

**ANALISIS RADIUS PERSEBARAN (DISPERSI) KARBON MONOKSIDA (CO)
MENGUNAKAN WRPLOT VIEW DI PT. KRAKATAU MEDIKA KOTA CILEGON, BANTEN**

***ANALYSIS OF CARBON MONOXIDE (CO) DISPERSION RADIUS USING WRPLOT
VIEW AT PT. KRAKATAU MEDIKA, CILEGON CITY, BANTEN***

¹⁾Bryan Wahyu Wibowo, ²⁾Hardianto, ³⁾Anis Artiyani

^(1,2,3)Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang
Jalan Sigura-gura Nomor 2, Kelurahan Sumbersari, Lowokwaru, Kota Malang

Email: ¹⁾brynwahyu@gmail.com ²⁾hardianto@lecturer.itn.ac.id

³⁾anisartiyani@lecturer.itn.ac.id

ABSTRAK: Karbon monoksida (CO) merupakan salah satu polutan udara yang berpotensi memengaruhi kualitas udara ambien di kawasan dengan aktivitas transportasi dan industri yang tinggi. Penelitian ini bertujuan menganalisis fluktuasi konsentrasi karbon monoksida (CO) pada area depan dan area belakang PT Krakatau Medika serta membandingkannya dengan baku mutu udara ambien berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, serta menganalisis potensi arah persebaran dan mengestimasi radius dispersi teoretis berdasarkan kondisi meteorologi. Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pengambilan sampel sesaat pada dua titik pengamatan, yaitu area depan dan area belakang PT Krakatau Medika, menggunakan alat Lutron COH-9902SD. Data primer diperoleh melalui pengukuran pada pagi, siang, dan sore hari tanggal 6 Juli 2026, sedangkan data sekunder menggunakan hasil pemantauan kualitas udara periode 2024–2025. Analisis arah angin dilakukan menggunakan WRPLOT View dengan metode *Flow Vector (Blowing To)*, sedangkan estimasi radius dispersi teoretis dihitung berdasarkan kecepatan angin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh konsentrasi CO masih berada di bawah baku mutu udara ambien. Rata-rata konsentrasi CO hasil pengukuran primer di area belakang sebesar $2.387 \mu\text{g}/\text{m}^3$, lebih tinggi dibandingkan area depan sebesar $2.236 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Analisis WRPLOT View menunjukkan bahwa arah persebaran dominan pada area belakang menuju sektor utara, barat, dan barat daya, sedangkan pada area depan menuju sektor barat. Estimasi radius dispersi teoretis sebesar 6,80 km pada area depan dan 5,18 km pada area belakang menunjukkan bahwa arah persebaran karbon monoksida dipengaruhi oleh kondisi meteorologi, terutama arah dan kecepatan angin.

Kata kunci : Dispersi, Karbon Monoksida, WRPLOT View

ABSTRACT: Carbon monoxide (CO) is one of the air pollutants that may affect ambient air quality in areas with intensive transportation and industrial activities. This study aimed to analyze the fluctuation of carbon monoxide (CO) concentrations at the front and rear areas of PT Krakatau Medika, compare the results with the ambient air quality standard stipulated in Government Regulation of the Republic of Indonesia Number 22 of 2021, and analyze the potential dispersion direction and estimate the theoretical dispersion radius based on meteorological conditions. This study employed a quantitative descriptive approach using grab sampling at two monitoring locations, namely the front and rear areas of PT Krakatau Medika. Primary data were collected using a Lutron COH-9902SD carbon monoxide analyzer through morning, afternoon, and evening measurements on July 6, 2026, while secondary data were obtained from ambient air quality monitoring conducted during 2024–2025. Wind direction analysis was performed using WRPLOT View with the Flow Vector (Blowing To) method, whereas the theoretical dispersion radius was estimated based on wind speed. The results showed that all measured CO concentrations complied with the ambient air quality standard. The average CO concentration in the rear area was $2,387 \mu\text{g}/\text{m}^3$, which was higher than that in the front area ($2,236 \mu\text{g}/\text{m}^3$). WRPLOT View analysis indicated that the dominant dispersion direction in the rear area was toward the north, west, and southwest, while in the front area it was toward the west. The estimated theoretical dispersion radius was 6.80 km in the front area and 5.18 km in the rear area, indicating that the dispersion pattern of carbon monoxide was primarily influenced by wind direction and wind speed

.Keyword : Carbon Monoxide, Dispersion, WRPLOT View..

PENDAHULUAN

Kualitas udara merupakan faktor penting bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Pencemaran udara dari aktivitas industri, pembakaran bahan bakar fosil, dan emisi kendaraan bermotor dapat memengaruhi kondisi udara ambien. Salah satu polutan yang perlu diperhatikan adalah karbon monoksida (CO), gas hasil pembakaran tidak sempurna yang banyak berkaitan dengan transportasi dan pembakaran bahan bakar.

PT. Krakatau Medika berada di Kota Cilegon, kawasan yang dipengaruhi aktivitas industri dan mobilitas kendaraan, sehingga sumber emisi di lingkungan rumah sakit ini lebih beragam dibandingkan lokasi yang hanya dipengaruhi lalu lintas. Di lokasi penelitian terdapat area parkir kendaraan, ruang terbuka, dan vegetasi, sedangkan di sekitarnya terdapat jaringan jalan dan aktivitas industri. Kawasan industri Krakatau Steel dikenal sebagai salah satu yang terbesar di Indonesia, dengan berbagai aktivitas seperti industri baja, petrokimia, pembangkit energi, serta logistik dan transportasi yang berlangsung terus-menerus.

Arah dan kecepatan angin merupakan faktor kunci yang memengaruhi distribusi dan sebaran polutan udara di lingkungan sekitar. Karakteristik arah angin tersebut dianalisis menggunakan aplikasi WRPLOT View, yang menghasilkan grafik windrose dari data meteorologi. Menurut Simbolon *et al.*, (2022) Grafik windrose menampilkan persentase dominasi arah angin pada periode tertentu, sehingga dapat digunakan untuk memprediksi arah potensi penyebaran polutan, termasuk CO, dengan lebih akurat. Dalam penelitian ini, data konsentrasi CO hasil pemantauan langsung di PT. Krakatau Medika dikombinasikan dengan data arah angin dari NASA POWER..

Penelitian ini bertujuan menganalisis fluktuasi konsentrasi CO di area depan dan belakang PT Krakatau Medika serta membandingkannya dengan baku mutu PP Nomor 22 Tahun 2021, menganalisis potensi arah persebaran CO, dan mengestimasi radius dispersi teoretis berdasarkan pola arah dan kecepatan angin.

METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan di PT Krakatau Medika, Jl. Semang Raya No. 1, Kota Cilegon, Banten, pada dua titik pengukuran, yaitu area belakang (parkir

kendaraan; S 5°59'25,68" E 106°01'53,90") dan area depan (Krakatau Town House; S 5°59'23,43" E 106°02'05,03"). Data primer berupa konsentrasi CO diperoleh pada 6 Juli 2026 melalui pengukuran pagi, siang, dan sore menggunakan Lutron COH-9902SD. Data sekunder terdiri atas hasil pemantauan CO tahun 2024-2025 dan data meteorologi NASA POWER.

Konsentrasi CO diolah dengan menghitung nilai minimum, maksimum, dan rata-rata, lalu dibandingkan dengan baku mutu udara ambien 10.000 µg/m³ untuk waktu pengukuran 1 jam (PP Nomor 22 Tahun 2021). Data arah dan kecepatan angin diolah menggunakan WRPLOT View dengan metode Flow Vector (Blowing To) untuk memperoleh arah angin dominan dan frekuensi tiap sektor. Potensi persebaran dipetakan melalui overlay windrose pada peta lokasi menggunakan Google Earth Pro.

Estimasi radius jangkauan dispersi teoretis dihitung dengan pendekatan perpindahan deterministik sederhana, $S = v \times t$, dengan S adalah estimasi jangkauan dispersi (m), v adalah kecepatan angin representatif (m/s), dan t adalah waktu paparan yang ditetapkan 1 jam (3.600 detik). Data operasional genset digunakan sebagai data pendukung untuk mengidentifikasi sumber potensial CO

HASIL DAN PEMBAHASAN

PT Krakatau Medika memiliki dua titik pengamatan dengan kondisi eksisting yang berbeda. Area belakang merupakan area parkir dengan aktivitas kendaraan bermotor dan vegetasi yang cukup rindang, sedangkan area depan merupakan area terbuka yang didominasi vegetasi dan berdekatan dengan jalan utama.

Tabel 4. 1 Kondisi Eksisting Penelitian

No	Titik Sampling	Dokumentasi	Kondisi Eksisting
1.	Area belakang PT. Krakatau Medika (Parkir Mobil)		Area parkir dengan aktivitas kendaraan bermotor dan dikelilingi pepohonan yang cukup rindang.
2.	Area depan PT. Krakatau Medika (Krakatau Town House)		Area terbuka yang didominasi vegetasi dan berdekatan dengan jalan utama sehingga terdapat aktivitas lalu lintas kendaraan.

Tabel 4.1

Sumber: Hasil Analisis, 2026

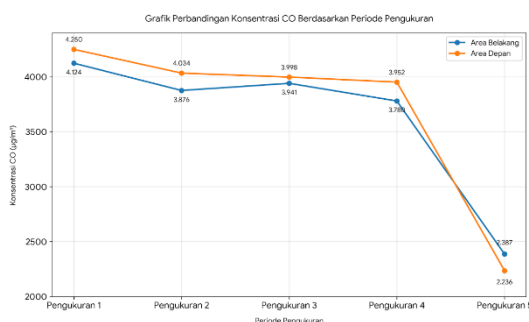
Hasil Pengukuran Karbon Monoksida

hasil pengukuran lapangan di PT. Krakatau Medika dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Karbon Monoksida

No	Tanggal	Area	Konsentrasi Karbon Monoksida ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Baku Mutu $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1.	30 Maret 2024**	Belakang	4.124	10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2.	30 Maret 2024**	Depan	4.250	
	01 Oktober 2024**	Belakang	3.876	
3.	02 Oktober 2024**	Depan	4.034	
	24 Maret 2025**	Belakang	3.941	
4.	25 Maret 2025**	Depan	3.998	10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	17 September 2025**	Belakang	3.780	
	18 September 2025**	Depan	3.952	
5.	06 Juli 2026*	Belakang	2.387	10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	06 Juli 2026*	Depan	2.236	

Sumber: Hasil Pengukuran Lapangan, 2026



Sumber: Hasil Pengukuran Lapangan, 2026

Konsentrasi CO di area belakang dan depan berfluktuasi selama lima periode pengukuran. Konsentrasi tertinggi terjadi pada pengukuran 1, yaitu 4.124 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di area belakang dan 4.250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di area depan. Pada pengukuran 2, konsentrasi menurun menjadi 3.876 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (belakang) dan 4.034 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (depan). Pengukuran 3 menunjukkan sedikit peningkatan di area belakang menjadi 3.941 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan area depan turun tipis menjadi 3.998 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pada pengukuran 4, kedua area kembali menurun, masing-masing menjadi 3.780 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan 3.952 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Penurunan paling signifikan terjadi pada pengukuran 5, dengan konsentrasi 2.387 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di area belakang dan 2.236 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di area depan.

Data Meteorologi

Data meteorologi area depan dan belakang rumah sakit yang didapatkan dari website Nasa Power dapat dilihat pada tabel berikut:

Keterangan:

1. WS: Wind Speed (Kecepatan Angin)
2. WD: Wind Direction (Arah Angin)

Tabel Data Meteorologi Area Depan 2024-2025

Bulan Pengamatan	Kecepatan Angin Minimum (m/s)	Kecepatan Angin Maksimum (m/s)	Kecepatan Angin Rata-rata (m/s)	Arah Angin Minimum (°)	Arah Angin Maksimum (°)	Arah Angin Rata-rata (°)
Maret 2024	1,00	2,74	1,75	0,7	359,7	129,31
Oktober 2024	0,33	2,30	1,40	21,8	340,5	157,98
Maret 2025	1,80	5,20	3,06	255,4	309,9	281,77
September 2025	1,09	4,35	3,08	24,3	204,0	88,63

(Sumber: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>, 2026)

Tabel Data Meteorologi Area Belakang 2024-2025

Bulan Pengamatan	Kecepatan Angin Minimum (m/s)	Kecepatan Angin Maksimum (m/s)	Kecepatan Angin Rata-rata (m/s)	Arah Angin Minimum (°)	Arah Angin Maksimum (°)	Arah Angin Rata-rata (°)
Maret 2024	1,00	2,74	1,75	0,7	359,7	129,31
Oktober 2024	0,42	4,44	2,16	5,0	256,3	96,56
Maret 2025	2,05	5,02	3,26	266,4	344,0	312,06
September 2025	0,09	4,32	2,42	6,3	177,8	110,90

(Sumber: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>, 2026)

Tabel Data Meteorologi Area Belakang 2026

Parameter	Minimum	Maksimum	Rata-rata
Kecepatan Angin (WS10M) (m/s)	0,26	3,34	1,44
Arah Angin (WD10M) (°)	25,9	184,9	101,74

(Sumber: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>, 2026)

Tabel Data Meteorologi Area Depan 2026

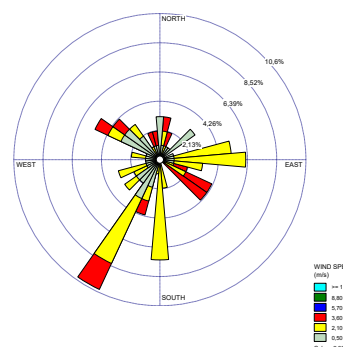
Parameter	Minimum	Maksimum	Rata-rata
Kecepatan Angin (WS10M) (m/s)	0,63	3,34	1,89
Arah Angin (WD10M) (°)	25,9	115,9	81,76

(Sumber: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>, 2026)

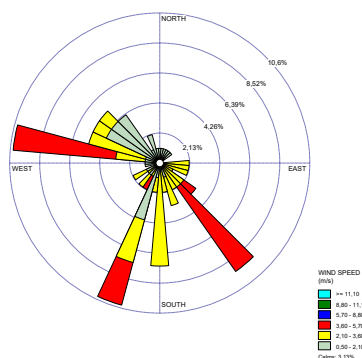
Hasil Windrose

Windrose

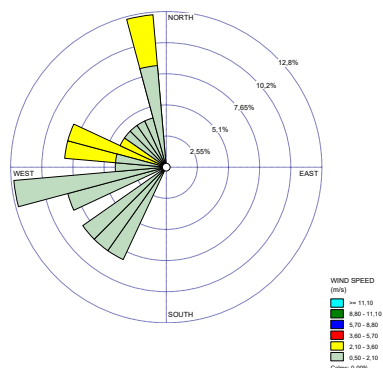
Berdasarkan hasil analisis menggunakan WRPLOT View dengan metode Flow Vector (Blowing To),



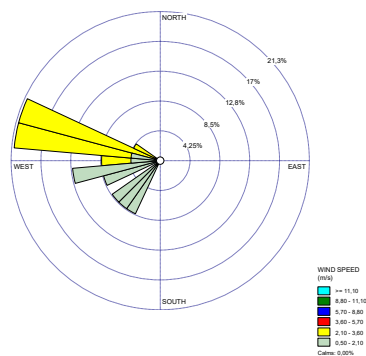
Gambar 4. 1 Windrose Area Belakang 2024-2025



Gambar 4. 2 Windrose Area Depan 2024-2025



Gambar 4. 3 Hasil Windrose Area Belakang 2026



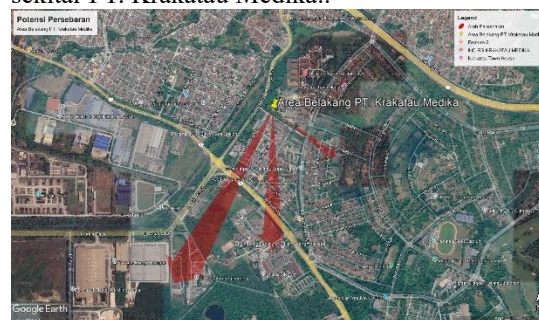
Gambar 4. 4 Hasil Windrose Area Depan 2026

Gambar 4.1. Angin bergerak ke hampir semua arah, tetapi paling sering menuju barat daya-selatan barat daya (frekuensi mendekati 10%), atau berasal dari timur laut-utara timur laut. Kelas kecepatan dominan adalah 2,10-3,60 dan 3,60-5,70 m/s. Arah tujuan sekunder adalah timur, selatan, dan

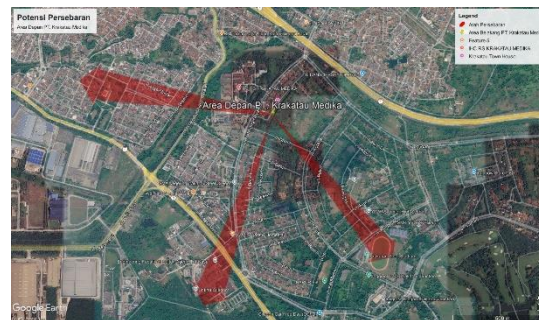
tenggara, dengan calm 2,08%. Gambar 4.2. Pola menyebar seperti Gambar 4.1 dengan kecepatan lebih tinggi. Batang terpanjang menuju barat-barat laut (angin dari timur-tenggara) pada kelas 3,60-5,70 m/s, dengan arah tujuan lain ke selatan barat daya dan tenggara. Calm 3,13%. Gambar 4.3. Kecepatan angin rendah, didominasi kelas 0,50-2,10 m/s, sedangkan kelas 2,10-3,60 m/s hanya muncul pada sektor tertentu. Frekuensi tertinggi ($\pm 12\%$) menuju barat (angin dari timur) dan utara-barat laut (angin dari selatan-tenggara). Tidak ada calm dan tidak ada kelas di atas 3,60 m/s. Gambar 4.4. Angin sangat terkonsentrasi menuju barat-barat laut (angin dari timur-tenggara) dengan frekuensi mendekati 20% pada kelas 2,10-3,60 m/s. Arah lain, terutama barat daya, hanya berkontribusi kecil pada kelas 0,50-2,10 m/s. Tidak ada calm.

Potensi Sebaran Karbon Monoksida

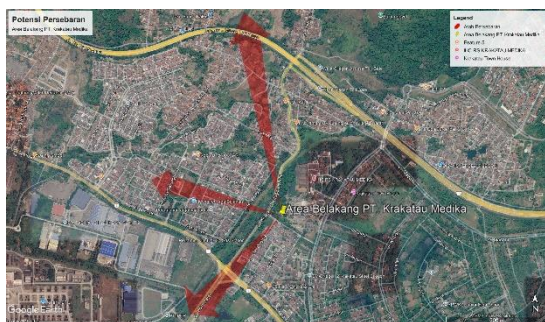
Analisis potensi persebaran CO dilakukan dengan menggabungkan hasil pengukuran konsentrasi CO dan pola arah serta kecepatan angin dari analisis windrose. Analisis ini bertujuan mengidentifikasi arah dominan dan potensi penyebaran CO di sekitar PT. Krakatau Medika..



Gambar 4. 5 Hasil Overlay Area Belakang Google Earth Pro 2024-2025



Gambar 4. 6 Hasil Overlay Area Depan Google Earth Pro 2024-2025



Gambar 4. 7 Hasil Overlay Area Belakang Google Earth Pro 2026



Gambar 4. 8 Hasil Overlay Area Depan Google Earth Pro 2026

Pada Gambar 4.5, persebaran utama menuju Barat Daya dan berpotensi melintasi Jl. Asia Raya, Jl. Arga Gede, serta kawasan industri di sekitar PT. Krakatau Engineering dan PT. Atas Energi Petrogas. Arah Selatan-Barat Daya berpotensi menuju sekitar Jl. Galaxi, Fakultas Teknik UNTIRTA, dan permukiman, sedangkan arah Timur-Tenggara menuju Jl. Besi I, SMA Negeri 2 Krakatau Steel Cilegon, dan permukiman di sisi timur. Pada Gambar 4.6, persebaran ke Barat berpotensi melintasi Jl. Arga Mulia, Jl. Arga Bromo, dan permukiman sekitarnya. Arah Selatan melintasi Jl. Besi I, Jl. Besi II, Fakultas Teknik UNTIRTA, dan permukiman, sedangkan arah Tenggara menuju Jl. Oksigen, Krakatau Steel Stadium, SMK YPWKS Cilegon, dan permukiman di bagian tenggara. Pada Gambar 4.7, persebaran ke Utara berpotensi melintasi Jalan Tol Jakarta-Merak, Jl. Gn. Watu, dan permukiman di utara. Arah Barat melintasi Jl. Arga Bromo, Jl. Arga Gunung, Jl. Arga Bajapura, dan permukiman, sedangkan arah Barat Daya melintasi Jl. Gn. Ciremai, simpang menuju Jl. Asia Raya, dan permukiman di barat daya. Pada Gambar 4.8, persebaran ke Barat berpotensi melintasi Jl. Arga Mulia, Jl. Arga Bromo, Jl. Arga Gunung, Jl. Arga

Bajapura, dan permukiman sekitarnya, sedangkan arah Barat Daya melintasi Jl. Gn. Ciremai, Jalan Tol Cilegon Barat, SPBU Pertamina 34.424.07, dan permukiman di barat daya.

Kondisi Oprasional Genset

Berdasarkan dokumen inspeksi, terdapat genset dengan kapasitas 500 kVA dan genset dengan kapasitas 730 kVA. Dokumen inspeksi menunjukkan bahwa pemeriksaan dilakukan secara berkala pada tanggal 3, 10, 17, 24, dan 31 Juli 2026.

Tabel 4. 3 Hasil Inspeksi dan Kondisi Operasional Genset 500 kVA

Tanggal	Level BBM	Kondisi Pemeriksaan	Keterangan
03 Juli 2026	50%	Komponen diperiksa	Genset dilakukan <i>starting</i>
10 Juli 2026	90%	Komponen diperiksa	Terdapat catatan pemanasan genset
17 Juli 2026	80%	Komponen diperiksa	Komponen utama diperiksa
24 Juli 2026	80%	Komponen diperiksa	Komponen utama diperiksa
31 Juli 2026	100%	Komponen diperiksa	Genset dilakukan <i>starting</i>

(Sumber: Hasil Inspeksi PT. Krakatau Chandra Energi, 2026)

Tabel 4. 4 Hasil Inspeksi dan Kondisi Oprasional Genset 730 kVA

Tanggal	Level BBM	Kondisi Pemeriksaan	Keterangan
03 Juli 2026	90%	Komponen diperiksa	Genset dilakukan <i>starting</i>
10 Juli 2026	90%	Komponen diperiksa	Genset dilakukan <i>starting</i>
17 Juli 2026	80%	Komponen diperiksa	Komponen utama diperiksa
24 Juli 2026	80%	Komponen diperiksa	Genset dilakukan <i>starting</i>
31 Juli 2026	95%	Komponen diperiksa	Genset dilakukan <i>starting</i>

(Sumber: Hasil Inspeksi PT. Krakatau Chandra Energi, 2026)

Genset 500 kVA. Setiap *starting* report mencatat bahwa kontak, instalasi, coolant, tekanan oli, dan bahan bakar telah diperiksa, dan genset di-*starting* satu kali. Selama 3-24 Juli 2026, putaran mesin sekitar 1.500 RPM, coolant meningkat dari 29°C ke 37°C, tekanan oli stabil 74-75 PSI, tegangan 231/400 V, dan frekuensi 50 Hz. Bahan bakar tercatat sekitar 90% (10 Juli) lalu 80% (17 dan 24 Juli), baterai 27,4 V (17 Juli), serta ada catatan pemanasan genset sebelum pembebanan pada 10 Juli. Genset 730 kVA. Selama 3-31 Juli 2026, bahan bakar tercatat 80-95% (600 liter pada 10 Juli), suhu air pendingin konstan 40°C, baterai umumnya 28,8 V, dan frekuensi 49,9-50 Hz. Tekanan oli bervariasi, yaitu sekitar 100 PSI (3 dan 31 Juli), 90 PSI (17 Juli), dan 150 PSI (24 Juli), dengan tegangan 234-238 V (fase-netral) dan 400-408 V (antarfase).

Hasil Radius Jangkauan Dispersi Teoritis

Estimasi radius jangkauan dispersi teoritis dilakukan menggunakan pendekatan kinematika atmosfer sederhana dengan mengasumsikan bahwa perpindahan massa udara mengikuti kecepatan angin rata-rata selama periode paparan. Persamaan yang digunakan sebagai berikut :

$$S = v \times t$$

S = Estimasi Radius Jangkauan Dispersi (m)

v = Kecepatan Angin Representatif (m/s)

t = Waktu Paparan (detik)

Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Estimasi Jangkauan Dispersi Teoritis Karbon Monoksida (CO)

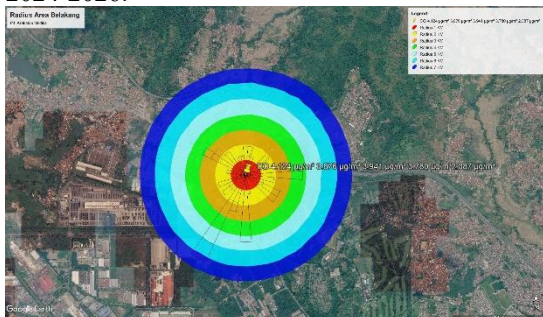
Data	Lokasi	Kecepatan Angin (WS10M)	Estimasi Jangkauan Dispersi (S)
Sekunder 2024–2025	Area belakang	2,32 m/s	8,35 km
Sekunder 2024–2025	Area depan	2,40 m/s	8,64 km
Primer 6 Juli 2026	Area belakang	1,44 m/s	5,18 km
Primer 6 Juli 2026	Area depan	1,89 m/s	6,80 km

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2026)

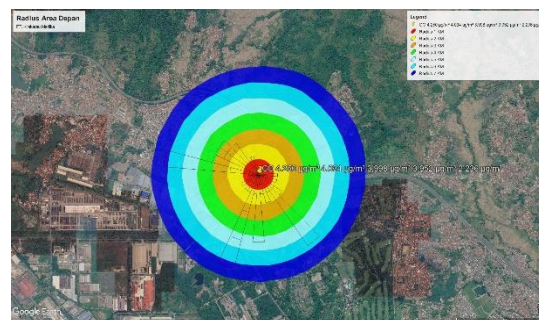
Estimasi jangkauan dispersi teoritis karbon monoksida (CO) pada data sekunder periode 2024–2025 diperoleh sebesar 8,35 km untuk area belakang dan 8,64 km untuk area depan. Pada data primer hasil pengukuran tanggal 6 Juli 2026 diperoleh estimasi jangkauan dispersi teoritis sebesar 5,18 km untuk area belakang dan 6,80 km untuk area depan

Hasil Overlay Radius

Radius dispersi teoritis area belakang dan depan di-overlay dengan pola arah angin untuk menggambarkan secara spasial jangkauan dan arah persebaran CO di lokasi penelitian selama periode 2024-2026.



Gambar 4. 9 Hasil Overlay Radius Area Belakang 2024-2026



Gambar 4. 10 Hasil Overlay Radius Area Depan 2024-2026

Gambar 4.9. Overlay area belakang PT. Krakatau Medika menunjukkan hubungan antara estimasi radius dispersi teoritis dan pola arah angin periode 2024-2026. Lingkaran buffer menggambarkan jangkauan radius bertahap dari titik pengukuran, sedangkan windrose menunjukkan pola arah angin di lokasi. Radius teoritis mencapai 8,35 km (2024-2025) dan 5,18 km (2026), mencakup kawasan industri, permukiman, jaringan jalan, dan beberapa fasilitas di sekitar lokasi. Variasi arah angin berpotensi memengaruhi pergerakan massa udara di area tersebut. Gambar 4.10. Overlay area depan PT. Krakatau Medika menunjukkan hubungan antara estimasi radius dispersi teoritis dan pola arah angin periode 2024-2026. Lingkaran buffer menggambarkan jangkauan radius bertahap dari titik pengukuran, sedangkan windrose menunjukkan pola arah angin di lokasi. Radius teoritis mencapai 8,64 km (2024-2025) dan 6,80 km (2026), mencakup kawasan industri, permukiman, jaringan jalan, dan beberapa fasilitas di sekitar lokasi. Variasi arah angin berpotensi memengaruhi pergerakan massa udara di area tersebut.

Pembahasan

Konsentrasi CO di area depan maupun belakang PT Krakatau Medika seluruhnya masih di bawah baku mutu udara ambien nasional sebesar 10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk waktu pengukuran satu jam (PP Nomor 22 Tahun 2021). Pengukuran primer pada 6 Juli 2026 menunjukkan CO area belakang sedikit lebih tinggi daripada area depan, sedangkan data sekunder 2024-2025 menunjukkan kecenderungan sebaliknya. Perbedaan ini menandakan bahwa sebaran CO bersifat dinamis dan dipengaruhi oleh perubahan aktivitas di sekitar lokasi serta kondisi meteorologi saat pengukuran. Temuan ini sejalan dengan Danek *et al.*, (2022) yang menyatakan bahwa variasi konsentrasi

polutan udara dipengaruhi oleh faktor meteorologi dan karakteristik lingkungan. Gao *et al.*, (2022) juga menjelaskan bahwa kondisi meteorologi, seperti kecepatan dan arah angin, berperan penting dalam proses transport, pencampuran, dan dispersi polutan di atmosfer sehingga memengaruhi distribusi konsentrasi polutan di suatu wilayah.

Genset 500 kVA dan 730 kVA di PT. Krakatau Medika, yang berfungsi sebagai sumber listrik cadangan rumah sakit, berpotensi menjadi sumber CO. Berdasarkan logsheet, pengoperasian dan pemanasan genset melibatkan pembakaran bahan bakar diesel yang menghasilkan emisi gas buang. CO terbentuk dari pembakaran tidak sempurna, dan jumlahnya dipengaruhi oleh kondisi operasi mesin. Ghorbanzadeh *et al.*, (2023) menjelaskan bahwa kondisi beban operasi mesin diesel dapat memengaruhi karakteristik emisi, termasuk emisi CO.

Kawasan PT. Krakatau Medika terdiri atas bangunan rumah sakit, area parkir, ruang terbuka, dan vegetasi. Jalan Tol Jakarta-Merak di sisi timur laut berpotensi menjadi sumber emisi CO, sehingga dispersi CO dipengaruhi oleh meteorologi sekaligus tata letak kawasan. Vegetasi berpotensi berperan sebagai green barrier yang mengubah pola aliran udara, meningkatkan deposisi polutan pada daun, dan membantu pengenceran. (Barwise & Kumar, 2020), keberadaan vegetasi tersebut diduga turut memengaruhi pola distribusi karbon monoksida sebelum massa udara bergerak menuju wilayah di sekitarnya.

Hasil overlay windrose pada peta lokasi menunjukkan bahwa potensi persebaran CO cenderung mengarah ke sisi utara, barat, dan barat daya PT. Krakatau Medika. Pada area belakang, persebaran dominan menuju permukiman di sisi utara dan barat, termasuk sekitar Jalan Bilet. Pada area depan, persebaran lebih terkonsentrasi menuju kawasan sekitar Jalan Agung, Jalan Bilet, dan permukiman di sisi barat lokasi penelitian. Jalan Tol Jakarta-Merak diduga lebih berperan sebagai sumber emisi CO akibat tingginya aktivitas kendaraan bermotor, bukan sebagai arah utama persebaran. Pola ini menunjukkan bahwa arah persebaran CO dipengaruhi oleh arah angin dominan dan distribusi sumber emisi di sekitar lokasi penelitian.. Temuan ini sejalan dengan Ibrahim & Rosariawari. (2024) menunjukkan bahwa pola persebaran karbon monoksida dipengaruhi oleh kondisi meteorologi dan volume lalu lintas.

Kecepatan angin turut memengaruhi jangkauan dispersi CO. Dengan waktu pengamatan (t) yang tetap, estimasi jangkauan dispersi teoretis berbanding lurus dengan rata-rata kecepatan angin (v): semakin tinggi kecepatan angin, semakin jauh pula jangkauan dispersi yang diperoleh. (Fermi *et al.*, 2022). Pada data sekunder 2024-2025, kecepatan angin 2,40 m/s di area depan menghasilkan estimasi jangkauan dispersi 8,64 km, sedangkan 2,32 m/s di area belakang menghasilkan 8,35 km. Pada data primer 2026, kecepatan angin yang lebih rendah menghasilkan jangkauan yang lebih kecil, yaitu 5,18 km di area belakang dan 6,80 km di area depan.. Yan *et al.*, (2021) yang menyatakan bahwa kondisi meteorologi, khususnya kecepatan angin, berperan penting dalam menentukan efisiensi transport dan dispersi polutan di atmosfer.

Penelitian ini menunjukkan bahwa persebaran CO di PT. Krakatau Medika dipengaruhi oleh interaksi sumber emisi, kondisi meteorologi, dan karakteristik fisik kawasan. Kendaraan bermotor di sekitar rumah sakit, Jalan Tol Jakarta-Merak, dan kawasan industri sekitar diduga menjadi sumber emisi CO. Arah dan kecepatan angin menentukan arah serta jangkauan persebaran, sedangkan bangunan, area parkir, ruang terbuka, dan vegetasi memengaruhi dispersi CO sebelum menyebar ke wilayah sekitar. Hal ini sejalan dengan penelitian Pantusheva *et al.*, (2022) yang menyatakan bahwa dispersi polutan perkotaan dipengaruhi oleh angin, bentuk bangunan, dan kondisi atmosfer. Wu *et al.*, (2022) juga menyatakan bahwa keberadaan bangunan dan vegetasi dapat mengubah pola aliran udara sehingga memengaruhi transport serta dispersi polutan di kawasan perkotaan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil Konsentrasi CO di PT. Krakatau Medika berfluktuasi. Pada 2026, rata-rata CO lebih tinggi di area belakang ($2.387 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dibandingkan area depan ($2.236 \mu\text{g}/\text{m}^3$), sedangkan pada 2024-2025 lebih tinggi di area depan ($4.059 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dibandingkan area belakang ($3.930 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Seluruh hasil masih di bawah baku mutu nasional $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (PP No. 22 Tahun 2021).
2. Analisis WRPlot View menunjukkan potensi persebaran CO pada 2024-2025

mengarah ke Barat Daya (area belakang) dan Barat (area depan), sedangkan pada 2026 mengarah ke Utara (area belakang) dan Barat (area depan). Estimasi radius dispersi teoretis sebesar 8,35-8,64 km (data sekunder) dan 5,18-6,80 km (data primer), yang menunjukkan bahwa arah dan kecepatan angin memengaruhi arah serta jangkauan dispersi CO.

SARAN

Setelah dilakukan penelitian maka didapatkan saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Mengoptimalkan penataan vegetasi di area depan PT. Krakatau Medika sebagai green barrier untuk membantu mengurangi penyebaran CO.
2. Menggunakan model dispersi seperti AERMOD atau CALPUFF

DAFTAR PUSTAKA

- Barwise, Y., & Kumar, P. (2020). Designing vegetation barriers for urban air pollution abatement: a practical review for appropriate plant species selection. *Npj Climate and Atmospheric Science*, 3(1), 1–19. <https://doi.org/10.1038/s41612-020-0115-3>
- Danek, T., Weglinska, E., & Zareba, M. (2022). The influence of meteorological factors and terrain on air pollution concentration and migration: a geostatistical case study from Krakow, Poland. *Scientific Reports*, 12(1), 1–22. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-15160-3>
- Fermi, M. I., Sasmita, A., Elystia, S., & Alfarobi, M. H. (2022). Analisis Dispersi Karbonmonoksida (CO) dari Transportasi di Jalan HR. Soebrantas Pekanbaru dengan Model Gaussian Line Source. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 5(3), 218–227. <https://doi.org/10.26760/jrh.v5i3.218-227>
- Gao, C., Xiu, A., Zhang, X., Tong, Q., Zhao, H., Zhang, S., Yang, G., & Zhang, M. (2022). Two-way coupled meteorology and air quality models in Asia: a systematic review and meta-analysis of impacts of aerosol feedbacks on meteorology and air quality. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 22(8), 5265–5329. <https://doi.org/10.5194/acp-22-5265-2022>
- Ghorbanzadeh, M., Issa, M., & Ilinca, A. (2023). Experimental Underperformance Detection of a Fixed-Speed Diesel–Electric Generator Based on Exhaust Gas Emissions. *Energies*, 16(8). <https://doi.org/10.3390/en16083537>
- Ibrahim, A. I., & Rosariawari, F. (2024). Analisis Radius Persebaran (Dispersi) Karbon Monoksida Di Jalan Raya Darmo Kota Surabaya. *Teknik Lingkungan*, 19(2), 9084–9095.
- Pantusheva, M., Mitkov, R., Hristov, P. O., & Petrova-Antonova, D. (2022). Air Pollution Dispersion Modelling in Urban Environment Using CFD: A Systematic Review. *Atmosphere*, 13(10), 1–35. <https://doi.org/10.3390/atmos13101640>
- Simbolon, C. D. L., Ruhiat, Y., & Saefullah, A. (2022). Analisis Arah dan Kecepatan Angin Terhadap Sebaran Curah Hujan Di Wilayah Kabupaten Tangerang. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 10(01), 113–120.
- Wu, M., Zhang, G., Wang, L., Liu, X., & Wu, Z. (2022). Influencing Factors on Airflow and Pollutant Dispersion around Buildings under the Combined Effect of Wind and Buoyancy—A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19). <https://doi.org/10.3390/ijerph191912895>
- Yan, L., Hu, W., & Yin, M. Q. (2021). An investigation of the correlation between pollutant dispersion and wind environment: Evaluation of static wind speed. *Polish Journal of Environmental Studies*, 30(5), 4311–4324. <https://doi.org/10.15244/pjoes/130040>