ANALISA DISPERSI NO_2 DARI KEGIATAN INDUSTRI PENGASAPAN IKAN DI TAMBAK WEDI SURABAYA MENGGUNAKAN MODEL GAUSS POINT SOURCE

Febian Mahendra Dito[1], Rachmanu Eko Handriyono[2]

[1,2]Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITATS

e-mail: febian.mahendra97@gmail.com

ABSTRACT

Smoked-fish belongs to one of traditional processes for preserving fish by using simple equipment. This sort of process brings effects to health and environment. Smoked-fish industry at Tambak Wedi urban village is not equipped with chimney. Consequently, the resulted smoke can be inhaled by the local workers and surrounding people. One of air pollutants that has been proven causing health problems is nitrogen dioxide (NO_2). It becomes one of the main components influencing the air quality. Therefore, the researcher employed Gauss Dispersion Model to analyze emission sources of smoked-fish industry at Tambak Wedi urban village in Surabaya. By Gauss Model, the concentrations of NO_2 within the distances of 100 m, 300 m, and 500 m were 0.041 µg/Nm^3, 0.006 µg/Nm^3, and 0.003 µg/Nm^3 consecutively. The results of direct measurement using impinger demonstrated that the concentrations of NO_2 within the distances of 100 m, 300 m, and 500 m were respectively 74.78 µg/Nm^3, 43.21 µg/Nm^3, and 41.54 µg/Nm^3. The validation result by Willmot's Index of Agreements method obtained 0.01. Accordingly, the level of appropriateness between model and measurement results was extremely high. Therefore, this model was not appropriate to use because the research setting was located at the area of dense population and rush transportation with great contribution of NO_2.

Keywords: *Gauss Dispersion Model, Nitrogen Dioxide (NO2), smoked- fish*

ABSTRAK

Pengasapan ikan merupakan salah satu proses pengolahan pengawetan ikan secara tradisional, yakni menggunakan peralatan yang sederhana. Sehingga dapat memberikan dampak bagi kesehatan dan lingkungan. Tempat pengasapan ikan di Kelurahan Tambak Wedi tidak dilengkapi dengan cerobong asap, sehingga asap yang dihasilkan dari proses pengasapan dapat terhirup oleh pekerja maupun masyarakat sekitar. Salah satu bahan pencemar udara yang telah terbukti dapat menyebabkan gangguan kesehatan ialah nitrogen dioksida (NO_2). Nitrogen dioksida merupakan salah satu komponen utama yang mempengaruhi kualitas udara. Berdasarkan hal-hal tersebut, dalam penelitian ini dilakukan analisis menggunakan model umum dispersi Gauss untuk sumber emisi dari industri pengasapan ikan di Kelurahan Tambak Wedi Surabaya. Konsentrasi NO_2 model Gauss didapatkan nilai konsentrasi NO_2 pada jarak 100 m yakni sebesar 0,041 µg/Nm^3, jarak 300 m sebesar 0,006 µg/Nm^3 dan jarak 500 m sebesar 0,003 µg/Nm^3. Hasil pengukuran langsung dengan menggunakan impinger, didapatkan konsentrasi NO_2 pada jarak 100 m yakni sebesar 74,78 µg/Nm^3, jarak 300 m sebesar 43,21 µg/Nm^3 dan jarak 500 m sebesar 41,54 µg/Nm^3. Hasil dari validasi menggunakan metode Willmot's Index Of Agreements didapatkan nilai 0,01. Menandakan bahwa tingkat ketidaksesuaian antara model dengan hasil pengukuran sangat tinggi, sehingga model tidak cocok untuk digunakan. Hal ini disebabkan lokasi penelitian berada pada daerah padat penduduk, dan padat transportasi yang banyak menyumbang gas NO_2.

Kata kunci: Model dispersi gauss,nitrogen dioksida (NO_2), pengasapan ikan

PENDAHULUAN

Proses pengasapan ikan di Indonesia pada mulanya masih dilakukan secara tradisional menggunakan peralatan yang sederhana serta kurang memperhatikan aspek sanitasi dan hygienis sehingga dapat memberikan dampak bagi kesehatan dan lingkungan. Bahan bakar tempurung kelapa termasuk dalam kategori jenis kayu keras yang terdiri dari lignin, selulosa, hemiselulosa dan abu dengan kadar air 6%-9% [1]. Asap yang dihasilkan oleh pembakaran tempurung kelapa di lingkungan pengasapan ikan merupakan permasalahan yang ada di ruang pengasapan ikan. Asap hasil pembakaran tempurung kelapa dapat menghasilkan polutan yang terdiri dari CO_2, HC, NO_2, dan partikulat [2].

Kelurahan Tambak Wedi berbatasan langsung dengan selat Madura di sebelah utara. Sebagian besar masyarakat kelurahan Tambak Wedi bekerja sebagai nelayan tradisional. Untuk mensiasati hasil tangkapan ikan agar tidak cepat membusuk, masyarakat Tambak Wedi juga mengolah ikan menjadi ikan asap. Tempat pengasapan ikan di Kelurahan Tambak Wedi tidak dilengkapi dengan cerobong asap, sehingga asap yang dihasilkan dari proses pengasapan dapat terhirup oleh pekerja maupun masyarakat sekitar.

Salah satu bahan pencemar udara yang telah terbukti dapat menyebabkan gangguan kesehatan ialah nitrogen dioksida. Nitrogen dioksida merupakan salah satu komponen utama yang mempengaruhi kualitas udara. Dengan kandungan udara yang terdiri dari 79% gas nitrogen, 20% gas oksigen dan 1% gas-gas yang lain, maka pada proses pembakaran pada kegiatan industri maupun pada kendaraan bermotor, akan terjadi proses reaksi yang menghasilkan NO_x [3].

Analisis sebaran pencemar udara dari sumber perlu dilakukan dalam upaya mengestimasi dampak yang mungkin terjadi. Salah satunya adalah digunakannya model sebaran pencemar udara. Proses model *Gauss*, cocok untuk mengidentifikasi hubungan input dan output dari data yang di uji [4]. Model Gauss dapat memprediksi konsentrasi gas polutan untuk jangka panjang dengan arah dan kecepatan angin yang berubah [5]. *Gaussian* plume model adalah model matematika yang digunakan untuk mempresentasikan proses dispersi polutan di udara terutama dari sumber titik seperti

dispersi di sekitar cerobong asap.Berdasarkan hal-hal di atas, dalam penelitian ini dilakukan analisis menggunakan model umum dispersi *Gauss* untuk sumber emisi dari industri pengasapan ikan di Kelurahan Tambak Wedi Surabaya.

TINJAUAN PUSTAKA

Perhitungan Konsentrasi NO_2 Menggunakan Model Gauss

Tahapan perhitungan model dispersi NO_2 dari sumber titik yaitu menghitung beban emisi, pengaruh meteorologi, dan konsentrasi NO_2.Perhitungan beban emisi dilakukan pada industri pengasapan ikan di Tambak Wedi Surabaya. Penggunaan bahan bakar pada industri pengasapan ikan tersebut menggunakan arang tempurung kelapa dan listrik. Arah dan kecepatan angin digunakan untuk memperkirakan pola dispersi pencemar udara. Perubahan arah dan kecepatan angin menunjukan arah penyebaran dan fluktuasi konsentrasi zat pencemar di atmosfir.
Rumus matematis Model *Gauss* dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Fungsi beban emisi
   Q = Fuel x FE . . . (1)
   Dengan Q= beban emisi (g/s, kg/jam), Fuel= konsumsi energi (L/s), FE = faktor emisi (g/L). Tabel 1 adalah tabel faktor emisi sedangkan tabel 2 merupakan tabel faktor emisi dari berbagai jenis pembakaran biomassa.

Tabel 1. Faktor Emisi [6]

Polutan (kg)	Faktor Emisi			
	Listrik (kg/kwh)	Batu bara (kg/1000kg)	Gas Alam (kg/1000m^3)	Solar (kg/1000L)
CH_4	1,63 x 10^{-3}	2 x 10^{-2}	4 x 10^{-5}	2,76 x 10^{-2}
NO_2	1,36 x 10^{-3}	5,97	1,78 x 10^{-3}	0,768

Tabel 2. Faktor Emisi Dari Berbagai Jenis Pembakaran Biomassa [7]

Polutan	Pemasakan Terbuka (g/kg)	Pembuatan Arang (g/kg)	Pembakaran Arang (g/kg)
Carbon Dioxide (CO_2)	1548 (125)	1626 (244)	2385
Nitrogen Dioxide (NO_2)	1,42 (0,72)	0,22	1,41

2. Fungsi pengaruh meteorologi
   $\sigma y = a.\ x^b$ . . . (2)
   $\sigma z = c.\ x^d + f$ . . . (3)
   Dengan σy= koefisien dispersi horizontal (m), σz= koefisien dispersi vertikal (m), x= jarak sumber pencemar ke receptor (m), a,b,c,f= konstan stabilitas atmosfer (Tabel 3).

Tabel 3. Konstan Stabilitas Atmosfer [8]

Stabilitas	a	B	x < 1 km			x > 1 km		
			c	d	f	c	d	f
A	213	0,894	440,8	1,941	9,27	459,7	2,094	-9,6
B	156	0,894	106,6	1,149	3,3	108,2	1,098	2
C	104	0,894	61	0,911	0	61	0,911	0
D	68	0,894	33,2	0,725	-1,7	44,5	0,516	-13
E	50,5	0,894	22,8	0,678	-1,3	55,4	0,305	-34
F	34	0,894	14,35	0,74	-0,35	62,6	0,18	-48,6

3. Fungsi Konsentrasi NO_2:
   $$C = \frac{Q}{2\pi . u . \sigma y \sigma z} \exp\left[-\frac{y^2}{2\,\sigma y^2}\right] \exp\left[-\frac{H^2}{2\,\sigma z^2}\right] \quad \ldots (4)$$
   Dengan C= konsentrasi polutan (µg/m3), u= kecepatan angin (m/detik), H= ketinggian stack (m).

Pengukuran Konsentrasi NO_2 Secara Langsung

Tahap pengukuran konsentrasi NO_2 secara langsung yaitu mengukur konstentrasi NO_2 dari kegiatan industri pengasapan ikan dengan menggunakan alat impinger, dengan jarak 100 m, 300 m dan 500 m dari sumber emisi (cerobong).

Validasi Model

Penelitian ini menggunakan validasi model IOA (*Index of Agreement*). IOA merupakan ukuran standar dari tingkat kesalahan prediksi model dan bervariasi antara 0 dan 1 [9]. Nilai 1 menunjukkan kecocokan, dan 0 menunjukkan ketidakcocokan sama sekali. Nilai IOA dihitung dengan

$$d = 1 - \frac{\overline{(Cpred - Cobs)^2}}{\overline{((Cpred - \overline{Cobs}) + (Cobs - \overline{Cobs}))^2}} \quad \ldots (5)$$

dimana Cpred= Konsentrasi parameter perhitungan (µg/Nm^3), Cobs= Konsentrasi parameter observasi (µg/Nm^3), $\overline{Cpred}$= Konsentrasi rata – rata parameter perhitungan (µg/Nm^3),$\overline{Cobs}$ = Konsentrasi rata – rata parameter observasi (µg/Nm^3).

METODE

Penelitian ini menganalisis konsentrasi gas NO_2 (Nitrogen Dioksida) pada Industri Pengasapan Ikan di Tambak Wedi Surabaya menggunakan persamaan *Gaussian Point Source*. Data primer berupa konsumsi energi listrik dan penggunaan bahan bakar dan data sekunder berupa data faktor meteorologi berupa arah dan kecepatan angin 1 tahun terakhir. Data arah dan kecepatan angin diperoleh dari BMKG Perak II Surabaya. Perkiraan dispersi gas NO_2 dilakukan berdasarkan jarak, kecepatan angin, serta arah angin windrose. Titik lokasi sampling mempunyai jarak 100 m, 300 m, dan 500 m dari sumber pencemar (cerobong). Perhitungan konsentrasi gas NO_2 menggunakan persamaan Gauss berdasarkan persamaan (4).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini ditentukan titik penerima sebaran emisi yang berlokasi di sekitar area sumber emisi (cerobong) dengan jarak titik penerima dari sumber emisi yakni 100 m, 300 m, dan 500 m. Lokasi sumber emisi dan titik penerima dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Tabel 4 merupakan rekapitulasi beban emisi dari konsumsi bahan bakar industri pengasapan ikan.

Tabel 4. Rekapitulasi perhitungan beban emisi

No	Bahan Bakar	Q (kg/jam)
1	Arang tempurung kelapa	0,00046
2	Listrik	0,0000401

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Dari perhitungan beban emisi diatas, didapatkan nilai beban emisi cerobong sebesar 0,000501 kg/jam = 0,00014 g/dtk. Setelah menghitung nilai beban emisi yang dikeluarkan oleh cerobong tersebut, nilai beban emisi tersebut digunakan untuk menghitung nilai konsentrasi NO_2 dengan model Gauss. Tabel 5 menunjukan rekapitulasi konsentrasi NO_2.

ISSN (print) : 2715-4513
ISSN (online): 2715-4599

Tabel 5. Rekapitulasi Konsentrasi NO_2

No	X (m)	Q (g/s)	σy (m)	σz (m)	Konsentrasi NO_2
1	100 m	0,00014	19,9	10,8	0,041 µg/m^3
2	300 m	0,00014	53,2	30	0,016 µg/m^3
3	500 m	0,00014	84	51,3	0,003 µg/m^3

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Berdasarkan Tabel 5, hasil konsentrasi NO_2 tertinggi untuk pemodelan didapatkan nilai konsentrasi NO_2 tertinggi yaitu pada jarak 100 m dari sumber emisi sebesar 0,041 µg/m^3 dan nilai konsentrasi NO_2 terendah yaitu pada jarak 500 m dari sumber emisi sebesar 0,003 µg/m^3.

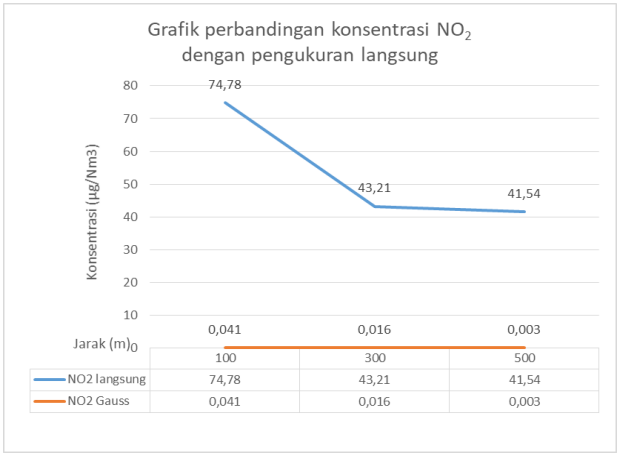
Langkah selanjutnya adalah melakukan pengukuran konsentrasi NO_2 secara langsung, dengan menggunakan alat impinger. Tabel 6 merupakan hasil konsentrasi NO_2 pengukuran langsung.

Tabel 6. Konsentrasi NO_2 Pengukuran Langsung

No.	Jarak (m)	Elevasi (m)	Konsentrasi NO_2 (µg/m^3)	Suhu (°C)	Kec. Angin (m/s)
1	-100	1	44,87	32	2,3-3,8
2	100	4	74,78	35	0,8-2,4
3	300	3	43,21	34	0,8-2,8
4	500	3	41,54	33,6	3,3-4,7

Sumber: Hasil Monitoring, 2019

Dari pengukuran menggunakan impinger Jumlah titik sampling ada 4 (empat) titik. Titik pertama (-100 m) merupakan titik sebelum lokasi industri dan 3 (tiga) titik selanjutnya yakni jarak 100 m, 300 m, 500 m merupakan titik sesudah lokasi industri yang bertepatan dengan arah angin. Hal ini bertujuan untuk mengetahui adanya pengaruh dari emisi yang berasal dari sumber cerobong.Hasil perbandingan konsentrasi NO_2 dengan hasil monitoring dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan konsentrasi NO_2 Gauss dengan pengukuran langsung

Setelah mendapatkan konsentrasi NO_2, kemudian melakukan validasi model dengan data hasil pengukuran menggunakan impinger, dengan waktu sampling yaitu tanggal 15 Juni 2019. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa validasi model menunjukkan nilai *Index of Agreement* (IOA) sebesar 0,01. menandakan bahwa tingkat ketidaksesuaian antara model dengan hasil pengukuran sangat tinggi, sehingga model tidak cocok untuk digunakan.

Hal ini disebabkan lokasi penelitian berada pada daerah padat penduduk dan padat transportasi yang banyak menyumbang gas NO_2. Pada sisi timur dari industri pengasapan ikan tersebut merupakan jalan raya Tol Suramadu dengan lalu lintas yang padat, ditambah lagi dengan aktivitas masyarakat sekitar yang sering membakar sampah sembarangan dikarenakan tidak adanya lahan yang cukup untuk menampung sampah masyarakat setempat.

KESIMPULAN

Studi ini menghasilkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan konsentrasi NO_2 model Gauss didapatkan nilai konsentrasi NO_2 tertinggi yaitu pada titik I dengan jarak 100 m yakni sebesar 0,041 µg/Nm^3 dan nilai konsentrasi NO_2 terendah yaitu pada titik ke III dengan jarak 500 m yakni sebesar 0,003 µg/Nm^3
2. Hasil pemantauan kualitas udara ambien pada tiga titik lokasi pengambilan sampel, didapatkan nilai konsentrasi NO_2 tertinggi yaitu pada titik I dengan jarak 100 m yakni sebesar 74,78 µg/Nm^3 dan nilai konsentrasi NO_2 terendah yaitu pada titik ke III dengan jarak 500 setelah cerobong asap yakni sebesar 41,54 µg/Nm^3.
3. Nilai validasi antara konsentrasi hasil pemodelan Gauss dengan konsentrasi hasil pengukuran langsung menggunakan impinger tidak memenuhi kriteria nilai validasi yakni sebesar 0,01.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Harahap Sofyan Syafri (2011), Teori Akuntansi Edisi Revisi 2011. Jakarta: Rajawali Pers.
[2] Hidayat, A.A., (2011). *Metode Penelitian Kesehatan : Pradigma Kuantitatif.* Kelapa Pariwara: Surabaya.
[3] Susanto, Joko Prayitno. (2004). Pemanfaatan Passive Sampler Untuk Monitoring Kualitas NO2 Dalam Udara Ambien di Beberapa Lokasi di Indonesia. P3TL BPPT. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 75-81
[4] Sabin, T. J.,Bailer-Jones dan Withers, P. J. 2000. "Accelerated Learning Using Gaussian Process Models to Predict Static Recrystalization in an Al-Mg Alloy". Modelling Simul. Mater. Sci. Eng,8:687–706
[5] Handriyono, R. E. (2017). Pembentukan Fungsi Pengaruh Meteorologi Pada Persamaan Gauss Menggunakan Software R. *Jurnal IPTEK*, Vol. 21, No. 2, 1-8
[6] Deru M. & P. Torcellini P. (2007). *Source Energy and Emission Factors For Energy Use in Buildings*. USA : National Renewable Energy Laboratory.
[7] Akagi, S.K *et al*. 2011. *Emission Factor For Open and Domestic Biomass Burning For Use In Atmospheric Models*. Atmos. Chem. Phys., 11, 4039 4072, doi:10.5194/acp-11-4039-2011
[8] Cooper, C. D., & Alley, F. C. (1994). Air Pollution Control 2nd Edition. Waveland Press Inc. USA
[9] Willmot, C. J. Robeson, S. M., & Matsuura, K. (2012). Short Communication a Refined Index of Model Performance. International Journal of Climatology, 32, 2088-2094.