

Analisis Konsentrasi CO Pada Kegiatan Industri Pengasapan Ikan Di Tambak Wedi Surabaya

Derby Gabriele Tulandi¹, Rachmanu Eko Handriyono²

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Surabaya, Jl. Arief Rachman Hakim 100, Surabaya, 60117, Indonesia

e-mail: gabytulandi@gmail.com

ABSTRACT

The activity of the smoked-fish industry in Tambak Wedi Surabaya also contributed to CO gas emissions. The absence of exhaust gas control equipment triggers the high emission of CO which is discharged directly into the air. This condition causes a decrease in air quality in the city of Surabaya. The purpose of this study is to analyze the concentration of CO gas from the Fish Fuming Industry in Tambak Wedi Surabaya using the Gauss equation. This research requires data on energy consumption in the form of electricity and fuel use. Meteorological data in the form of wind direction and speed are from BMKG Perak Surabaya. Meteorological factors for estimating the dispersion of CO gas with distances of 50 m, 100 m, 300 m, and 500 m from the stack point. The calculation results show that the highest CO concentration in Tambak Wedi Fish Fuming Industry is at the first point that is a distance of 50 m from the chimney with a concentration of 5.014.08 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Keywords: *CO Gas, Gauss Equation, Smoked-Fish Industry*

ABSTRAK

Kegiatan industri pengasapan ikan di Tambak Wedi Surabaya turut menyumbang emisi gas CO. Tidak adanya peralatan pengendalian gas buang memicu tingginya emisi gas CO yang dibuang langsung ke udara. Kondisi ini menyebabkan penurunan kualitas udara di kota Surabaya. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis konsentrasi gas CO dari Industri Pengasapan Ikan di Tambak Wedi Surabaya menggunakan persamaan *Gauss*. Penelitian ini membutuhkan data konsumsi energi berupa penggunaan listrik dan bahan bakar. Data meteorologis berupa arah dan kecepatan angin berasal dari BMKG Perak II Surabaya. Faktor meteorologi untuk memperkirakan dispersi dari gas CO dengan jarak 50 m, 100 m, 300 m, dan 500 m dari titik cerobong. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa konsentrasi CO tertinggi di Industri Pengasapan Ikan Tambak Wedi adalah pada titik pertama yaitu jarak 50 m dari cerobong dengan konsentrasi sebesar 5.014,08 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Kata kunci: *gas CO, Persamaan Gauss, Industri Pengasapan Ikan*

PENDAHULUAN

Udara merupakan salah satu faktor penting dalam keberlangsungan hidup semua makhluk hidup terutama manusia. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan manusia yang diikuti dengan upaya pemenuhan sandang, pangan dan papan menyebabkan kualitas udara menurun atau mengalami perubahan. Industri pengasapan ikan berperan dalam menyumbang polusi udara yang membahayakan kesehatan manusia dan menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan. Pencemaran udara adalah kondisi atmosfer ketika suatu substansi konsentrasi pencemar melebihi batas konsentrasi udara ambien normal yang menyebabkan dampak terukur pada manusia, hewan tumbuhan dan material. Substansi tersebut dapat berasal dari sifat alami atau aktivitas manusia maupun campuran diantara keduanya [1].

Sumber pencemar udara adalah setiap usaha dan/atau kegiatan yang mengeluarkan pencemar ke udara yang menyebabkan udara tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya [2].

Emisi gas buang dari kegiatan industri berkontribusi besar terhadap penurunan kualitas udara di perkotaan [3]. Gas buang industri berasal dari bahan bakar produksi. Gas CO merupakan contoh gas buang hasil kegiatan industri. Senyawa CO mempunyai potensi racun yang berbahaya karena mampu membentuk ikatan yang kuat dengan pigmen darah [4]. Terbentuknya CO dalam hemoglobin darah dapat menyebabkan rusaknya sistem syaraf hingga kematian [5].

Penelitian ini melakukan perhitungan beban emisi CO dari kegiatan industri pengasapan ikan di Tambak Wedi Surabaya dan pengamatan faktor meteorologi berupa arah dan kecepatan angin. Beban emisi merupakan jumlah (massa) pencemar yang keluar dari sumber. Data beban emisi industri berupa penggunaan bahan bakar atau konsumsi energi dan penggunaan energi listrik. Penelitian ini berupaya untuk menganalisis konsentrasi gas CO yang dihasilkan industri pengasapan ikan di Tambak Wedi Surabaya, yang hasilnya dilakukan uji validasi. Sehingga dapat dijadikan pedoman untuk mengevaluasi status kualitas udara terkait baku mutu yang telah ditetapkan dan menentukan target reduksi emisi CO dengan cara yang efektif dan tepat sasaran

TINJAUAN PUSTAKA

Pencemaran Udara

Udara merupakan campuran dari berbagai macam gas dan partikel yang berada di permukaan yang menyelimuti bumi dan membentuk atmosfer. Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya.

National Ambient Air Quality Standards (NAAQS's) menetapkan enam kriteria pencemar udara yaitu lima polutan primer dan satu polutan sekunder. Lima polutan primer adalah polutan yang langsung diemisikan oleh sumber polutan, seperti *Particulate matter* (PM), Nitrogen dioksida (NO₂), Karbon monoksida (CO), dan partikulat timbal. Sedangkan polutan sekunder adalah polutan yang terbentuk akibat adanya reaksi primer polutan udara, seperti ozon (O₃) yang merupakan hasil reaksi atom oksigen [6].

Karbon Monoksida (CO)

Sifat fisik gas karbon monoksida (CO) adalah gas yang tidak berbau, tidak berasa, dan pada suhu normal berbentuk gas yang tidak berwarna. Karbon monoksida (CO) merupakan salah satu bahan toksik yang sangat berbahaya jika terhirup oleh manusia. Gas CO ini tidak hanya dihasilkan oleh kendaraan bermotor saja tetapi juga dihasilkan dari asap rokok, asap pabrik, alat pemanas, dan peralatan yang menggunakan bahan api berasaskan karbon [7].

Pengasapan Ikan

Pengasapan ikan adalah salah satu cara mengolah dan mengawetkan ikan melalui pemanasan, pengeringan dan reaksi kimiawi asap dengan jaringan daging ikan pada saat proses pengasapan berlangsung [8]. Zat-zat di dalam asap merupakan bahan yang menghambat pertumbuhan bakteri bahkan dapat membunuh bakteri [9].

Beban Emisi Pengasapan Ikan

Emisi merupakan zat atau energi yang keluar dari sumber pencemar dan masuk ke dalam udara ambien. Perhitungan beban emisi menggunakan persamaan (1)

$$Q = \sum \left(Fuel \times EF \right) \dots (1)$$

Keterangan:

Q = beban emisi (ton/tahun)

Fuel = jumlah bahan bakar yang digunakan atau konsumsi energi (L/s)

EF = faktor emisi (g/L)

Konsumsi sumber dan emisi dari penggunaan energi harus dihitung untuk menentukan dampak lingkungan dari sebuah situs atau bangunan. Data konsumsi energi industri dan faktor emisi digunakan untuk perhitungan beban emisi pada persamaan (1). Tabel 1 merupakan faktor emisi dari listrik dan bahan bakar dan tabel 2 merupakan faktor emisi untuk berbagai jenis pembakaran biomassa.

Tabel 1. Faktor Emisi dari Pemakaian Listrik dan Pemakaian Bahan Bakar [10]

Polutan	Listrik (kg/kwh)	Batu Bara (kg/1000kg)	Gas Alam (kg/1000m ³)
CO	3,87 x 10 ⁻⁴	4,05 x 10 ⁻³	1,5 x 10 ⁻³
NO _x	1,36 x 10 ⁻³	5,97 x 10	1,78 x 10 ⁻³
Merkuri	1,52 x 10 ⁻⁸	6,54 x 10 ⁻⁴	4,16 x 10 ⁻⁹

Tabel 2. Faktor emisi untuk berbagai jenis pembakaran biomassa (g kg⁻¹) [11]

Senyawa	Pembuatan	Pembakaran	Pembakaran
	Arang	Arang	Sampah
CO	255	189	38
CH ₄	39,6	5,29	3,66
NO	0,22	1,41	3,74

Faktor Meteorologi

Meteorologi adalah studi dan peramalan perubahan cuaca yang dihasilkan dari sirkulasi atmosfer skala besar. Prinsip meteorologi dan pengetahuan tentang pola sirkulasi skala makro dan skala mikro adalah faktor utama dalam pengendalian polusi udara yang efektif. Karena kita tidak memiliki kendali atas cuaca, laju emisi harus dikontrol sehingga masalah polusi cenderung berkembang selama periode cuaca buruk.

Kondisi meteorologi pada polusi di perkotaan terbentuk karena terjadinya proses transportasi dan dispersi yang disebut dengan lapisan Ekman. Sekitar tahun 1960, cara paling umum yang digunakan untuk mengklasifikasikan turbulensi di atmosfer adalah Pasquill. Turbulensi di atmosfer diklasifikasikan menjadi enam kelas yaitu A, B, C, D, E dan F dengan kelas A adalah kelas yang paling tidak stabil, dan kelas F adalah kelas paling stabil atau paling kecil turbulensinya [12].

Tabel 3. Klasifikasi Stabilitas Atmosfer [13]

Kecepatan angin permukaan (m/det) ^a	Radiasi matahari siang hari			Keawanan malam hari	
	Kuat ^b	Sedang ^c	Rendah	Berawan (≥4/8) ^d	Cerah (≤3/8) ^e
<2	A	A-B	B	E	F
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

Martin pada tahun 1976 menerbitkan persamaan untuk menghitung koefisien dispersi σ_y dan σ_z adalah sebagai berikut:

$$\sigma_y = ax^b \quad \dots (2)$$

$$\sigma_z = cx^d + f \quad \dots (3)$$

Dimana a , b , c , d , dan f adalah konstanta yang bergantung dari kelas stabilitas dan x adalah jarak dari sumber ke penerima.

Tabel 4. Konstanta stabilitas menghitung koefisien dispersi σ_y dan σ_z

Stabilitas	a	b	x < 1 km		
			c	d	f
A	213	0,894	440,8	1,941	9,27
B	156	0,894	106,6	1,149	3,3
C	104	0,894	61	0,911	0
D	68	0,894	33,2	0,725	-1,7
E	50,5	0,894	22,8	0,678	-1,3
F	34	0,894	14,35	0,74	-0,35

Data arah dan kecepatan angin yang terkumpul melalui pengamatan stasiun meteorologi dalam jangka waktu tertentu dapat digunakan sebagai salah satu sumber analisa klimatologi. Analisa tersebut dilakukan untuk mengetahui frekuensi dan prosentase angin yang memotong landasan (crosswind) dan ditampilkan dalam bentuk diagram mawar angin atau dikenal dengan windrose.

Model Dispersi Gauss

Model Gauss mendeskripsikan pencampuran pencemar udara di atmosfer dari sumber pencemar yang disebabkan oleh turbulensi pada arah vertikal dan horizontal. Model gauss menggunakan pendekatan antara lain yaitu fungsi beban emisi dari sumber pencemar, fungsi pengaruh meteorologi, dan fungsi konsentrasi gas polutan yang terbentuk. Model dispersi Gauss dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan:

$$Q = \frac{Q}{2\pi \cdot u \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \exp\left(-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}\right) \dots (4)$$

Keterangan:

- C = konsentrasi pencemar di udara ambien ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Q = laju/beban emisi ($\mu\text{g}/\text{s}$)
- u = kecepatan angin (m/dt)
- σ_y = koefisien dispersi horisontal (m)
- σ_z = koefisien dispersi vertikal (m)
- y = jarak horisontal dari titik tengah plume (m)
- H = ketinggian stack/cerobong (m)

METODE

Penelitian ini menganalisis konsentrasi CO (karbon monoksida) dari industri pengasapan ikan di Tambak Wedi Surabaya dengan menggunakan pemodelan *Gaussian Point Source*. Data primer berupa konsumsi energi listrik, penggunaan bahan bakar, dan tinggi cerobong. Sedangkan data sekunder menggunakan data faktor meteorologi berupa arah dan kecepatan angin 1 tahun terakhir.

Perkiraan dispersi gas CO dilakukan berdasarkan jarak, kecepatan angin, serta arah angin windrose di Kawasan Pengasapan Ikan. Data meteorologis tersebut berasal dari BMKG Perak II Surabaya. Titik lokasi sampling ditentukan berjarak 50 m, 100 m, 300 m, dan 500 m dari

sumber (cerobong). Perhitungan konsentrasi gas CO menggunakan metode Gauss berdasarkan persamaan (4).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Beban Emisi Industri Pengasapan Ikan

Perhitungan beban emisi menggunakan data industri berupa konsumsi energi yang terdiri dari pemakaian listrik dan penggunaan bahan bakar tempurung kelapa. Faktor emisi energi listrik menggunakan nilai dari NREL (*National Renewable Energy Laboratory*) USA (Tabel 1). dan faktor emisi penggunaan bahan bakar tempurung kelapa yang didefinisikan pembakaran biomasa jenis pembuatan arang menggunakan nilai dari *Atmospheric Chemistry and Physics* (Tabel 2). Hasil perhitungan beban emisi CO dari kegiatan industri pengasapan ikan tercantum pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi beban emisi CO dari kegiatan industri pengasapan ikan

No	Konsumsi Energi	Beban Emisi CO (kg/bulan)
1	Listrik	$4,68 \times 10^{-2}$
2	Tempurung Kelapa	382,5
Total beban emisi		382,54

Tabel 5 menunjukkan beban emisi CO dari kegiatan industri pengasapan ikan di Tambak Wedi Surabaya berasal dari penggunaan listrik sebesar $4,68 \times 10^{-2}$ kg/ bulan dan konsumsi energi berupa tempurung kelapa sebesar 382,5 kg/bulan. Hasil total emisi yaitu sebesar 382,54 kg/bulan.

Kondisi Meteorologis Wilayah Tambak Wedi

Data arah dan kecepatan angin rata-rata sejak bulan Desember 2018 hingga bulan April 2019 didapatkan dari data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Stasiun Meteorologi Maritim Perak II. Hasil menunjukkan arah angin dominan menuju arah tenggara dengan kecepatan angin rata-rata adalah 2,15 m/detik.

Kelas stabilitas atmosfer yang berhasil di asumsikan adalah kelas B, yaitu kondisi labil. Berdasarkan data yang telah didapatkan, maka perhitungan koefisien dispersi horizontal (σ_y) dan koefisien dispersi vertikal (σ_z) dapat dihitung dengan konstanta koefisien dispersi σ_y dan σ_z dan berdasarkan jarak sumber (cerobong) ke penerima (*receptor*).

Konsentrasi CO dengan persamaan Gauss

Data yang diketahui dapat ditulis sebagai berikut:

- Ketinggian (H) Cerobong = 10 m
- Kecepatan angin = 2,15 m/s
- $Y = 0$
- Beban emisi CO = 382,54 kg/bulan
- Jarak pengukuran = 50 meter, 100 meter, 300 meter, 500 meter

Berdasarkan data maka dapat dihitung konsentrasi gas CO menggunakan persamaan (4) yang disajikan dalam tabel 6 sebagai berikut

Tabel 6. Hasil Perhitungan Konsentrasi CO

No	Jarak X (m)	Konsentrasi CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	50	5.014,08
2	100	3.312

3	300	648
4	500	249

Tabel 6 menunjukkan hasil konsentrasi CO terbesar berada di jarak 50 m yaitu sebesar 5.014 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Sedangkan hasil konsentrasi terkecil berada di jarak 500 m yaitu sebesar 249 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Hal tersebut menunjukkan bahwa daerah di dekat titik cerobong mempunyai potensi terpapar gas CO yang lebih besar. Perlu menambahkan area vegetasi di sekitar titik cerobong untuk mengurangi konsentrasi gas polutan. Vegetasi secara alami mampu mengendalikan gas polutan di udara.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi CO tertinggi di Industri Pengasapan Ikan Tambak Wedi adalah pada titik pertama yaitu jarak 50 m dari cerobong dengan konsentrasi sebesar 5.014,08 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi CO terendah berada pada titik 500 m dari sumber pencemar yaitu sebesar 249 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Seinfeld J. H. and Pandis S N. (2006). Atmospheric Chemistry and Physics : from air pollution to climate change. Second Edition. United States
- [2] Gibson, M. D., S. Kundu, M. Satish. (2013). Dispersion Model Evaluation of PM_{2.5}, NO_x, SO₂, from Point and Major Line Source in Nova Scotia, Canada Using AERMOD Gaussian Plume Air Dispersion Model. *Atmospheric Pollution Research*, 4, 157-167.
- [3] Handriyono, R. E. dan Kusuma, M. N. (2017). Kajian Beban Emisi SO₂ dan NO_x Dari Kegiatan Industri di Kawasan Industri SIER Surabaya. *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, 3, 41-46.
- [4] Afrilia, Pasha,. (2011). Simulasi Dispersi Gas Karbon Monoksida (CO) Dalam Gardu Tol Menggunakan Computational Fluid Dynamics (CFD). Skripsi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [5] Wardhana, Wisnu. (2001). Dampak Pencemaran Lingkungan. Edisi Revisi. Penerbit Andi: Yogyakarta
- [6] Cooper, C. D., dan Alley, F. C. (1994). Air Pollution Control: a design approach. Waveland Press Inc. USA
- [7] Armin EMD, Joseph D, Zibrak MD. Carbon Monoxide Poisoning. *Engl J Med*.2000;340:1290.
- [8] Sulistijowati S., Otong Suhara Djunaedi, Jetty Nurhajati, Eddy Afrianto, Zalarin Udin. (2011). Mekanisme Pengasapan Ikan. UNPAD Press
- [9] Zaitsev, V., A de Mérimo. 1969. Fish Curing and Processing. MIR Publishers, Moscow.
- [10] M. Deru and P. Torcellini. 2007. Source Energy and Emission Factors for Energy Use in Buildings. National Renewable Energy Laboratory. USA.
- [11] S. K. Akagi, R. J. Yokelson, C. Wiedinmyer, M. J. Alvarado, J. S. Reid, T. Karl, J. D. Crouse, and P. O. Wennberg. 2011. Emission Factors For Open And Domestic Biomass Burning For Use Inatmospheric Models.
- [12] Costabile, F and Allegrini I. 2007. A new approach to link transport emissions and air quality: An intelligent transport system based on the control of traffic air pollution. *Environmental Modelling and Software*23(1): 258-267.
- [13] Cooper, C. D., dan Alley, F. C. 2002. Air Pollution Control 3rd Edition. Waveland Press Inc. USA.