



Jurnal TELUK

Teknik Lingkungan UM Kendari

p-ISSN: 2797-4049 ; e-ISSN: 2797-5614

Artikel Penelitian

Pola Sebaran Karbon Monoksida Akibat Aktivitas Kendaraan Bermotor

(Studi Kasus Jalan Cristina Martha Tiahahu)

Lini Syaharian *, Moch Assiddieq, Sumarlin Sumarlin

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Kendari Jl.KH. Ahmad dahlan No. 10. Kendari Sulawesi Tenggara 93137, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 5 Desember 2024

Revisi Akhir: 15 Desember 2024

Diterbitkan Online: 30 Desember 2024

KATA KUNCI

Volume; Kepadatan; Emisi; Kendaraan; CO; Pola Sebaran

KORESPONDENSI

Telepon: +62 822 9104 7769

E-mail: linisyaharian@gmail.com

ABSTRACT

Air pollution is the entry or inputs of foreign particles resulting in a change in the air concentration from the normal concentration. A carbon monoxide spread pattern model can be calculated using the Gaussian equation, where this equation can calculate a particular concentration of particles at a specified distance as well as describe a pattern of the spread of the area of the research site and its source. The focus of this research was carried out in the street Cristina Martha Tiahahu Kelurahan Lepo-lepo city of Kendari by counting the number of vehicles, dispersion and concentration of carbon monoxide and modeling using Arcgis. The number of vehicles contributing to the CO emission rate of 32863.22 $\mu\text{g}/\text{km.s}$ on Sunday, 44175.33 micrograms/km.s on Monday and 35467.11 microgram/km/s on Thursday. Based on Gauss calculations the highest concentration of carbon monoxide spread is at a distance of 0.5 m from the source of emissions of 6,21716 microgramm/m³ on Thursday, 5,35059 microgramme/m³, on Sunday and 3,24231 microgrammes/m³. With an average wind speed of 3 m/s and northeast winds. Spatial analysis with modeling on Arcgis showed the area of impact spread from CO gas pollution to the area around the highway.

1. PENDAHULUAN

Pencemaran udara merupakan masuk atau di masukannya partikel-partikel asing yang mengakibatkan perubahan konsentrasi udara dari kondisi biasanya. Partikel asing yang masuk kedalam komponen udara tersebut dengan jumlah banyak dan waktu tinggal yang relatif lama dapat menyebabkan terjadinya pencemaran udara sehingga hal tersebut dapat membahayakan kesehatan manusia. Pembangunan yang begitu pesat di Indonesia khususnya di bidang industri yang juga didukung oleh perkembangan teknologi tentu memberikan konsekuensi dari proses tersebut. Konsekuensi ini berupa meningkatnya limbah yang dikeluarkan baik dari industri maupun kendaraan dimana limbah tersebut menjadi salah satu sumber pencemar terutama kualitas udara (Maruf, 2014).

Selama hampir dua dekade terakhir Indonesia menunjukkan perubahan kualitas udara yang cukup signifikan karena konsentrasi partikulatnya meningkat 71%. Berbagai sumber kontribusi polusi udara di Indonesia sendiri khususnya kota Jakarta pada tahun 2008-2009 sepeda motor menyumbang setidaknya 31,5 % dari polusi yang ada (Greenstone & Fan, 2019). Saat ini, polusi udara diakui sebagai masalah lingkungan. Polusi udara adalah akibat dari bahan kimia atau benda lain yang

mencemari udara. Salah satu zat tersebut adalah karbon monoksida (CO), yang menyumbang sebagian besar polusi udara, yaitu sekitar 59% emisi gas buang dari kendaraan berbahan bakar fosil. (Sarungallo *et al.*, 2016).

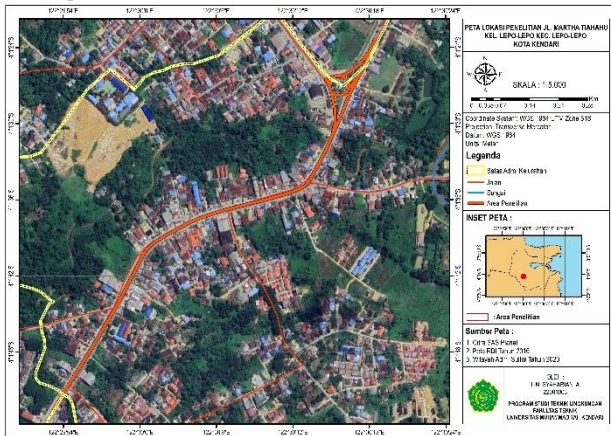
Jalan Christina Martha Tiahahu adalah salah satu jalan yang terletak di Kelurahan Lepo-Lepo, Kota Kendari. Jalan ini memiliki panjang sekitar $\pm 1,2$ Km, memiliki 2 ruas jalan dengan masing-masing memiliki lebar ± 5 meter, serta menjadi salah satu lokasi dengan tingkat lalu lintas cukup padat setiap harinya terutama di jam-jam sibuk seperti jam masuk kantor maupun pulang kantor. Hal ini dapat terjadi karena jalan tersebut merupakan jalan poros yang dilewati oleh banyak kendaraan, jalan ini memiliki akses terdekat menuju rumah sakit terbesar di Kota Kendari yaitu rumah sakit Bahteramas. Selain itu, di sepanjang jalan ditemui berbagai sarana publik seperti kampus STMIK, SDN 12 Baruga, Puskesmas Lepo-Lepo, Bank BRI, hotel serta berbagai macam toko swalayan dengan akses parkir yang cukup sempit. Selain itu di sepanjang jalan juga banyak ditemui berbagai macam pedagang kaki lima hal ini tentu berpengaruh terhadap tingkat kemacetan karena badan jalan yang digunakan dialih fungsikan menjadi parkir ini tentu dapat menambah tingkat kepadatan sebab jalan yang dilalui semakin

Interaksi sosial dan mobilitas penduduk yang tinggi selain berdampak pada peningkatan volume kendaraan juga berdampak pada peningkatan jumlah karbon monoksida (CO) di udara, keberadaan karbon monoksida di udara tidak menetap pada satu lokasi tetapi dapat berpindah karena berbagai faktor seperti arah dan kecepatan angin, suhu serta kelembaban udara.

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari-Maret 2023. Penelitian ini berlokasi di Kelurahan Lepo-Lepo Kecamatan Baruga Jalan Christina Martha Tiahahu. Secara geografis jalan ini melintang dari 04°01'49.7" LS - 122°29'54.9" BT dan 04°01'26.8" LS - 122°30'15.7" BT. Berikut merupakan peta lokasi penelitian.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2. Metode Penelitian

2.2.1 Perhitungan Jumlah Kendaraan

Pengamatan lalu lintas dilakukan pada tanggal 5 Februari 2023 dan 6 Februari 2023 dalam jam ramai yang mempunyai detail pada pukul 06.00-07.00 WITA dalam merepresentasikan pagi, 11.00-12.00 WITA bagi waktu siang dan jam 17.00-18.00 WITA dalam mewakili waktu sore. Sedangkan pada jam-jam lalu lintas padat, waktu ini diubah. Selama dua hari, data arus lalu lintas dikumpulkan dengan observasi langsung. Perhitungan tiap-tiap jumlah kendaraan dititik dilangsungkan melalui pemanfaatan *handtally counter* (Riduan *et al*) di hitung pada 2 ruas jalan dengan 2 titik lokasi yang berbeda berdasarkan kendaraan yang melintas. Kendaraan terbagi menjadi 3 jenis Masing-masing tipe kendaraan memiliki karakteristik dengan pergerakan yang beragam sebab adanya pengaruh dimensi maupun tipe kendaraan, berikut ialah golongan kendaraan merujuk pada "Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)":

2.2.2 Menghitung Konsentrasi Karbon Monoksida CO

Laju emisi dihitung menggunakan persamaan 1 dan faktor emisi mengacu pada tabel 1.

$$q_{CO} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n EFi \times V}{t} \right) \quad (1)$$

dimana:

q_{CO} = Laju emisi CO (gram/km.Jam)

EFi = Faktor emisi gas (g/km.unit)

V = Jumlah Kendaraan (Unit)

t = Lama waktu pengukuran (Jam)

Tabel 1. Faktor Pengali Emisi CO

Kategori	CO (g/km)
Sepeda Motor	14
Mobil bensin	40
Bis	11
Truk	8,4

Sumber: KLHK 2013

Dispersi atau penyebaran ini sangat ditentukan oleh faktor meteorologi seperti suhu, kelembaban, serta kecepatan angin yang dinyatakan dalam kelas kestabilan atmosfer.

Tabel 2. Kelas stabilitas Atmosfer Pasquill-gifford

Kelas Stabilitas Atmosfer	X ≤ 1 km				X ≥ 1 km		
	a	C	d	f	c	D	f
A	213	440,8	1,941	9,27	459,7	2,094	-9,6
B	156	106,6	1,149	3,3	108,2	1,098	2,0
C	104	61,0	0,911	0	61,0	0,911	0
D	68	33,2	0,725	-1,7	44,5	0,516	-13,0
E	50,5	22,8	0,678	-1,3	55,4	0,305	-34,0
F	34	14,35	0,740	-0,35	62,6	0,180	-48,6

(Sumber: Maharani, 2019).

Nilai b = 0,894 bagi seluruh kelas atmosfer dan semua jarak

$$\sigma z = cx^d + f \quad (2)$$

$$\sigma y = ax^b \quad (3)$$

dengan:

σz = Koefisien dispersi vertikal

X = Jarak pengukuran dari titik emisi (0,5)

C, d, f = Nilai Tetapan koefisien dispersi vertikal

Pemodelan dengan metode *gaussian* adalah suatu model yang paling mudah dan tepat untuk menggambarkan pola sebaran emisi. *Gaussian* terbagi menjadi dua yaitu *point source* atau sumber titik dengan cerobong asap menjadi sumber polutannya serta *line source* atau sumber garis dimana aktivitas kendaraan menjadi sumber semisinya (Purnami, 2016). Adapun rumus Gaussian yang digunakan adalah sebagai berikut (Taffarel *et al.*, 2023).

$$C = \frac{q}{\pi x U \sigma y \sigma z} \exp - \frac{1}{2} \left[\frac{y^2}{\sigma y^2} + \frac{H^2}{\sigma z^2} \right] \quad (4)$$

dimana:

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

q = Laju Emisi (g/s)

$\pi = 3,14$

σz = Koefisien dispersi Vertikal

σy = Koefisien dispersi Horizontal

y = jarak pengukuran (0,20,30 dan 50 m)

H = Ketinggian efektivitas sumber emisi (m)

U = Kecepatan angin (m/s)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perhitungan Laju Emisi CO

Emisi karbon adalah jumlah total karbon yang dihasilkan dari aktivitas manusia, baik langsung maupun tidak langsung. Faktor emisi menghubungkan suatu aktivitas dengan jumlah senyawa kimia tertentu sehingga menjadi faktor emisi. Faktor emisi merupakan polutan yang dihasilkan oleh bahan bakar dalam jangka waktu tertentu (Yono, 2008). Laju emisi karbon monoksida yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor dapat diperkirakan dengan mengalikan jumlah dan jenis kendaraan dengan faktor emisi nasional, kemudian mengalikan waktu yang diperlukan dalam pengamatan. Untuk baku mutu konsentrasi CO di Indonesia selama 1 jam adalah $30\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tata cara penghitungan laju emisi karbon dioksida dari kendaraan bermotor di Jalan Cristina Martha Tiahau, Minggu, Senin dan Kamis dapat di hitung dengan persamaan 1 dengan laju emisi kendaraan sesuai dengan Tabel 1.

Tabel 3. Laju Emisi CO

Lokasi	Hari	Jumlah Kendaraan			Total kendaraan	Laju Emisi ($\mu\text{g}/\text{km.s}$)
		MC	LV	HV		
Titik 1	Minggu	3.69	1.658	59	4.767	32863.22
	Senin	4.905	2.244	72	7.221	44176.33
	Kamis	4.186	1.710	64	5.970	35467.11
Titik 2	Minggu	2.462	1.368	31	3.861	24846.77
	Senin	3.030	1.734	45	4.809	31155
	Kamis	2.557	1.485	34	4.076	25523.22

Berdasarkan perhitungan pada titik 1 lokasi penelitian laju emisi tertinggi yaitu pada hari senin sebesar $44176,33 \mu\text{g}/\text{km.s}$. Temuan tersebut disebabkan oleh masifnya total transportasi yang melintasi lokasi penelitian pada hari tersebut. Untuk laju emisi yang terdapat pada hari kamis sebanyak $35467,33 \mu\text{g}/\text{km.s}$, sedangkan untuk hari minggu laju emisi total sebanyak $30459,33 \mu\text{g}/\text{km.s}$. Jumlah diatas merupakan total perhitungan laju emisi yang tercipta dari alat transportasi bermotor pada Jalan Cristina Martha Tiahau. Jumlah atau volume kendaraan sangat berpengaruh terhadap laju emisi gas karbon monoksida Dimana semakin banyak kendararan yang melintas semakin banyak pula karbon monoksida yang dihasilkan. Adapun untuk titik penelitian ke 2 pada lokasi penelitian laju emisi terbanyak terdapat pada Hari Senin dengan jumlah $31155 \mu\text{g}/\text{km.s}$, sedangkan untuk Hari Kamis sebanyak $25523,22 \mu\text{g}/\text{km.s}$. dan untuk hari minggu sebanyak $24846,67 \mu\text{g}/\text{km.s}$. Hari minggu merupakan hari dengan jumlah laju emisi paling sedikit, hal ini dapat terjadi

karena hari tersebut merupakan hari libur sekolah maupun kantor sehingga aktivitas kendaraan juga berkurang.

3.2 Stabilitas Atmosfer Lokasi Penelitian

Dalam penentuan stabilitas ditentukan berdasarkan kecepatan angin serta intensitas sinar matahari. Dalam penelitian ini kondisi meteorologi pada lokasi penliitan diperoleh dari data online BMKG Maritim Kota Kendari

Tabel 4. Tabel Stabilitas Atmosfer

Hari	Kecepatan Angin(m/s)	Sinar Matahari (lux)	Stabilitas Atmosfer
Minggu	3	Lemah	C
Senin	3	Sedang	B
Kamis	3	Lemah	C

(Sumber: Hasil Analisa)

Data diatas didapatkan dari lamanya penyinaran matahari dan kecepatan angin pada lokasi penelitian di 2 lokasi pengamatan dengan waktu yang sama. Data yang dihasilkan mampu menyimpulkan bahwa pada lokasi penelitian ini masuk kategori stabilitas atmosfer kelas C (lemah tidak stabil). Pada Penelitian yang dilangsungkan oleh Aslim (2019), konsentrasi polutan lebih tinggi dan tersebar lebih merata pada malam hari, sedangkan konsentrasi polutan cenderung terkonsentrasi di sekitar sumber pencemaran pada siang hari. Stabilitas atmosfer mempengaruhi penyebaran kontaminan. Polutan akan menyebar lebih jauh dari sumbernya pada lingkungan yang lebih stabil, sedangkan pada atmosfer yang tidak stabil akan menyebar lebih dekat ke sumbernya (Nim, 2023).

3.3 Pehitungan Dispersi

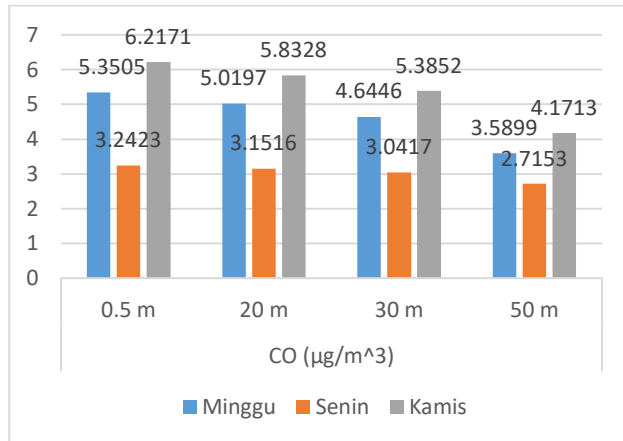
Menghitung koefisien dispersi menggunakan kelas tsbailitas atmosfer Passquill-Grifford untuk daerah perkotaan dengan yang disumsikan memiliki jaka 0,5 pada arah angin serta nilai stabilitas a, b, c, d dan f dijabarkan dalam tabel 4.10. Perhitungan koefisien dispersi karbon monoksida dapat dilakukan dengan perhitungan berikut: “diketahui kecepatan angin 3 m/s dan dan intesitas matahari sebesar 6,4 lux, yang menghasilkan kategori stabilitas atmosfer ke C (lemah tidak stabil)”. Nilai c, d, f merujuk pada tabel 2 untuk σz yaitu $c=61,0$, $d=0,911$ dan $f=0$ perhitunganya menggunakan Persamaan 3 dan 4.

Tabel 3. Perhitungan Dispersi

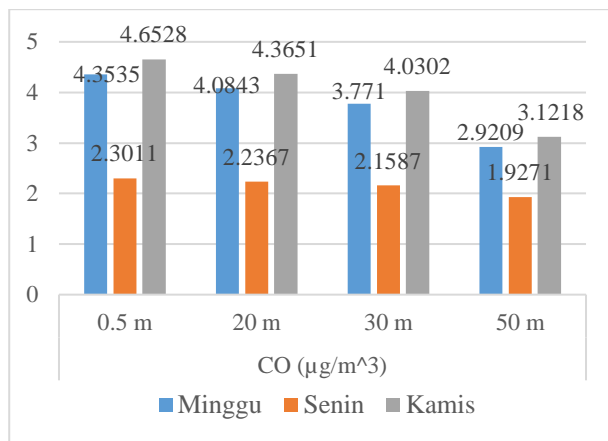
Hari	Parametrer						
	Intensitas Cahaya	Suhu (C)	Kelembaban (%RH)	Kecepatan Angin (m/s)	Stabilitas Atmosfer	σz (km)	σy (km)
Minggu	6,4	33,2	88	3	C	32,44	55,96
Senin	8,3	32,8	89	3	B	51,36	83,94
Kamis	0,0	33,1	91	3	C	32,44	55,96

3.4 Hasil Perhitungan Gauss titik 1 dan 2

Perhitungan Gauss ini diperoleh dari berdasarkan rumus persamaan 4 sehingga didapatkan nilai sebagai berikut.



Gambar 1. Perhitungan Gauss Titik 1

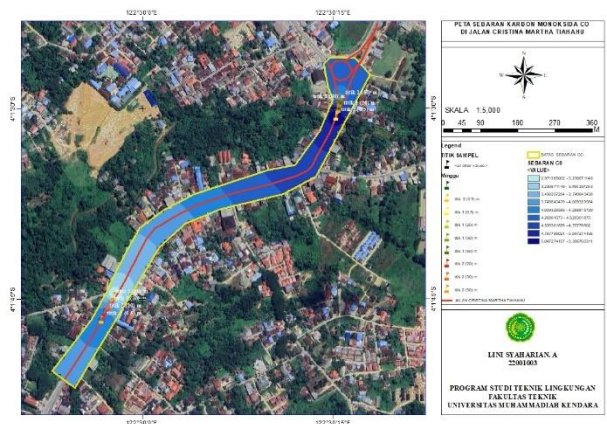


Gambar 2 Perhitungan Gauss Titik 2

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat hasil perhitungan konsentrasi karbon monoksida (CO) berdasarkan pemodelan Gauss CO tertinggi terdapat pada hari Kamis dengan jarak 0.5 m konsentrasi karbon monoksida (CO) sebesar 6,2171 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, untuk jarak 20 meter konsentrasi CO sebesar 5,8328 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, jarak 30 m konsentrasi CO sebesar 5,3852 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan untuk jarak 50 m konsentrasi CO sebesar 4,1713 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Gambar diatas menunjukkan konsentrasi karbon monoksida berdasarkan hasil pemodelan. Titik 2 konsentrasi karbon monoksida terbanyak terdapat pada hari Kamis dengan variasi jarak 0.5 meter memperoleh konsentrasi CO sebesar 4.65284 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, jarak 20 meter sebesar 4.36518 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, jarak 30 meter sebesar 4.0303 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan jarak 50 m sebesar 3.12181 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Perolehan hasil perhitungan berdasarkan pemodelan Gauss dapat dipengaruhi oleh jumlah kendaraan yang tinggi serta konsentrasi kecepatan angin. Semakin rendah kecepatan angin mengakibatkan peningkatan konsentrasi karbon monoksida. Gambar diatas juga menunjukkan semakin jauh jarak emisi terhadap sumber emisi semakin kecil pula konsentrasi emisi.

3.5 Hasil Simulasi Model Gaussian

Model pola sebaran karbon monoksida dapat dihitung dengan menggunakan persamaan gaussian, dimana persamaan ini dapat menghitung konsentrasi zat tertentu pada jarak yang telah ditentukan serta mampu menggambarkan pola sebaran daerah lokasi penelitian dan sumbernya (Purnami, 2016). Salah satu model yang paling tepat dan mudah dalam menggambarkan pola sebaran adalah model Gaussian. Model Gaussian terbagi menjadi dua yaitu “Point source” yang sumber polutannya tercipta dari asap cerobong dan “line source” dengan aktivitas kendaraan bermotor menjadi sumber polutannya. (Purnami, 2016). Gaussian model merupakan suatu model yang perhitungannya mampu mensimulasikan kualitas udara ambien terhadap pengaruh emisi. Gaussian model banyak digunakan untuk mensimulasikan beberapa sumber emisi secara spasial dengan kondisi sekitar yang cukup padat. Gaussian model ini menerangkan arah angin berbanding lurus dengan konsentrasi polutan (Septianingrum & Nuke, 2021). penyebaran polutan juga dipengaruhi oleh arah dan kecepatan angin pergerakan aliran polutan dapat diperkirakan berdasarkan pergerakan angin. Arah angin menentukan arah pergerakan polutan sedangkan kecepatan angin dapat mempengaruhi besarnya konsentrasi polutan pencemar di udara (Aida *et al.*, 2019)



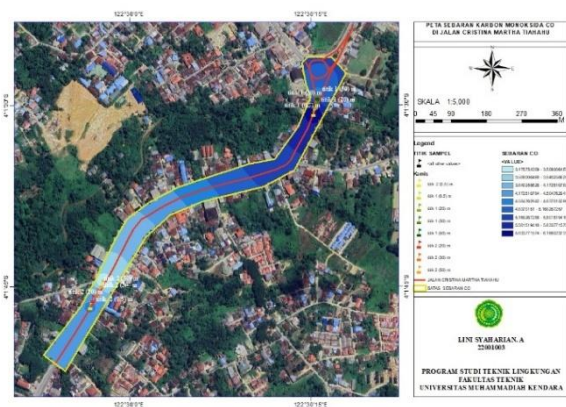
Gambar 3. Hasil Simulasi Minggu

gambar pola distribusi karbon monoksida pada format 2 dimensi. Merujuk pada data BMKG, 2024 pola sebaran menunjuk ke arah timur laut. menunjukkan pola distribusi karbon monoksida yang dibuat pada format gambar yang diberi warna biru. Dalam gambar ditunjukkan semakin gelap warna semakin besar pula konsentrasi emisinya. Konsentrasi emisi dengan pemodelan Gauss di pengaruhi oleh aktivitas kendaraan serta faktor meteorologi berupa kecepatan angin serta waktu penyinaran matahari. Data perhitungan konsentrasi karbon monoksida selanjutnya dihitung berdasarkan persamaan Gauss diperoleh konsentrasi CO tertinggi terdapat pada titik 1 dan 2 dengan jarak 0,5 m dari sumber emisi sebesar 5.35059 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pada titik 1 dan titik 2 koentrasi CO sebesar 4,35351 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan Konsentrasi CO terendah terdapat pada karal 50 m dengan koensentrasi CO sebesar 3,58997 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pada titik 1 dan 2,92098 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsisi stabilitas atmosfer pada penelitian ini yaitu C (lemah tidak stabil) dengan kecepatan angin yaitu 3 m/s degan kekautan emisi 91489,33 $\mu\text{g}/\text{km.s}$ untuk titik 1 dan 74440,33 $\mu\text{g}/\text{km.s}$ hasil pemodelan dengan gauss menunjukan karbon monoksida akan hilang pada jarak 300 m.



Gambar 4. Hasil Simulasi Senin

Gambar 4 merupakan pola sebaran karbon monoksida Hari Senin Dimana CO tertinggi terdapat pada titik 1 dan 2 dengan jarak 0,5 m dari sumber emisi sebesar $3,2431 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada titik 1 dan titik 2 konsentrasi CO sebesar $2,30111 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan Konsentrasi CO terendah terdapat pada jarak 50 m dengan konsentrasi CO sebesar $2,71536 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada titik 1 dan titik 2 sebesar $1,92712 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kondisi stabilitas atmosfer pada penelitian Stabilitas atmosfer B (Sedang tidak stabil) dengan kecepatan angin yaitu 3 m/s dengan kekuatan emisi $131699,7 \mu\text{g}/\text{km.s}$ untuk titik satu dan $93468,89 \mu\text{g}/\text{km.s}$ untuk titik 2 hasil pemodelan dengan gauss menunjukkan karbon monoksida akan hilang pada jarak 400 m.



Gambar 5. Pola Sebaran Kamis

Meteorologi berupa kecepatan angin serta waktu penyinaran matahari. Data perhitungan konsentrasi karbon monoksida selanjutnya dihitung berdasarkan persamaan Gauss diperoleh konsentrasi CO tertinggi terdapat pada titik 1 dan 2 dengan jarak 0,5 m dari sumber emisi sebesar $6,21716 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada titik 1 dan titik 2 konsentrasi CO sebesar $4,65284 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan Konsentrasi CO terendah terdapat pada jarak 50 m dengan konsentrasi CO sebesar $4,1714 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada titik 1 dan titik 2 sebesar $3,12181 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kondisi stabilitas atmosfer pada penelitian ini Stabilitas atmosfer C (Lemah tidak stabil) dengan kecepatan angin yaitu 3 m/s dengan kekuatan emisi $106306,9 \mu\text{g}/\text{km.s}$ titik 1 dan $79558,69$ hasil pemodelan dengan gauss menunjukkan karbon monoksida akan hilang pada jarak 270 m.

4 KESIMPULAN

Pola sebaran karbon monoksida tertinggi terdapat pada dengan jarak 0,5 m, dari sumber emisi. Hari Kamis merupakan hari

dengan konsentrasi CO tertinggi yaitu $6,2171 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di titik 1 dan $4,6528 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di titik 2 dengan konsentrasi CO akan hilang di jarak 270 m dari sumber emisi. Hari Minggu menjadi hari kedua yang memiliki konsentrasi CO tinggi yaitu sebesar $5,3505 \mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk titik 1 dan $4,3535 \mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk titik 2 serta konsentrasi CO akan hilang di jarak penyebaran 300 m dari titik emisi. Adapun Hari Senin konsentrasi CO sebesar $3,2423 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di titik 1 dan $2,3011 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di titik 2 konsentrasi CO pada hari Senin cenderung hilang pada jarak 400 meter dari lokasi penelitian. Pola sebaran karbon monoksida cenderung mengikuti arah angin dominan yaitu ke arah timur laut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan Kepada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Kendari serta teman-teman yang sudah mendukung dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aan Eka Pranata Jaya, Y. (2014). Aplikasi sistem informasi geografis (sig) untuk sebaran beban emisi co 2 berdasarkan kepadatan lalu lintas di kota surabaya bagian selatan. *Jurnal Geoid*, 09, 174–179.
- Aida, R., Rohmawati, F. Y., & Turyanti, A. (2019). The Effect of Car Free Day (CFD) on Pollutant Emissions at Alternative Roads (Case Study: RE Martadinata Street, Bogor City). *Agromet*, 33(1), 8–19. <https://doi.org/10.29244/j.agromet.33.1.8-19>
- Greenstone, M., & Fan, Q. (Claire). (2019). Kualitas udara Indonesia yang memburuk dan dampaknya terhadap harapan hidup. *Air Quality Life Index*, 1–10.
- Maharani, J. (2019). Perbandingan Tingkat Pencemaran Karbon Monoksida (CO) Di Ruas Jalan Ring Road Utara Gejayan Yogyakarta Menggunakan Pemodelan Dispersi Gauss Dan Pengukuran Langsung. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/49>, 1–35.
- Maruf, K. (2004). Pencemaran Udara dan Permasalahannya. *Falsafah Sains, Sps* 702, 1–16.
- MKJI. (1997). Mkji 1997. In *departemen pekerjaan umum, "Manual Kapasitas Jalan Indonesia"* (pp. 1–573).
- Nim, H. (2023). *PEMODELAN KARBON MONOKSIDA DAN NITROGEN GAUSSIAN*.
- Purnami, A. A. (2016). Analisis Sebaran Emisi NO₂ & SO₂ Di Pabrik Petrokimia, Cilegon, Banten. *Analisis Sebaran Polusi*, 2, 2016.
- Riduan, R., Annisa, N., & Arisnawati, R. S. (n.d.). *Prediksi Tingkat Emisi Karbon Monoksida (Co) Dari Aktivitas Kendaraan Bermotor Di Kampus Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru*. 114–123.
- Sarungallo, S. K., Raka Agung, I. G. P., & Jasa, L. (2016). Rancang Bangun Alat Ukur Uji Emisi Gas Karbon Monoksida (CO) Berbasis Mikrokontroler. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 16(1), 141. <https://doi.org/10.24843/mite.1601.19>
- Septianingrum, N., & Lingkungan, T. (2021). *Model Dispersi Gas CO dan NOx dari Kegiatan Transportasi di Simpang Lima Kenanten Kota Mojokerto Berdasarkan Model Gauss (Studi Kasus : Jalan Gempol – Mojokerto)*. 1–7.
- Taffarel, M., Naufal, F., & Munfarida, Ida, Y. (2023). Dampak : Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Andalas Analisis Karbon Monoksida (CO) Menggunakan Metode Gaussian Plume di Persimpangan Margorejo Ahmad Yani Surabaya. *Jurnal Dampak*, 20, 16–25.