

MODELING DISPERSI EMISI BAU GAS SO₂ DARI CEROBONG INDUSTRI TEKSTIL

Teguh Prayudi

Pusat Teknologi Lingkungan
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
JI MH Thmarin no 8, Gd II It 19, Jakarta 10340

Abstract

Textile Industry gives economic and financial contribution to society, however it has negative impact to the environment, i.e. air pollution, bad smell and noise. For that reason, a study to evaluate exhaust gas emission of some industry textile was carried out from the stack.

The aim of the study is to obtain SO₂ gas concentration, which is emitted from the stack

A gas dispersion analysis, it was indicated that SO₂ gas concentration from the stack is still below the standard (1200 mg/m³). The highest SO₂ concentration was 18 mg/m³ at about 200 meter away from the stack. It meant that SO₂ concentration and SO₂ odor from the textile industry did not give any impact to the environment

Key words: emission, textile industry,

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri selalu mempunyai dampak, baik dampak positif maupun dampak negative. Demikian pula dengan industri tekstil, selain memberikan kegiatan yang cukup memberdayakan masyarakat namun juga memberikan dampak yang merugikan terhadap lingkungan, diantaranya pencemaran udara, bau dan kebisingan.

Salah satu pabrik tekstil yang berlokasi di sekitar Tangerang ternyata juga berdekatan lokasinya dengan pemukiman masyarakat, oleh karena itu hampir setiap tahun industri tersebut mendapatkan keluhan dari masyarakat disekitarnya antara lain:

- Adanya bau yang tercium sampai ketempat pemukiman masyarakat dan polusi debu halus
- Kebisingan

Permasalahan diatas diperkirakan keluar dari emisi cerobong unit boiler batubara industri tersebut, sehingga diputuskan untuk melakukan pencarian pemecahan masalah dengan cara mengukur dan mengevaluasi emisi gas buang dari cerobong. Bekerja sama dengan industri tersebut dilakukan evaluasi emisi gas buang pada unit Steam Boiler.

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan dan analisa:

- a) Pengamatan dan audit pada boiler termasuk monitoring primer untuk emisi dan gas buang boiler
- b) Pengumpulan data sekunder untuk boiler sekitar 6 bulan terakhir.
- c) Melakukan evaluasi kinerja boiler dengan menggunakan data-data primer dan sekunder untuk mengevaluasi sumber bau dan kemungkinan perbaikannya

Tabel 1. Pengaruh Gas SO₂ terhadap Manusia

Kadar (ppm)	Dampaknya terhadap manusia
3 ~ 5	- Jumlah minimum yang dapat dideteksi baunya
8 ~ 12	- jumlah minimum yang segera mengakibatkan iritasi tenggorokan
20	- Jumlah minimum yang mengakibatkan iritasi pada mata
	- Dapat menyebabkan batuk
	- Jumlah maksimum yang diperbolehkan untuk paparan yang lama
50 ~ 100	- Jumlah maksimum yang dibolehkan untuk paparan yang singkat (± 30 menit)
400~500	- Sudah berbahaya walaupun dalam paparan yang singkat

Sumber : Philip Kristanto, Ekologi Industri,2002

1.2 Tinjauan Pustaka

Emisi cerobong yang akan menimbulkan bau adalah emisi gas SO₂ (sulfur dioksida), merupakan gas polutan yang banyak dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil yang

mengandung unsur belerang seperti minyak, gas, maupun batubara. Disamping SO₂, dalam pembakaran juga menghasilkan gas SO₃, yang secara bersama-sama dengan gas SO₂ lebih dikenal sebagai gas SO_x (sulfur oksida) (Philip Kristanto,2002)

Tabel 2. Standard Bau yang telah di Publikasikan

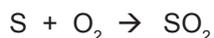
Odorant	Odor Thresholda (µg/m ³)	Odor Limitb (µg/m ³)	Odor Thresholdc (µg/m ³)	Odor Detectiond (µg/m ³)
Acetaldehyde	120	-	90	90
Ammonia (NH ₃)	-	-	3615	3700
Carbon disulfide (CS ₂)	-	-	342	3900
Dimethyl Disulfide [(CH ₃) ₂ S ₂]	-	-	-	66
Dimethyl Sulfide [(CH ₃) ₂ S]	-	-	-	51
Hydrogen Sulfide (H ₂ S)	-	6.3	11.3	5.5
Methyl mercaptan (CH ₃ SH)	-	2.2	3.4	2.4
Phenol	230	461	153	500
Styrene (C ₆ H ₅ CHCH ₂)	640	638	1360	1300
Trimethyl amine	-	1	1.1	6

Disamping itu pembakaran dengan bahan bakar fosil juga akan menghasilkan polutan yang lain seperti CS₂, H₂S dan methyl mercaptan, merupakan senyawa yang juga dapat menimbulkan bau walaupun jumlahnya tidak terlalu besar bila dibandingkan dengan gas SO₂. (Department of Environmental Protection, 1997)

Akibat utama pencemaran gas sulfur oksida, khususnya SO₂ terhadap manusia adalah terjadinya iritasi pada sistem pernapasan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa iritasi tenggorokan terjadi pada konsentrasi SO₂ sebesar 5 ppm atau lebih. Bahkan pada beberapa individu yang sensitif, iritasi sudah terjadi pada paparan 1-2 ppm saja. Untuk penderita yang mempunyai penyakit kronis pada sistem pernapasan dan kardiovaskular dan lanjut usia gas ini merupakan polutan yang berbahaya karena dengan paparan yang rendah saja (0,2 ppm) sudah dapat menyebabkan iritasi tenggorokan. Lebih lengkap, pada Tabel 1.1 ditunjukkan pengaruh SO₂ dalam berbagai kadar terhadap kesehatan manusia. Philip (Kristanto, 2002)

Disamping dampak terhadap kesehatan manusia tersebut, polutan ini juga berpengaruh negatif pada benda-benda maupun tanaman melalui pembentukan hujan asam.

Secara umum, proses pembentukan gas sulfur oksida hasil pembakaran bahan bakar fosil mengikuti mekanisme reaksi sebagai berikut :



Adanya gas SO_x akan menimbulkan bau. Bau akan mulai tercium pada konsentrasi tertentu dikenal sebagai olfactory threshold atau ambang bau. Data ambang bau yang telah dipublikasi antara lain dapat dilihat pada tabel 2. berikut

- a Geometric mean of all odor threshold detection levels in literature reviewed by author: Acceptable value from Reference Guide to Odor threshold of HAPS listed in the clean Air Act Amendments of 1990 (draft), 1991, TRC Environmental Consultants.
- b Connecticut DEP – 15 minute average of concentrations considered a nuisance.

- c Geometric mean of all odor threshold detection levels in literature reviewed by author: Odor as an Aid to chemical safety; Odor threshold compared with TLV and Volatilities for 214 industrial chemical in air and water dilution from journal of applied toxicology volume 3 no 6, 1983
- d Represent the 50 percent detection level the Odor Impact Model from Journal of Air and Waste Management Volume 41 No 10 October 1991

Sumber: Department of Environmental Protection, State of New Jersey, 1997

- a Geometric mean of all odor threshold detection levels in literature reviewed by author: Acceptable value from Reference Guide to Odor threshold of HAPS listed in the clean Air Act Amendments of 1990 (draft), 1991, TRC Environmental Consultants.
- b Connecticut DEP – 15 minute average of concentrations considered a nuisance.
- c Geometric mean of all odor threshold detection levels in literature reviewed by author: Odor as an Aid to chemical safety; Odor threshold compared with TLV and Volatilities for 214 industrial chemical in air and water dilution from journal of applied toxicology volume 3 No 6 , 1983
- d Represent the 50 percent detection Untuk ambang bau gas SO₂, hasil monitoring dibandingkan dengan batas ambang bau gas SO₂ dari standard ambang bau oleh assosiasi industri di Amerika (1987) yaitu sebesar 1200 µg/m³.

Untuk mengetahui konsentrasi emisi bau sampai di lokasi penduduk sekitar pabrik, dapat dilakukan dengan pemodelan dispersi menggunakan suatu software khusus, berdasarkan metode Gauss dengan menggunakan data konsentrasi sumber pencemar, arah angin dan kecepatan angin disekitar pabrik. Pada studi modeling ini data arah angin dan kecepatan angin tidak dilakukan pengukuran, sehingga data tersebut diasumsikan. Analisis dispersi dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$X = \frac{QKVD}{2\pi u_s \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-0.5\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right] \quad 1-1$$

Dimana:

Q = debit emisi pencemar (massa per unit waktu)

K = koefisien konversi konsentrasi hasil hitungan ke unit yang diinginkan

V = Komponen Vertikal (vertical term)

D = Komponen peluruhan (decay term)

σ_y, σ_z = parameter disperse yang tergantung pada jarak arah angin dominant x

u_s = kecepatan angin rata rata (meter/detik) pada ketinggian cerobong

Pemilihan model dispersi yang sesuai dengan kondisi atmosfer lokal, karakteristik sumber dan ketersediaan data/ kemungkinan perolehan data yang sesuai pada kawasan industri yang dimaksud akan mempengaruhi tingkat ketepatan analisis dispersi yang dilakukan.

Usaha pemodelan dispersi pencemar udara sudah dikembangkan sejak awal tahun 1930an. Pemodelan ini ada 2 tingkat pemodelan yaitu screen modelling dan refined modelling. Analisis dengan metode screen modelling memberikan prediksi yang bersifat konservatif terhadap dampak sumber pencemar dengan menggunakan masukan data dari kasus terburuk (konsentrasi bahan pencemar maksimum) atau data yang minimum ketersediaannya. Screening modeling akan memberikan suatu penilaian yang disebut 'penilaian dampak tingkat 1' (level 1 impact assessments). Metode ini digunakan untuk menentukan dispersi pencemar udara dengan lebih cepat karena prosesnya yang tidak terlalu kompleks. Sedangkan refined modeling adalah pemodelan dispersi yang membutuhkan masukan data yang lebih spesifik, selain itu juga menggunakan model yang lebih kompleks untuk memberikan konsentrasi pencemar yang lebih akurat. Refined modeling akan memberikan analisis penilaian dampak tingkat 2 atau level 2 impact assessment, hal ini karena refined modeling memberikan gambaran yang lebih jauh tentang kaitan dispersi pencemar udara dengan karakteristik daerah sekitar sumber seperti medan topografi dan asosiasi ruang (NSW-EPA 2001)

BPPT telah membuat model dispersi untuk pencemar udara dari cerobong, model ini juga menggunakan metode Gauss dan merupakan metode dengan penilaian dampak pada tingkat 1.

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian dan pengkajian ini adalah untuk mengetahui apakah emisi bau gas SO₂ sudah melebihi ambang batas yang diperbolehkan oleh baku mutu baik nasional maupun internasional.

2. Metodologi

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Wilayah kajian

Wilayah kajian adalah salah satu industri terkemuka dalam bidang Polyester Staple Fiber dan Filament Yarn di Indonesia. yang berlokasi di dekat sungai Cisadane dan mempunyai akses transportasi yang cukup mudah antara lain karena dekat dengan jalan tol Jakarta-Merak.

Unit kajian adalah cerobong industri pada boiler yang ada pada proses produksi yaitu Boiler Hamada 1,

Bahan dan Alat:

Alat pengukuran emisi berasal dari Unilab. Program utama yang digunakan adalah model dispersi pencemaran udara yang dibuat oleh salah satu peneliti dari BPPT dan data-data yang dibutuhkan seperti ketinggian cerobong, diameter cerobong, pemilihan waktu dan kuat radiasi sinar matahari, konsentrasi sumber buangan, arah dan kecepatan angin pada ketinggian 10 m, ketinggian keputan plume, gradien temperatur, suhu gas keluar cerobong, temperatur ambien dan kecepatan gas keluar cerobong.

2.2 Pengukuran dan pengolahan data emisi

Sedangkan gas yang diukur emisinya adalah SO₂ (Sulfur Dioksida). Gas ini diperkirakan menimbulkan bau menyengat di kawasan tersebut. Data fisik cerobong diambil

dari detail desain, untuk boiler hamada. Data emisi dilakukan 1 tahap, pengukuran dilakukan pada cerobong boiler Hamada. Pengukuran pada cerobong dilakukan untuk mendapatkan data-data sbb:

- Debit emisi zat pencemar
- Kecepatan gas yang keluar dari cerobong
 - Suhu cerobong
 - Suhu ambien

Perhitungan dan konversi data parameter diatas dilakukan dengan program perhitungan milik PT.Unilab, sementara untuk pengukuran arah dan kecepatan angin menggunakan data sekunder yang didapat pada area sekitar (puspiptek, Tangerang).

3. Hasil Dan Pembahasan

Data laporan hasil pengujian emisi di thermo couple dan stack yang dilakukan oleh PT. Unilab Perdana pada tanggal 18 januari 2007 dapat dilihat pada tabel 3:

Tabel 3: Hasil Pengujian Emisi Coal Boiler 1 Industri Tekstil

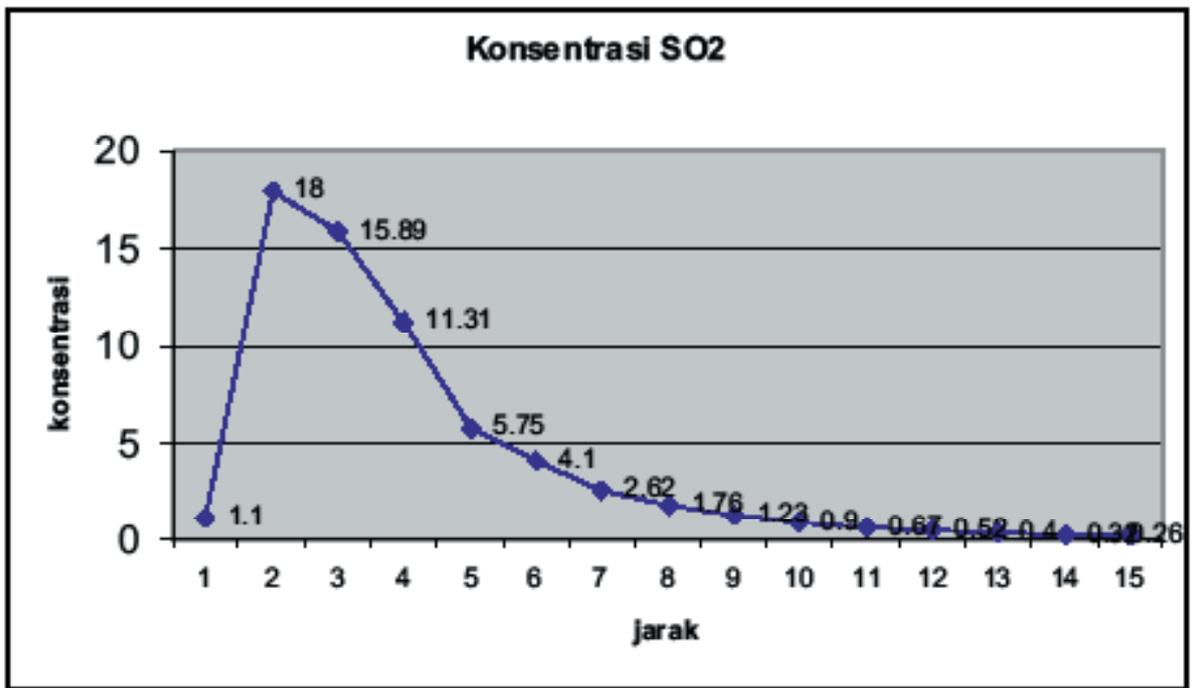
Parameter	Satuan	Baku mutu	Hasil Thermo Coupel	Hasil Stack	Metode
Partikel	mg/m ³	350	-	11	Bapedal-770-0005-1996
Nitrogen Oksida	mg/m ³	-	249	206	Eurotron-Greenline Mk-2
Nitrogen Dioksida	mg/m ³	-	< 1	< 1	Eurotron-Greenline Mk-2
Nitrogen Oksida Ditentukan Sebagai Nitrogen Dioksida	mg/m ³	1000	381	315	Eurotron-Greenline Mk-2
Sulfur Dioksida	mg/m ³	800	17	123	Eurotron-Greenline Mk-2
Gas Velocity	m/detik	-	6.6	2	Pitot Tube
Karbon Monoksida	mg/m ³	-	26	20	Eurotron-Greenline Mk-2
Karbon Dioksida	%	-	8.2	6.7	Eurotron-Greenline Mk-2
Oksigen	%	-	11.7	13.4	Eurotron-Greenline Mk-2
Temp.Gas	°C			105	
Temp.Amb	°C			34	

Boiler Hamada 1

Data untuk model analisis dispersi dari gas SO₂ adalah sbb:

waktu dan kuat radiasi sinar matahari,	:	Siang hari, radiasi kuat (altitude matahari > 60 deg)
ketinggian cerobong,	:	24 m
diameter cerobong,	:	1.5 m
konsentrasi sumber buangan,	:	123 mg/m ³ atau 0.43 gr/detik
arah angin dominan	:	Timur-tenggara
kecepatan angin pada ketinggian 10 m ,	:	Angin calm (1 m/detik)
ketinggian kepulan plume,	:	Sudah diperhitungkan dalam model
gradien temperatur,	:	5 deg celcius/100 m
suhu gas keluar cerobong,	:	105 deg Celcius atau 378 deg Kelvin
temperatur ambien	:	34 deg Celcius atau 307 deg Kelvin
kecepatan gas keluar cerobong	:	2.0 m/detik

Hasil modeling untuk gas SO₂



Gambar 1 : Model Penyebaran Gas SO₂

Ternyata hasil model disperse memperlihatkan nilai konsentrasi gas SO₂ tidak terpengaruh pada ketinggian. Pada ketinggian 0, 50 maupun 100 meter, konsentrasi SO₂ adalah sama. Grafik model dapat diketahui bahwa emisi pencemaran tertinggi terjadi pada jarak sekitar 200 m dari cerobong baik pada ketinggian sama dengan permukaan tanah sampai pada ketinggian 100 m dari tanah. Setelah jarak tersebut maka emisi berangsur-angsur menurun. Apabila dilihat dari sumber emisi SO₂ pada cerobong adalah 123 mg/m³ dengan kecepatan gas keluar dari cerobong 2 m/detik dan kecepatan angin diluar 1 m/detik, diperkirakan model kepulan yang terjadi akan terkonsentrasi dekat pada cerobong. Sehingga perkiraan emisi tertinggi dapat ditoleransi.

Akan tetapi kelemahan pada model ini adalah tidak memperhitungkan hambatan hambatan yang terjadi pada keadaan sekeliling cerobong, misalnya adanya gedung maupun bangunan yang mempunyai ketinggian yang sama dengan cerobong yang akan memberikan dampak penguraian emisi dari cerobong. Sebagai modeling tingkat pertama maka model ini hanya digunakan untuk analisa sesaat saja dan masih memerlukan beberapa monitoring sebagai pembandingan.

4. Kesimpulan Dan Saran

4.1. Kesimpulan

- Hasil analisa dispersi pencemar dengan polutan gas SO₂ ternyata cerobong dari boiler Hamada tidak melebihi batas ambang bau 1200 µg/m³. Bila dilihat dari koordinat Y dan X mulai dari permukaan tanah sampai ketinggian 100 m dari permukaan
- Batas tertinggi untuk boiler Hamada 1 adalah 18 µg/m³ pada jarak 200 m dari cerobong, Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa cerobong dari industri tekstil tersebut tidak menimbulkan dampak bau pada kawasan disekitarnya.

4.2. Saran

Dari kesimpulan tersebut diatas maka diperlukan kajian pada senyawa-senyawa yang menimbulkan bau secara menyeluruh pada cerobong, terutama sekali adalah komponen dengan kandungan unsur S seperti asam sulfida dan metil merkaptan. Senyawa ini direkomendasikan untuk di monitor karena batas ambang bau dari senyawa H₂S adalah 11.3 µg/m³ sedangkan untuk batas ambang bau dari senyawa metil merkaptan adalah 3.4 µg/m³

Daftar Pustaka

1. *American Associated Industries*, 1987, Odor standard.
2. *Department of Environmental Protection*, State of New Jersey, 1997
3. NSW-EPA., 2001 New South Wales-Environmental Protection Authority, 2001. *Approved Methods and Guidance for the Modeling and Assessment of air pollution in New South Wales*. Sydney NSW Australia.
4. Philip Kristanto, 2002. *Ekologi Industri*,