinsi Riau dengan jumlah penduduk sebesar 1.149.359 jiwa dengan tingkat pertumbuhan penduduk mencapai 2,86% [11]. Berdasarkan data Direktorat Lalu Lintas POLDA Riau dari Pekanbaru dalam angka 2020, Jumlah kendaraan di Kota Pekanbaru sudah mendekati 1 juta unit, dengan persentase terbanyak adalah sepeda motor yaitu 559.461 unit. Dikarenakan beberapa hal tersebut, sehingga penulis merasa perlu untuk melakukan penelitian terkait pemodelan persebaran CO di Jalan Jendral Sudirman, Kota Pekanbaru menggunakan *Gaussian Line Source*.

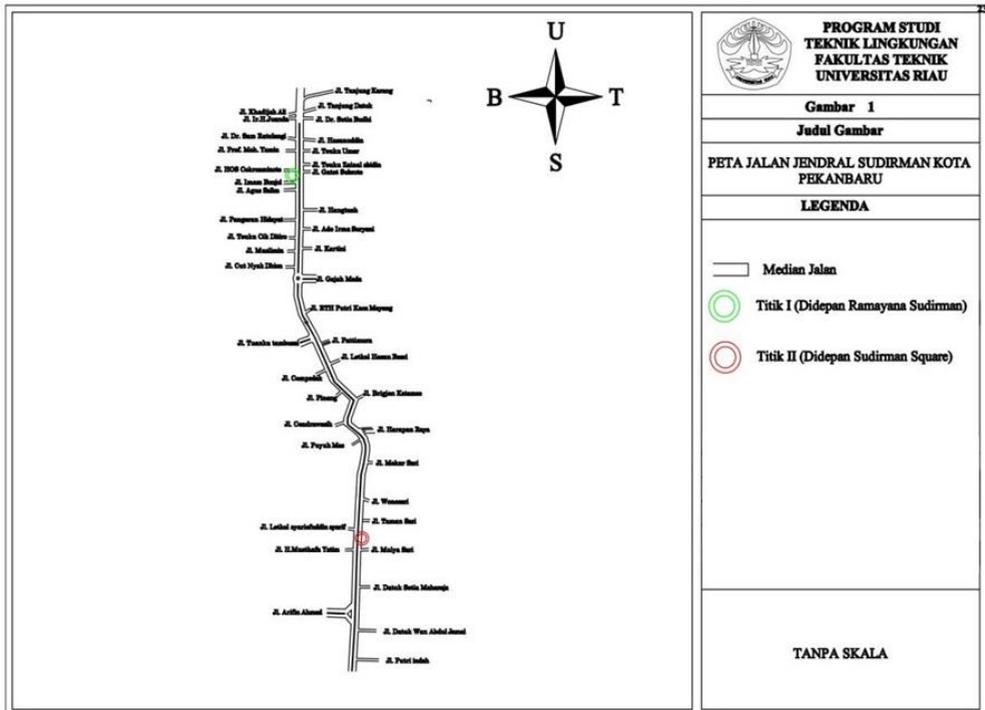
Tujuan Penelitian adalah mengukur konsentrasi CO di udara ambien di Jalan Jendral Sudirman Kota Pekanbaru, lalu membandingkan dengan baku mutu kualitas udara ambien [12]. Penelitian ini juga melakukan perhitungan konsentrasi CO di udara ambien menggunakan model *Gaussian line source* sehingga akan mendapatkan peta prediksi persebaran konsentrasi CO dari aktivitas transportasi di Jalan Jendral Sudirman, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau

2 Metodologi Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian adalah jalan Jendral Sudirman, Kota Pekanbaru. Lokasi titik sampling dipilih berdasarkan volume lalu lintas. Setelah dilakukan survey di sepanjang jalan Jendral Sudirman, maka lokasi sampling lalu lintas yang terpilih

adalah berada di depan Ramayana (Titik I) dan Sudirman *Square* (Titik II). Pemilihan lokasi didasari perbedaan volume kendaraan di kedua lokasi. Pada titik I, kendaraan berada pada kecepatan rata-rata 10-40 km/jam karena sering terjadi kemacetan, sedangkan pada titik 2, kecepatan kendaraan lebih tinggi yaitu antara 40-60 km/jam dan jarang terjadi kemacetan. Di kedua titik tersebut terdapat Jembatan penyeberangan orang (JPO) dan perekaman volume kendaraan dilakukan diatas JPO untuk merekam 2 sisi jalan.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Peralatan Penelitian

Pada penelitian ini, alat-alat yang digunakan yaitu CO *gas analyzer*, *stopwatch*, kamera, anemometer, *counter*, meteran.

2.3 Data Penelitian

Data primer pada penelitian ini meliputi data jumlah kendaraan bermotor (*traffic counting*), kecepatan angin, konsentrasi CO di pinggir jalan, 5 m dari jalan dan 10 m

dari jalan. Data sekunder yang dikumpulkan antara lain yaitu faktor emisi satuan mobil penumpang sebesar 32,4 g/Kg [13], Satuan Mobil Penumpang [14] dan nilai konsumsi energi spesifik sebesar 11,79 liter/100 km [15]. Pengambilan data jumlah kendaraan dan pengukuran konsentrasi CO dengan menggunakan CO meter dilakukan berdasarkan standar pengambilan sampel kualitas udara *roadside* [16]. Sampling dilakukan jam puncak yaitu pada pukul 16.30-17.30 berdasarkan survey pendahuluan. Waktu sampling kendaraan dilakukan selama satu minggu atau 7 hari berturut-turut.

2.4 Pengolahan, Analisa Data dan Validasi

Dari data yang didapatkan, lalu diolah dengan proses sebagai berikut

a. Menghitung Beban Emisi

Jumlah emisi CO dihitung dari jumlah kendaraan yang melewati lokasi sampling dan data didapat dari proses *traffic counting* yang telah dilakukan. Persamaan yang digunakan [17]:

$$Q = n \times FE \times K \times L \quad (1)$$

Keterangan:

Q = kekuatan emisi (g/jam.km)

n = banyaknya kendaraan per jam (kendaraan/jam atau SMP/jam).

FE = faktor emisi (g/L)

K = konsumsi bahan bakar (Liter/100 km)

L = panjang jalan

b. Menghitung konsentrasi CO dengan Model *Gaussian Line Source*

Konsentrasi CO yang terdapat pada udara ambien dihitung menggunakan persamaan *Gaussian* [18].

$$C = \frac{2Q}{\sqrt{2\pi}\sigma_z u} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{H}{\sigma_z} \right)^2 \right] \quad (2)$$

Keterangan:

C = nilai konsentrasi pencemar ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Q = besar laju emisi per unit pencemar (g/dtk)

σ_z = koefisien dispersi vertikal (m)

H = ketinggian efektifitas sumber emisi (m)

u = rata-rata kecepatan angin (m/dtk)

c. Validasi CO model *Gaussian Line Source* menggunakan persamaan berikut [19]:

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|P_i - \bar{O}| + |O_i - \bar{O}|)^2}, \quad 0 \leq d \leq 1 \tag{3}$$

Keterangan:

O_i = Nilai sampling

P_i = nilai model

\bar{O} = rata-rata nilai sampling

\bar{P} = rata-rata nilai model

2.5 Pemetaan dispersi CO

Pemetaan sebaran CO dilakukan dengan menggunakan aplikasi *Surfer 13*. Data yang digunakan adalah adalah konsentrasi CO yang dihitung dengan Model *Gaussian Line Source*.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Perhitungan Jumlah kendaraan dan Besaran Emisi

Ketika lalu lintas berada pada kondisi normal, kendaraan yang melewati ruas jalan adalah berbagai macam jenis. Oleh karena itu, agar menyederhanakan analisis perhitungan dan untuk keseragaman, kendaraan dikonversikan ke Satuan Mobil Penumpang (SMP). Tabel 1 merupakan *traffic counting* yang dikonversikan ke Satuan Mobil Penumpang. Dari data *traffic counting*, untuk mendapatkan besar kekuatan emisi dilakukan perhitungan dengan menggunakan Persamaan 1.

Tabel 1. Jumlah Kendaraan dan Besar emisi Kendaraan

Hari	Jumlah Kendaraan (SMP/Jam)		Emisi (gr/detik)	
	Titik I	Titik II	Titik I	Titik II
Senin	7.396,85	8.671,15	60,648	71,096
Selasa	6.896,65	10.901,45	56,546	89,382
Rabu	7.298,90	8.524,90	59,845	69,897
Kamis	6.787,85	8.250,90	55,654	67,650
Jumat	7.102,65	7.792,00	58,235	63,888

Sabtu	3.329,50	4.456,55	27,299	36,540
Minggu	5.342,85	6.091,95	43,807	49,949

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa setelah diseragamkan menjadi Satuan Mobil Penumpang (SMP) jumlah kendaraan tertinggi di Titik I yaitu pada hari Senin sebanyak 7.396,85 SMP/jam, hal ini disebabkan karena pada titik I merupakan pusat perbelanjaan dan grosir serta banyaknya orang yang berbelanja pada hari tersebut. Sedangkan untuk jumlah kendaraan terendah di yaitu pada hari Sabtu sebanyak 3.329,50 SMP/jam. Untuk jumlah kendaraan tertinggi di Titik II yaitu pada hari Selasa sebanyak 10.901,45 SMP/jam, hal ini karena Titik II merupakan pusat perkantoran dan jam pulang kantor setiap harinya. Jumlah kendaraan terendah pada hari Sabtu sebanyak 4.456.55 SMP/jam

Berdasarkan tabel 1, di Titik I nilai emisi tertinggi adalah pada hari Senin sebesar 218.331,571 gr/jam atau 60,648 gr/dtk. Nilai emisi ini dipengaruhi oleh banyaknya kendaraan yang melewati lokasi tersebut. Sedangkan nilai emisi tertinggi di Titik II yaitu pada hari Selasa sebesar 321.776,256 gr/jam atau 89,382 gr/dtk. Hal ini juga dipengaruhi oleh jumlah kendaraan yang melewati lokasi tersebut pada hari Selasa serta sibuknya aktivitas setelah jam kantor. Tingginya nilai emisi di Titik II dikarenakan banyaknya kendaraan yang melalui lokasi tersebut lebih tinggi dari Titik I. Hal ini sejalan dengan penelitian [2], [3], [5], [7], dan [10] yaitu tingginya beban emisi pada suatu lokasi akan berbanding lurus dengan banyaknya jumlah kendaraan yang melintas pada lokasi tersebut. Pada titik 1 karena sering terjadi kemacetan sehingga jumlah kendaraan yang melewati titik tersebut lebih sedikit, sedangkan pada titik 2, karena kecepatan kendaraan lebih tinggi dan jarang terjadi kemacetan sehingga jumlah kendaraan yang melewati lebih banyak.

3.2 Kualitas Udara Ambien

Pengukuran kualitas udara di Titik I dan di Titik II dilakukan dengan menggunakan CO *gas analyzer*. Pengukuran konsentrasi CO di Titik I dan di Titik II terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Konsentrasi CO di udara Ambien

Hari	Konsentrasi CO titik 1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Konsentrasi CO titik 2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Senin	6.450,8	14.486,7
Selasa	6.603,9	14.620,3
Rabu	6.584,8	14.486,7
Kamis	6.470,7	14.582,1
Jumat	6.413,0	10.000,9
Sabtu	6.184,0	6.413,0
Minggu	6.336,7	10.230,4

Berdasarkan tabel 2, nilai CO tertinggi terjadi di hari Selasa, yaitu di Titik I sebesar $6603,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (5,767 PPM) dan di Titik II sebesar $14620,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (12,767 PPM). Sedangkan konsentrasi terendah di Titik I pada hari Sabtu sebesar $6184,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (5,4 PPM) dan di Titik II pada hari Sabtu sebesar $6413,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (5,6 PPM). Konsentrasi tertinggi pada hari Selasa karena hari Selasa merupakan hari efektif, dimana pada saat sore hari merupakan jam pulang kantor. Konsentrasi terendah pada hari Sabtu, karena hari Sabtu merupakan hari libur dan Jalan Jendral Sudirman bukan merupakan pusat dari perberlanjaan dan hiburan. Pengukuran nilai CO di Titik I dan di Titik II masih memenuhi Baku mutu CO untuk 1 (satu) jam pengukuran, sebesar $30.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Berdasarkan tabel 2, konsentrasi setiap hari di titik 2 lebih tinggi daripada titik 1. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian [20] dan [21] yang menyatakan bahwa jumlah kendaraan mempengaruhi konsentrasi CO, dengan meningkatnya jumlah kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut maka konsentrasi CO juga akan meningkat, dan sebaliknya semakin sedikit jumlah kendaraan yang melewati jalan tersebut, konsentrasi CO menjadi turun.

3.3 Estimasi Konsentrasi CO dengan Model *Gaussian Line Source*

Perhitungan Estimasi nilai CO menggunakan model *Gaussian Line Source* dengan memasukkan data jumlah kendaraan, kecepatan angin, intensitas matahari, ketinggian sumber efektif, dan dispersi vertikal. Perhitungan konsentrasi CO

menggunakan model *Gaussian Line Source* dilakukan dengan cara mendata jumlah kendaraan, data ketinggian knalpot, dan data kecepatan angin didapat berdasarkan pengukuran lapangan. Tabel 3 merupakan data kecepatan angin yang didapat dari pengukuran langsung di lapangan.

Selanjutnya Kekuatan atau laju emisi telah dihitung, dan didapatkan hasilnya pada Tabel 1. Kelas kestabilan atmosfer digunakan untuk menghitung dispersi vertikal (σ_z) menggunakan persamaan $\sigma_z = c x^d + f$

Berdasarkan [22] dapat ditentukan nilai c , d , dan f sebagai berikut: $c = 106,6$, $d = 1,149$, $f = 3,3$. Nilai σ_z untuk pengukuran pada sumber emisi atau jarak $0 \text{ m} = 3,3 \text{ m}$, nilai σ_z untuk jarak pengukuran $5 \text{ m} = 680,74 \text{ m}$ dan nilai σ_z untuk jarak pengukuran $10 \text{ m} = 1505,60 \text{ m}$.

Ketinggian efektif sumber emisi (H) sebesar $0,35 \text{ m}$. Nilai ini adalah nilai rata-rata ketinggian knalpot kendaraan yang diperoleh dari pengukuran lapangan.

Tabel 3 Kecepatan Angin Saat Pengukuran

Waktu	Kecepatan Angin (m/dtk)	
	Ramayana	Sudirman Square
Senin	1,2	2,8
Selasa	0,5	0,8
Rabu	0,5	1,1
Kamis	0,7	3,0
Jumat	0,8	1,7
Sabtu	0,7	1,5
Minggu	0,6	1,2

Selanjutnya konsentrasi CO dihitung menggunakan persamaan (2). Dengan cara yang sama, dilakukan pada semua hari dan semua titik, pada jarak $0, 5$ dan 10 m dari jalan, didapatkan estimasi konsentrasi CO menggunakan model *Gaussian line source* pada Tabel 4.

Tabel 4 Estimasi Konsentrasi CO dengan Model *Gaussian*

Hari	Konsentrasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Konsentrasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Konsentrasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	Titik I	Titik II	Titik I	Titik II	Titik I	Titik II
Jarak	0 m		5 m		10 m	
Senin	12,154	6,106	0,059	0,030	0,027	0,013
Selasa	27,198	26,869	0,133	0,131	0,060	0,059
Rabu	15,991	15,281	0,078	0,074	0,035	0,034
Kamis	19,120	5,423	0,093	0,026	0,042	0,012
Jumat	17,506	9,038	0,085	0,044	0,039	0,020
Sabtu	9,379	5,858	0,046	0,029	0,021	0,013
Minggu	17,558	10,010	0,086	0,049	0,039	0,022

Berdasarkan Tabel 4, dapat dilihat konsentrasi CO tertinggi yaitu pada hari Selasa pada sumber (jarak 0 m). Pada sumber (0 m) dengan konsentrasi CO di titik 1 sebesar 27,198 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan di titik 2 sebesar 26,869 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Untuk jarak 5 m dari sumber, konsentrasi CO di titik 1 0,133 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan di titik 2 0,131 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Untuk jarak 10 m dari sumber, konsentrasi CO di titik 1 0,060 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan di titik 2 0,059 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hal ini diakibatkan oleh jumlah kendaraan yang meningkat dan kecepatan angin yang rendah, sehingga mengakibatkan meningkatnya konsentrasi CO. Dari Tabel 4, dilakukan perhitungan prediksi CO dengan model *Gaussian* dengan jarak 5 m dan 10 m, dapat dilihat bahwa semakin jauh jarak dari sumber, maka konsentrasi CO akan semakin kecil. Nilai konsentrasi CO pada jarak pengukuran 10 m lebih kecil daripada jarak pengukuran 5 m.

3.4 Validasi Data

Hasil validasi CO model *Gaussian Line Source* disajikan pada Tabel 5

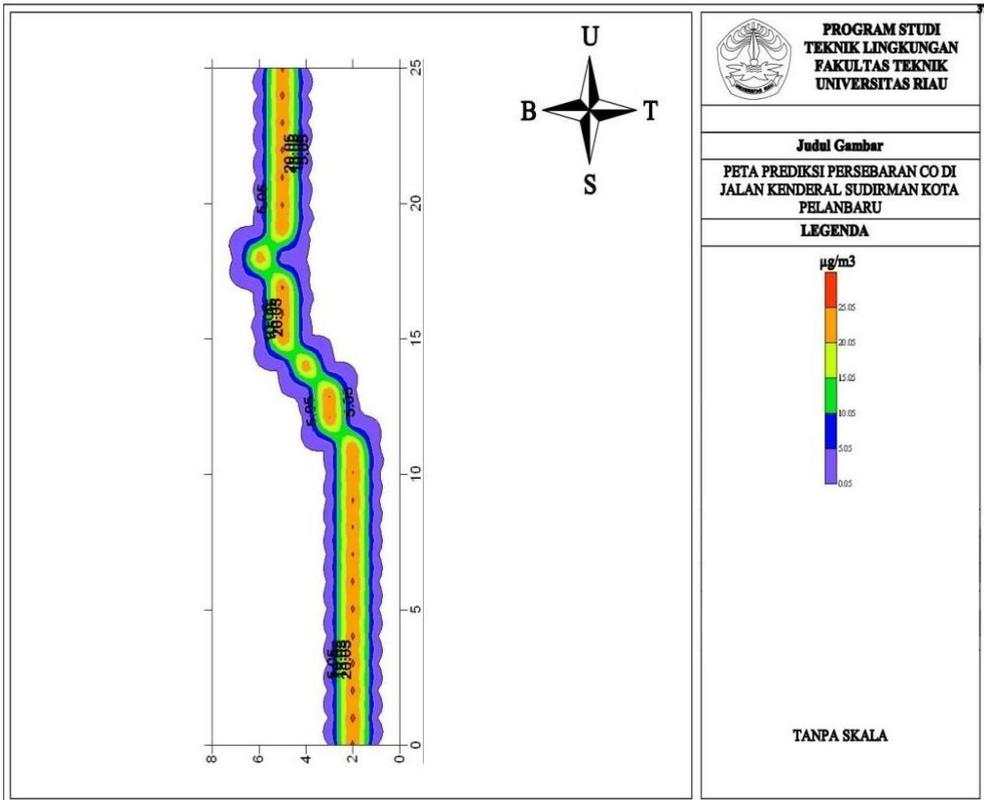
Tabel 5 Validasi CO Hasil Pemodelan *Gaussian Line Source*

Keterangan	Jarak	Lokasi	
		Titik I	Titik II
Konsentrasi pengukuran	0 m	6.603,900	14.620,300
	5 m	4.231,493	1.209,960
	10 m	2.782,200	7.241,100
Rerata konsentrasi pengukuran		4.539,204	11.317,441
Konsentrasi model	0 m	27,198	26,896
	5 m	0,133	0,131
	10 m	0,060	0,059
Rerata konsentrasi model		4.539,204	9,020
d	0 m	-2,430	-1,000
	5 m	0,130	-0,150
	10 m	0,480	0,460

Berdasarkan Tabel 5, nilai index of agreement (d) di Titik I dengan jarak 0 m sebesar -2,43 yang artinya data yang diperoleh tidak valid atau tidak mendekati 1. Sedangkan untuk jarak 5 m, data yang diperoleh yaitu 0,130 atau 13% data yang diperoleh tidak valid dan 87% data *error*. Untuk jarak 10 m, data yang diperoleh yaitu 0,480 atau 48% data yang diperoleh valid dan 52% *error*. Begitu juga untuk Titik II, pada jarak 0 m data yang diperoleh yaitu sebesar -1,00 yang artinya data tidak valid. Untuk jarak 5 m data yang diperoleh yaitu -1,50 yang berarti data tidak valid dan untuk jarak 10 m sebesar 0,46 yang artinya 46% data yang diperoleh valid dan 54% data *error*. Menurut [19], tingkat kesesuaian antara model dan pengukuran tinggi apabila *index of agreement* (d) mendekati 1. Artinya, nilai tersebut tidak tergolong kedalam kriteria mendekati *index of agreement* (d). Berdasarkan analisa tersebut, model *Gaussian Line Source* kurang cocok diterapkan untuk pengukuran CO di lokasi studi.

3.5 Pemetaan Penyebaran CO

Pemetaan prediksi sebaran CO dibuat dengan menggunakan *Software Surfer 13*. Prediksi pemetaan konsentrasi CO bertujuan untuk mengetahui persebaran CO di sepanjang Jalan Jendral Sudirman dan menentukan daerah dengan tingkat persebaran emisi yang tinggi. Pemetaan dilakukan menggunakan data dari tabel 4, pada hari selasa saja karena memiliki konsentrasi tertinggi. selanjutnya dilakukan pembagian segmen pada lokasi studi berdasarkan volume kendaraan dari media *google maps* pada saat yang sama ketika sampling. Nilai setiap segmen disesuaikan dengan kesamaan konsentrasi pada titik pengukuran (titik 1 dan 2). Hasil dari pemetaan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Pemetaan Sebaran CO

Berdasarkan gambar 2, persebaran konsentrasi tertinggi CO adalah 25,06 µg/m³ yang ditandai dengan warna merah, yang terjadi di jalan raya. Hal ini dikarenakan pada jalan raya adalah sebagai sumber emisi. Konsentrasi CO berangsur

turun pada sisi-sisi jalan karena terjadinya dispersi polutan. Semakin jauh dari jalan raya konsentrasi CO akan semakin menurun. Penggunaan bahan bakar / energi konvensional dan rancangan kendaraan bermotor yang dimanfaatkan dalam sektor transportasi masih menyebabkan sumber emisi pencemaran udara. Penggunaan bensin dalam kendaraan bermotor akan selalu mengeluarkan senyawa seperti CO.

3.6 Saran upaya pengurangan Dampak Pencemaran Udara dari transportasi

Upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi pencemaran udara dari kegiatan transportasi berdasarkan penelitian ini adalah untuk titik I karena berada di dekat pasar Ramayana dan sering terjadi kemacetan, perlu adanya penambahan lahan parkir agar kendaraan tidak parkir di badan jalan yang menyebabkan macet. Untuk titik II karena jumlah kendaraan yang banyak dan laju kendaraan yang tinggi, perlu adanya penambahan pelayanan transportasi massal yang dapat diakses masyarakat. Jika jarak tempuh tidak terlalu jauh, disarankan dapat bersepeda atau berjalan kaki untuk kegiatan sehari-hari. Hal ini bermanfaat untuk mengurangi pencemaran udara diperkotaan, menghemat biaya, dan menjadi kegiatan olahraga yang menyehatkan tubuh. Melakukan perawatan kendaraan secara berkala dengan tujuan tidak boros bahan bakar dan emisi gas buang aman untuk lingkungan. Memilih menggunakan bahan bakar yang tidak mengandung timbal (*unleaded fuel*).

4 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan konsentrasi udara ambien dari sumber bergerak di Jalan Jendral Sudirman, Kota Pekanbaru, konsentrasi CO tertinggi pada hari Selasa yaitu sebesar $6.603,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (5,767 PPM) di titik 1 dan $14.620,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (5,4 PPM) di titik 2, konsentrasi ini masih berada dibawah baku mutu. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan model *Gaussian line source*, konsentrasi tertinggi yaitu pada hari Selasa pada sumber (0 m) dengan konsentrasi CO di titik 1 sebesar $27,198 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan di titik 2 sebesar $26,869 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan bahwa semakin jauh jarak dari sumber, maka konsentrasi CO akan semakin kecil. Berdasarkan hasil pemetaan persebaran emisi tertinggi CO adalah $25,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$ yang

ditandai dengan warna merah, berada di jalan raya sebagai sumber emisi dan semakin jauh dari jalan raya, konsentrasi CO akan semakin menurun.

5 Daftar Pustaka

- [1] Elviana and A. S. Yuwano, "Analisis Beban Emisi Udara Primer di Provinsi Bangka Belitung," *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 1, no. 2, pp. 91–99, 2016.
- [2] Y. W. Kristi and R. Boedisantoso, "ANALISIS BEBAN EMISI UDARA CO dan NO₂ AKIBAT SEKTOR TRANSPORTASI DARAT DI KOTA PROBOLINGGO," *Jurnal Purifikasi*, vol. 15, no. 2, pp. 88–107, Jul. 2015, doi: 10.12962/j25983806.v15.i2.29.
- [3] S. L. Sengkey, F. Jansen, and S. Wallah, "Tingkat Pencemaran Udara CO Akibat Lalu Lintas dengan Model Prediksi Polusi Udara Skala Mikro," *Jurnal Ilmiah MEDIA ENGINEERING*, vol. 1, no. 2, pp. 119–126, 2011.
- [4] U.S. Environmental Protection Agency, "Air Emissions Inventories, Air Pollutant Emissions Trends Data, National Annual Emissions: Table 4-45," 7 May 2020. <https://www.epa.gov/air-emissions-inventories/air-pollutant-emissions-trends-data>
- [5] R. S. Samosir, I. Indrawan, I. Suryati, and H. Irwandi, "Analisis Konsentrasi SO₂ dan CO Menggunakan Model Gaussian Line Source Di Udara Ambien," *Jurnal Dampak*, vol. 15, no. 1, pp. 51–59, 2018.
- [6] M. A. F. I. Aslim, N. Ihsan, and A. Yani, "Pemodelan Sebaran Polutan Udara Akibat Aktivitas Pltd Tello Kota Makassar Menggunakan Model Dispersi Gauss," *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, vol. 15, no. 1, pp. 36–44, 2019.
- [7] P. Afrilia, "Simulasi Dispersi Gas Karbon Monoksida (CO) dalam Gardu Tol Menggunakan Computation Fluid Dinammics (CFD)," Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2011.
- [8] F. Hasibuan, Warsito, and S. W. Suciwati, "Simulasi Model Dispersi Polutan Gas dan Partikulat Molekul Pada Pabrik Semen dengan Menggunakan Software Matlab 7.12," *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, vol. 3, no. 2, pp. 142–150, 2015.
- [9] A. A. I. Permatasari, D. P. Sasongko, and I. Buchori, "Analisis Dispersi Polutan Udara Menggunakan Model Dispersi Gauss dan Pemetaan Surfer 10," *Jurnal EKOSAINS*, vol. 6, no. 3, pp. 1–19, 2014.
- [10] Y. V. Paramitadevi, "Simulasi Dan Validasi Model Dispersi Karbon Monoksida (CO) Di Sekitar Pintu Tol Baranangsiang Bogor," Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2014.
- [11] Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru, "Pekanbaru Dalam Angka 2019." 2020.
- [12] Pemerintah Republik Indonesia, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara*. 1999.

- [13] Kementerian Lingkungan Hidup, *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi GRK Nasional: Buku II Volume 1 – Pengadaan dan Penggunaan Energi*. Jakarta, 2012.
- [14] Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta, 1997.
- [15] A. Sasmita, "Pengaruh Kegiatan Car Free Day (CFD) di Kota Pekanbaru untuk Pengurangan Emisi Karbon dari Kegiatan Transportasi," in *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Lingkungan XII-ITS*, Surabaya, 2015, vol. 1, pp. 339–344.
- [16] Badan Standarisasi Nasional, "SNI 19-7119.9-2005 tentang Udara Ambien-Bagian 9 Penentuan lokasi pengambilan contoh uji kualitas udara roadside." 2005.
- [17] Intergovernmental Panel of Climate Change, *Refinement for IPCC 2006: Guidelines For National Greenhouse Gas Inventories*. Geneva, 2019.
- [18] D. P. Chock, "A simple line-source model for dispersion near roadways," *Atmospheric Environment* (1967), vol. 12, no. 4, pp. 823–829, Jan. 1978, doi: 10.1016/0004-6981(78)90019-7.
- [19] C. J. Willmott, "ON THE VALIDATION OF MODELS," *Physical Geography*, vol. 2, no. 2, pp. 184–194, Jul. 1981, doi: 10.1080/02723646.1981.10642213.
- [20] R. Wirosoedarmo, B. Suharto, and D. E. Proborini, "Analisis Pengaruh Jumlah Kendaraan Bermotor dan Kecepatan Angin Terhadap Karbon Monoksida di Terminal Arjosari," *JSAL*, vol. 7, no. 2, pp. 57–64, Aug. 2020, doi: 10.21776/ub.jsal.2020.007.02.2.
- [21] D. Y. Damara, I. W. Wardhana, and E. Sutrisno, "Analisis Dampak Kualitas Udara Karbon Monoksida (CO) di Sekitar Jl. Pemuda Akibat Kegiatan Car Free Day Menggunakan Program Caline4 dan Surfer (Studi Kasus: Kota Semarang)," *Jurnal Teknik Lingkungan*, vol. 6, no. 1, pp. 1–14, 2017.
- [22] A. Venkatram and T. W. Horst, "Approximating dispersion from a finite line source," *Atmospheric Environment*, vol. 40, no. 13, pp. 2401–2408, Apr. 2006, doi: 10.1016/j.atmosenv.2005.12.014.