

KAJIAN BEBAN EMISI SO₂ DAN NO_x DARI KEGIATAN INDUSTRI DI KAWASAN INDUSTRI SIER SURABAYA

THE STUDY OF SO₂ AND NO_x EMISSION FROM INDUSTRIAL ACTIVITY IN THE SIER INDUSTRIAL AREA SURABAYA

Rachmanu Eko Handriyono¹ dan Martiha Nilam Kusuma²

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

E-mail: handriyono.rachmanu@gmail.com

ABSTRAK

Peningkatan konsumsi energi dari kegiatan industri di perkotaan berpotensi menyebabkan penurunan kualitas udara. Gas buang SO₂ dan NO_x dari kegiatan industri menimbulkan emisi yang dapat menurunkan kualitas udara di Kota Surabaya. Penelitian ini menghitung beban emisi SO₂ dan NO_x dari kegiatan industri di Kawasan Industri SIER Surabaya. Tujuan penelitian ini adalah inventarisasi emisi untuk evaluasi status kualitas udara di perkotaan. Penelitian ini mengambil 12 sampel lokasi industri berupa konsumsi energi atau penggunaan bahan bakar dan peralatan pengendali emisi di Kawasan Industri SIER Surabaya. Hasil penelitian menunjukkan total beban emisi SO₂ dari kegiatan industri di Kawasan Industri SIER Surabaya adalah 382,48 ton/tahun sedangkan NO_x sebesar 155,32 ton/tahun. Konsumsi energi dari kegiatan industri berupa penggunaan batu bara merupakan penghasil emisi SO₂ dan NO_x terbesar di kawasan industri SIER Surabaya yaitu SO₂ sebesar 195,05 ton/tahun dan NO_x sebesar 90,27 ton/tahun.

Kata kunci: beban emisi, konsumsi energi, kualitas udara

ABSTRACT

Increased energy consumption from industrial activities in urban areas has the potential to cause a decrease in air quality. SO₂ and NO_x exhaust gases from industrial activities generate emissions that can make air quality decrease in Surabaya. This study calculates SO₂ and NO_x emission load from industrial activities in industrial area of SIER Surabaya. The purpose of this study is the inventory of emissions for air quality status evaluation in urban areas. This study took 12 samples of industrial sites in the form of fuel use and emission treatment equipment in industrial area of SIER Surabaya. The result shows that total SO₂ emission load from industrial activity in industrial area of SIER Surabaya is 382,48 ton/year while NO_x equal to 155,32 ton/year. The energy consumption by use of coal is the largest SO₂ and NO_x emitter in the industrial area of SIER Surabaya ie SO₂ of 195.05 ton/year and NO_x of 90.27 ton/year.

Keywords: air quality, emission load, energy consumption

1. PENDAHULUAN

Kota Surabaya merupakan kota dengan perkembangan yang pesat di berbagai aspek seperti industri, perdagangan, pariwisata, dan permukiman. Dalam perkembangannya Kota Surabaya menjadi daerah strategis bagi pengembangan perekonomian dan pembangunan. Kegiatan industri yang berkembang pesat menyebabkan peningkatan konsumsi energi yang secara tidak langsung dapat menimbulkan pencemaran udara. Pencemaran udara merupakan salah satu faktor besar terhadap penurunan kualitas udara di perkotaan. Menurut Colls (2002), pencemaran udara terjadi ketika udara mengandung gas, debu, asap atau bau dalam jumlah yang berbahaya. Pencemaran udara telah menjadi masalah serius karena dampaknya yang sangat merugikan bagi lingkungan dan kesehatan manusia (Nana dkk., 2012). Beberapa tahun terakhir pencemaran udara menjadi masalah serius karena peningkatan gas polutan yang sangat pesat setiap harinya (Zhou, 2015).

Sumber pencemar udara bisa berasal dari kendaraan bermotor, industri, generator listrik, kebakaran hutan, atau pembakaran sektor pertanian. Gas buang dari kegiatan industri dapat menimbulkan emisi yang merupakan penyebab dari penurunan kualitas udara (Sabri, 2011). Menurut Gibson dkk. (2013), gas buang industri berasal dari bahan bakar produksi. Chiou dkk. (2013) menambahkan bahwa penggunaan bahan bakar fosil merupakan penyebab utama pencemaran udara dan emisi gas rumah kaca di bumi. Gas SO_2 dan NO_x merupakan contoh gas buang hasil kegiatan industri. Sutanto (2011) menjelaskan bahwa gas SO_2 dan NO_x merupakan salah satu polutan penting yang menyebabkan hujan asam. Selain itu Barman dkk. (2010) mengatakan bahwa gas SO_2 dan NO_x dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti kerusakan kardiovaskular.

Penelitian ini melakukan perhitungan beban emisi gas SO_2 dan NO_x dari kegiatan industri di kawasan industri SIER Surabaya. Beban emisi merupakan jumlah (massa) pencemar yang keluar dari sumber, baik sumber titik (*point source*), garis (*line source*), maupun area (*area source*). Data industri berupa bahan bakar atau konsumsi energi dan peralatan produksi penghasil emisi berasal dari Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya. Penelitian ini bertujuan mendapatkan emisi gas SO_2 dan NO_x dari kegiatan industri di kawasan industri SIER Surabaya. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara memuat tentang ketentuan mengenai kegiatan inventarisasi potensi sumber pencemar udara atau inventarisasi emisi. Menurut Kumar dkk. (2015), para pengamat lingkungan dan pemerintah di beberapa negara telah banyak melakukan inventarisasi pencemar udara beberapa tahun terakhir. Harapan penelitian ini berdasarkan inventarisasi emisi tersebut bisa digunakan untuk mengevaluasi status kualitas udara terkait dengan baku mutu yang telah ditetapkan, menetapkan lokasi pemantauan udara ambien, dan menentukan target penurunan emisi dengan cara yang lebih efektif dan tepat sasaran.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menghitung beban emisi dari kegiatan industri di kawasan industri SIER Surabaya. Parameter pencemar udara pada penelitian ini adalah gas SO_2 dan NO_x . Data industri berupa bahan bakar atau konsumsi energi dan peralatan pengendali emisi berasal dari Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya. Perhitungan beban emisi menggunakan persamaan (1) dan (2).

$$Q = \sum_a \left(Fuel_a \times EF_a \right) \quad (1)$$

$$Q = \sum_a \left(Fuel_a \times EF_a \right) \times \left(\frac{100 - CE}{100} \right) \quad (2)$$

Keterangan:

Q = beban emisi (ton/tahun)

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

EF = faktor emisi (g/L)

CE = efisiensi peralatan pengendali emisi

Data konsumsi energi industri dan faktor emisi kemudian ditransformasikan ke dalam persamaan (1). Perhitungan beban emisi menggunakan faktor emisi dari NREL (*National Renewable Energy Laboratory*) USA (Tabel 1).

Tabel 1. Faktor Emisi dari Pemakaian Listrik dan Pemakaian Bahan Bakar

Polutan	Listrik (kg/kwh)	Batu Bara (kg/1000kg)	Gas Alam (kg/1000m3)	Solar (kg/1000L)
SO ₂	0,00389	12,9	0,0000101	4,79
NO _x	0,00136	5,97	0,00178	0,768

(Sumber: Deru dan Torcellini, 2007)

Adapun batasan studi ini adalah melakukan perhitungan beban emisi dari penggunaan bahan bakar atau konsumsi energi. Untuk konsumsi energi menggunakan pemakaian listrik dan penggunaan bahan berupa batu bara, gas alam, dan solar. Penelitian ini mengambil 12 sampel lokasi industri di kawasan industri SIER Surabaya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan beban emisi menggunakan data industri berupa konsumsi energi yang terdiri dari pemakaian listrik, penggunaan bahan bakar batu bara, gas alam, dan solar. Data tersebut berasal dari Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya Tahun 2015, sedangkan faktor emisi menggunakan nilai dari NREL (*National Renewable Energy Laboratory*) USA. Tabel 2 merupakan rekapitulasi beban emisi SO₂ dan NO_x dari kegiatan industri di Kawasan Industri SIER Surabaya.

Perhitungan beban emisi menggunakan persamaan (1), apabila industri sudah mempunyai peralatan pengendali pencemar udara maka menggunakan persamaan (2).

Contoh:

Beban emisi SO₂ dari industri bijih besi:

Pemakaian listrik = 6000 kwh/bulan

Faktor emisi SO₂ listrik = 0,00389 kg/kwh

Penggunaan solar = 200 L/bulan

Faktor emisi SO₂ solar = 0,00479 kg

Maka,

$$C = \left(\frac{6000 \frac{kwh}{b \ln} \times 0,00389 \frac{kg}{kwh} \times 12 \frac{b \ln}{thn}}{1000 \frac{kg}{ton}} \right) + \left(\frac{200 \frac{L}{b \ln} \times 0,00479 kg \times 12 \frac{b \ln}{thn}}{1000 L \times 1000 \frac{kg}{ton}} \right) = 0,29 \text{ ton / tahun}$$

Tabel 2. Rekapitulasi beban emisi SO₂ dan NO_x dari kegiatan industri di Kawasan Industri SIER Surabaya

No	Jenis Industri	Konsumsi Energi				Beban Emisi (Q) (ton/tahun)	
		Listrik (kwh/bln)	Batu Bara (kg/hr)	Gas Alam (m ³ /hr)	Solar (L/bln)	SO ₂	NO _x
1	Industri Kopi Bubuk dan Teh	53000		15	900	2,53	0,87
2	Industri Biskuit	45000		5000	300	2,12	0,74
3	Industri Besi dan Baja Dasar	67744		2096	800	3,21	1,11
4	Industri Minyak Goreng Kelapa Sawit	80000	42000	5800		198,78	91,58
5	Industri Produk Kaca	65400		24500		3,05	1,08
6	Industri Obat Nyamuk Bakar	621900		1700	1730	29,13	10,17
7	Industri Pipa Baja	400000		3000	167	18,68	6,53
8	Industri Biji Plastik	176600			1700	8,34	2,90
9	Industri Perakatan Kayu	33692		2157	15	1,57	0,55
10	Industri Es Krim	2270889			32000	107,84	37,36
11	Industri Farmasi	6000			200	0,29	0,10
12	Industri Kosmetik	138560			8000	6,93	2,34
TOTAL EMISI						382,48	155,32

Industri Es Krim merupakan industri dengan konsumsi energi berupa pemakaian listrik dan penggunaan solar terbesar yaitu 2.270.889 kwh/bulan dan 32.000 L/bulan. Industri Minyak Goreng Kelapa Sawit menjadi satu-satunya industri yang menggunakan batu bara sebagai bahan bakar produksi dengan rata-rata penggunaan batu bara sebesar 42.000 kg/hari. Industri dengan konsumsi energi rata-rata berupa penggunaan gas alam terbesar adalah Industri Produk Kaca yaitu 24.500 m³/hari.

Tabel 2 menjelaskan bahwa total emisi SO₂ dari kegiatan industri di Kawasan Industri SIER Surabaya adalah 382,48 ton/tahun dan NO_x sebesar 155,32 ton/tahun. Berdasarkan perhitungan tersebut, Industri Minyak Goreng Kelapa Sawit menjadi industri penghasil emisi SO₂ dan NO_x terbesar di Kawasan Industri SIER Surabaya yaitu sebesar 198,78 ton/tahun untuk SO₂ dan 91,58 ton/tahun untuk NO_x. Tabel 3 merupakan data industri yang mempunyai peralatan pengendali emisi.

Tabel 3. Industri di Kawasan SIER Surabaya yang mempunyai peralatan pengendali emisi

NO	Jenis Industri	Peralatan Pengendali Emisi
1	Industri Kopi Bubuk dan Teh	<i>Cyclone</i>
2	Industri Minyak Goreng dan Kelapa Sawit	<i>Cyclone</i>
3	Indudstri Obat Nyamuk Bakar	<i>Cyclone</i>

Menurut Cooper dan Alley (2002), ada dua jenis emisi yaitu gas buang dan partikulat. Ada beberapa teknologi pengendali gas buang, diantaranya yaitu kondensasi, adsorpsi, dan absorpsi. Sedangkan beberapa peralatan pengendali partikulat adalah *cyclone*, *settling chamber*, *bag filter*, *electrostatic precipitator* (ESP). Tabel 3 menunjukkan bahwa industri di Kawasan SIER Surabaya belum mempunyai peralatan pengendali emisi untuk gas buang dan tidak semua industri mempunyai peralatan pengendali emisi. Oleh karena itu, penelitian ini menyarankan agar industri mempunyai peralatan pengendali emisi sehingga kualitas udara bisa terjaga. Tabel 4 merupakan hasil perhitungan beban emisi SO₂ dan NO_x tiap konsumsi energi.

Tabel 4. Beban Emisi SO₂ dan NO_x tiap konsumsi energi

No	Konsumsi Energi	Beban Emisi SO ₂ (ton/tahun)	Beban Emisi NO _x (ton/tahun)
1	Listrik	184,80	64,61
2	Batu Bara	195,05	90,27
3	Gas Alam	0,00016	0,02837
4	Solar	2,63	0,42
Total Emisi		382,48	155,32

Tabel 4 menunjukkan bahwa emisi SO₂ dan NO_x terbesar di Kawasan Industri SIER Surabaya berasal dari konsumsi energi berupa batu bara yaitu sebesar 195,05 ton/tahun untuk SO₂ dan 90,27 ton/tahun untuk NO_x. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan industri yang menggunakan bahan bakar berupa batu bara berdampak pada meningkatnya emisi SO₂ dan NO_x di Kawasan Industri SIER Surabaya. Selain itu konsumsi energi berupa pemakaian listrik turut andil dalam menghasilkan emisi SO₂ dan NO_x yang besar di Kawasan Industri SIER Surabaya. Kebijakan berupa penghematan energi listrik pada kegiatan industri sangat berguna dalam menekan emisi SO₂ dan NO_x.

4. KESIMPULAN

Kegiatan industri di Kawasan Industri SIER Surabaya menghasilkan total emisi SO₂ sebesar 382,48 ton/tahun dan NO_x sebesar 155,32 ton/tahun. Emisi SO₂ dan NO_x terbesar berasal dari konsumsi energi berupa batu bara dengan nilai emisi 195,05 ton/tahun untuk SO₂ dan 90,27 ton/tahun untuk NO_x. Tidak semua industri di Kawasan Industri SIER Surabaya mempunyai peralatan pengendali pencemar udara. Oleh karena itu, studi ini menyarankan agar industri mempunyai peralatan pengendali pencemar udara sehingga bisa menekan emisi SO₂ dan NO_x yang keluar dari kegiatan industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (1999). Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara.
- Barman, S. C., N. Kumar, R. Singh, G.C. Kisku, A.H. Khan, M.M. Kidwai, et.al. (2010). Assesment of Urban Air Pollution and It's Probable Healt Impact. *Journal of Environmental Biology*, 31, 913-920.
- Chiou, Y. C., Y.S. Chiou, C.W. Hsieh. (2013). An Integrated Emission and Dispersion Model under Mixed Traffic Conditions. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 10, 1786-1796.
- Colls, J. (2002). *Air Pollution*. London: Spon Press.
- Cooper, C. D., dan F.C. Alley. (2002). *Air Pollution Control 3rd Edition*. USA: Waveland Press Inc.
- Deru, M. dan P. Torcellini. (2007). *Source Energy and Emission Factors for Energy Use in Buildings*. USA: National Renewable Energy Laboratory.
- Gibson, M. D., S. Kundu, M. Satish. (2013). Dispersion Model Evaluation of PM_{2.5}, NO_x, SO₂, from Point and Major Line Sources in Nova Scotia, Canada Using AERMOD Gaussian Plume Air Dispersion Model. *Atmospheric Pollution Research*, 4, 157-167.
- Kumar, P., L. Morawska, C. Martani, G. Biskos, M. Neophytou, S.D. Sabatino, et.al. (2015). The Rise of Low-Cost Sensing for Managing Air Pollution In Cities. *Environment International*, 75, 199-205.
- Nana, B., O. Sanogo, P.W. Savadogo, T. Daho, M. Bouda, dan J. Koulidiati. (2012). Air Quality Study in Urban Centers: Case Study of Ouagadougou, Burkina Faso. *Futy Journal of the Enviromnent*, 7, 1597-8826.
- Sabri, A.A. (2011). Mathematical Model for The Study Effects of Meteorolofical Conditions on Dispersion of Pollutants in Air. *Diyala Journal of Engineering Sciences*, 4, 150-165.
- Sutanto dan Iryani, A. (2011). Hujan Asam dan Perubahan Kadar Nitrat dan Sulfat dalam Air Sumur di Wilayah Industri Cibinong-Citeureup Bogor. *Jurnal Teknologi Pengolahan Limbah*, 14, 1-9.
- Zhou, M., G. He, Y. Liu, P. Yin, Y. Li, H. Kan, et.al. (2015). The Association Between Ambient Air Pollution and Adult Respiratory Mortality in 32 Major Chinese Cities, 2006-2010. *Environmental Research*, 137, 278-286.