

KARAKTERISTIK CEROBONG BOILER INDUSTRI DI PROPINSI JAWA TENGAH SEBAGAI BENTUK UPAYA PENTAATAN PENGELOLAAN LINGKUNGAN

INDUSTRIAL STACK BOILER CHARACTERISTIC ON CENTRAL JAVA PROVINCE AS EFFORT IN ENVIRONMENTAL COMPLIANCE AND MANAGEMENT

Ikha Rasti Julia Sari dan Januar Arif Fatkhurrahman
Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri
Jl. Ki Mangunsarkoro No. 6 Semarang
Email : ikharasti@kemenperin.go.id

Naskah diterima tanggal 27 Agustus 2014, disetujui tanggal 24 Oktober 2014

ABSTRACT

Industry in the production process can not be separated from good fuel oil, coal, or gas to run the existing process units, from the heater, boiler, oven, generator sets (gensets) to the incinerator where the combustion resulting in emissions. These emissions released into the environment through the air chimney, which refers to the construction simulation of air dispersion No. Kep. 205 / BAPEDAL / 07/1996 on Technical Guidelines for Air Pollution Control. This study aims to describe the chimney in the province of Central Java in 4 levels of adherence to monitoring air quality as part of the criteria in the compliance aspect PROPER. The method used is descriptive qualitative. The scope of the study is limited to 30 chimneys of industrial boilers in Central Java Province. The results showed that the characteristics of the boiler chimney industry in Central Java Province 66.67% has met the basic requirements of sampling air emissions as one of the prerequisites pentaataan environment; 20% of the industry already has a sampling hole in the absence of a platform or additional fittings; 6.67% is complete with extra amenities and only 6.67% of the sample population who do not have the basic requirements of sampling.

Keywords: characteristics of flue boiler, air compliance, central java industry

ABSTRAK

Industri dalam proses produksinya tidak lepas dari pemakaian bahan bakar baik minyak, batubara, maupun gas untuk menjalankan unit proses yang ada, dari mulai heater, boiler, oven, generator set (genset) sampai incenerator dimana dalam pembakaran menghasilkan emisi. Emisi ini dikeluarkan ke lingkungan melalui cerobong udara, dimana pembangunannya mengacu dalam Keputusan Kepala Bapedal Nomor Kep. 205/ Bapedal/ 07/ 1996 tentang Pedoman Teknis Pengendalian Pencemaran Udara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran cerobong di wilayah Propinsi Jawa Tengah dalam 4 level keterlaksanaan pemantauan kualitas udara sebagai bagian kriteria aspek pentaatan dalam PROPER. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif. Lingkup penelitian dibatasi pada 30 cerobong boiler industri di Propinsi Jawa Tengah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik cerobong boiler industri di Propinsi Jawa Tengah 66,67% telah memenuhi persyaratan dasar pengambilan contoh udara emisi sebagai salah satu prasyarat pentaataan lingkungan; 20% industri sudah memiliki lubang sampling tanpa adanya platform atau kelengkapan tambahan; 6,67% sudah lengkap dengan fasilitas tambahan dan hanya 6,67% dari populasi sampel yang belum mempunyai persyaratan dasar pengambilan contoh.

Kata Kunci : karakteristik cerobong boiler, pentaatan udara, industri jawa tengah

PENDAHULUAN

Perkembangan industrialisasi di Jawa Tengah mengalami peningkatan yang signifikan dari tahun ke tahun. Pada tahun 2011 tercatat sebesar 3.850 unit perusahaan yang masuk dalam kategori industri sedang dan besar (jateng.bps.go.id:2013). Industri dalam proses produksinya tidak lepas dari pemakaian bahan bakar baik minyak, batubara, maupun gas untuk menjalankan unit proses yang ada, dari mulai heater, boiler, oven, generator set (genset) sampai incenerator. Ditinjau dari dua jenis bahan bakar yang umum digunakan di industri, pada tahun 2011 industri menggunakan 530.598.982 liter batu bara dan 108.867.133 liter solar (jateng.bps.go.id:2013).

Proses pembakaran bahan bakar minyak dan batubara menghasilkan produk samping sisa pembakaran berupa cemaran udara, yang lazim disebut emisi udara. Dalam Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara menyatakan bahwa emisi adalah zat, energi dan/atau komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk dan/ atau dimasukkannya ke dalam udara ambien yang mempunyai dan/ atau tidak mempunyai potensi sebagai unsur pencemar. Emisi ini dikeluarkan ke lingkungan melalui cerobong udara.

Dalam Keputusan Kepala Bapedal Nomor Kep. 205/ Bapedal/ 07/ 1996 tentang Pedoman Teknis Pengendalian Pencemaran Udara dalam lampiran 3 disyaratkan bahwa cerobong udara dibuat dengan mempertimbangkan aspek pengendalian pencemaran udara yang didasarkan pada lokasi dan tinggi cerobong. Rancang bangun atau desain cerobong disesuaikan dengan kondisi pabrik dengan mempertimbangkan emisi yang dikeluarkan tidak melebihi baku mutu emisi udara yang ditetapkan. Disamping itu ada beberapa persyaratan perencanaan cerobong harus mengakomodir sarana dan prasarana yang diperlukan petugas pengambil sampel udara emisi sesuai dengan metode uji yang digunakan. Persyaratan tersebut diantaranya adalah lubang sampling, lantai kerja, tangga besi dan selubung pengaman.

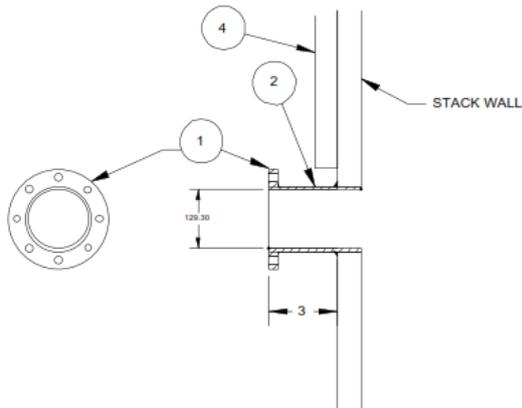
Pengendalian pencemaran dan/ atau kerusakan lingkungan hidup dilaksanakan oleh Pemerintah, pemerintah daerah, dan penanggung jawab usaha dan/atau kegiatan sesuai dengan kewenangan, peran, dan tanggung jawab masing-masing sesuai yang

tercantum dalam Undang-undang Republik Indonesia No. 32 Tahun 2009. Pemantauan kualitas udara merupakan bagian dari upaya pengendalian pencemaran lingkungan dan salah satu dari empat aspek yang masuk di dalam kriteria Program Penilaian Kinerja Perusahaan (PROPER). Program ini sudah dimulai sejak tahun 1996 oleh Kementerian Lingkungan Hidup, yang merupakan kegiatan pengawasan dan program pemberian insentif dan/ atau disinsentif kepada penanggung jawab usaha dan/ atau kegiatan. PROPER merupakan instrumen penataan alternatif yang dikembangkan untuk bersinergi dengan instrumen penataan lainnya guna mendorong penataan perusahaan melalui penyebaran informasi kinerja kepada masyarakat. PROPER mengadopsi pola insentif dan disinsentif, dan pengawasan atas kinerja perusahaan. Kriteria penilaian terdiri dari penilaian ketaatan dan penilaian ketaatan lebih atau penilaian lebih (*beyond compliance*) dengan kriteria yang tercantum dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2011 tentang Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup. Dari hasil laporan PROPER Tahun 2010-2011 tingkat ketaatan berada pada range 50-75% industri peserta PROPER di Propinsi Jawa Tengah.

Saat ini belum adanya data tentang karakteristik cerobong industri di Propinsi Jawa Tengah yang sebenarnya sangat diperlukan tim PROPER dalam melihat pentaatan industri dalam aspek pengendalian pencemaran udara mengingat jumlah peserta PROPER akan meningkat dari tahun ke tahun.

Penelitian ini bertujuan untuk melihat gambaran cerobong di wilayah Propinsi Jawa Tengah serta menjamin keterlaksanaan pemantauan kualitas udara. Karakteristik cerobong diklasifikasikan berdasarkan ketersediaan sarana dan kelengkapan tambahan pengambilan sampel yang merupakan bagian dari pentaatan lingkungan. (Environment Agency, 2010) mengklasifikasikan cerobong dalam 4 level sesuai beberapa poin dari keempat level cerobong industri, sebagai berikut;

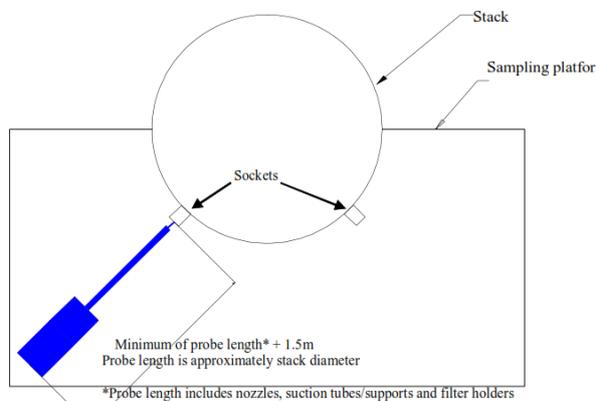
1. Belum adanya sarana pengambilan sampel baik lubang sampling, platform maupun kelengkapan tambahan
2. Ketersediaan Lubang sampling, lubang sampling dibuat cukup besar untuk menampung peralatan penguji / probe, ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Standar Lubang Sampling A (Environment Agency, 2010)

Diameter flange (1), 125mm, dengan panjang (2) 125 mm. Sementara ketebalan flange minimal (3) 75 mm dari dinding cerobong, dan (4) merupakan dudukan monorail yang ditempatkan secara vertikal.

- Platform kerja / bordes, disesuaikan dengan diameter cerobong yang ada. Area kerja tersebut harus mampu mendukung kenyamanan dan keselamatan pekerja, serta mencukupi untuk penempatan peralatan kerja. Untuk cerobong dengan diameter kurang dari 3,6 meter dapat digambarkan dalam gambar 2, berikut;

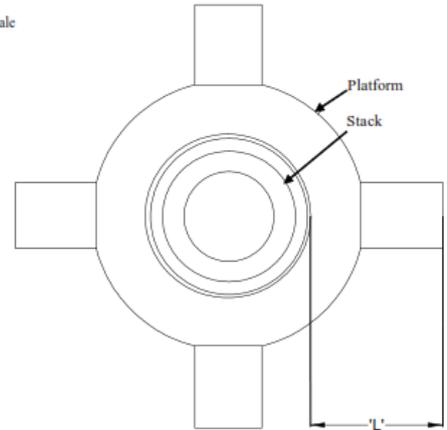


Gambar 2. Standar Area Kerja / Bordes dengan Diameter Cerobong <3,6 meter (Environment Agency, 2010)

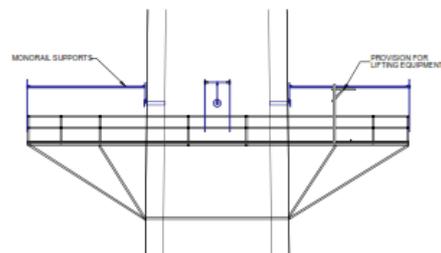
Cerobong dengan diameter kurang dari 3,6 dapat menggunakan area kerja atau bordes seluas separuh ukuran cerobong. Yang terpenting, area kerja mampu menampung total panjang probe, peralatan, dan petugas pengambil sampel. Sementara itu, jika cerobong mempunyai diameter lebih dari 3,6 meter, desain area kerja / bordes dapat digambarkan seperti gambar 3;

Sampling should be carried out from four sample holes on these large stacks

Figure not to scale



L (Length) = Probe length (includes nozzles, suction tubes/supports and filter housing) + 1.5m
Probe length is approximately stack diameter / 2.



Gambar 3. Standar Area Kerja / Bordes dengan Diameter Cerobong >3,6 meter (Environment Agency, 2010)

Seperti halnya standar area kerja pada cerobong dengan diameter cerobong < 3,6 meter, cerobong dengan diameter > 3,6 meter harus mampu menampung panjang probe yang mempunyai panjang lebih dari diameter cerobong tersebut atau setengah dari diameter cerobong tersebut jika sampel diambil dari 4 lubang sampling yang berbeda.

- Kelengkapan tambahan, meliputi kelengkapan safety dalam hal kekuatan area kerja, bahan pembuatan yang tahan korosif dan isolator.

Dari keempat tingkatan profil cerobong tersebut dijadikan masukan kepada tim PROPER dalam membina dan mengawasi pentaatan lingkungan udara. Dari sisi industri dapat menjadi masukan perbaikan pentaatan lingkungan udara berdasarkan tingkatan profil cerobong tersebut.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif. Pendekatan tersebut dilakukan dengan observasi, wawancara dan dokumentasi. Observasi yang dilakukan bersifat partisipatif. Penulis

berpartisipasi langsung melakukan pengamatan dan wawancara langsung dengan pihak industri.

Lingkup penelitian ini dibatasi pada cerobong dari unit utilitas boiler sebanyak 30 cerobong industri yang ada di wilayah Propinsi Jawa Tengah dengan meninjau dari sisi sarana dan kelengkapan tambahan pemantauan lingkungan.

Identifikasi cerobong boiler diklasifikasikan menjadi 4 (empat) tingkatan yang disebut dengan profil cerobong industri di Jawa Tengah (Environment Agency, 2010);

1. Tidak adanya sarana pengambilan sampling (Level 1)
2. Ada atau tidaknya lubang sampling (Level 2)
3. Ada atau tidaknya bordes/ platform dan lubang sampling (Level 3)
4. Ada atau tidaknya kelengkapan safety bordes/ platform dan lubang sampling (level 4)

Tahapan penelitian ini disajikan dalam 3 tahapan utama, yaitu pengumpulan data, analisis dan hasil pembahasan seperti tercantum dalam gambar 4.



Gambar 4. Skematik Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Industri di Propinsi Jawa Tengah

Industri di Jawa Tengah yang umumnya merupakan industri menengah, dengan unit utilitas yang sebagian besar menggunakan boiler sebagai penyedia steam pada proses produksinya. Bahan bakar yang digunakan bervariasi dari penggunaan solar, MFO, batubara sampai biomassa. Hasil pembakaran bervariasi, hal ini selain

bergantung pada efektifitas proses pembakaran, penggunaan alat pengendali cemaran serta ukuran dan ketinggian cerobong asap.

Desain suatu cerobong merupakan perhitungan yang didasarkan pada diagram moody dan perhitungan tentang geometrik yang untuk membuang udara ke lingkungan pada ketinggian tertentu. Tahapan yang pertama adalah menentukan bilangan Reynold untuk mengetahui tipe alirannya dan diplotkan pada diagram moody, seperti dalam hasil penelitian Sanda (2011) dimana cerobong bau/ozon dengan ketinggian 12,5 m dan diameter sebesar 630 mm serta diameter hisap limbah sebesar 500 mm yang terbuat dari bahan galvanized iron, dimana keluaran ozon ke udara dianggap masih dalam keadaan normal, yaitu 0,01 – 0,02 ppm.

Berdasarkan dokumentasi dan pengamatan laboratorium pengujian BBTPPI, cerobong di industri dibangun tanpa pertimbangan teknis pemantauan dan pentaatan lingkungan, dalam hal ini baik lokasi penempatan cerobong, ketinggian cerobong, dimensi cerobong, sampai kepada lokasi pentaatan lingkungan atau titik sampling seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini



Gambar 5. Contoh cerobong Proses di Industri Jawa Tengah (BBTPPI, 2014)

Rata – rata cerobong proses di industri Jawa Tengah seperti gambar 5 menunjukkan minimnya pemahaman industri terkait kebutuhan pemantauan lingkungan yang merupakan prasyarat pentaatan lingkungan udara sebagai bagian kriteria penilaian dalam PROPER.

Profil Cerobong Industri di Jawa Tengah

Data sampel cerobong boiler industri di Propinsi Jawa Tengah yang dilaksanakan melalui dokumentasi dan observasi, maupun wawancara dengan pihak industri, diperoleh sebanyak 30 sampel, dari data tersebut diolah dan diklasifikasikan cerobong industri seperti terlihat dalam tabel 1.

Dari tabel 1. Tabulasi Data Cerobong Industri dari 30 sampel dari unit utilitas boiler, dimana penggunaan bahan bakar bervariasi dari solar, MFO, batubara dan biomassa. Klasifikasi bahan bakar secara umum tidak mencerminkan ketaatan industri dalam karakteristik cerobong yang ada, hal ini nampak tidak adanya korelasi anatara bahan bakar dengan ketaatan cerobong industri. Dari 30 sampel identifikasi cerobong industri, dapat diklasifikasikan tingkatan profil cerobong dari level 1 sampai level 4, sebagai berikut;

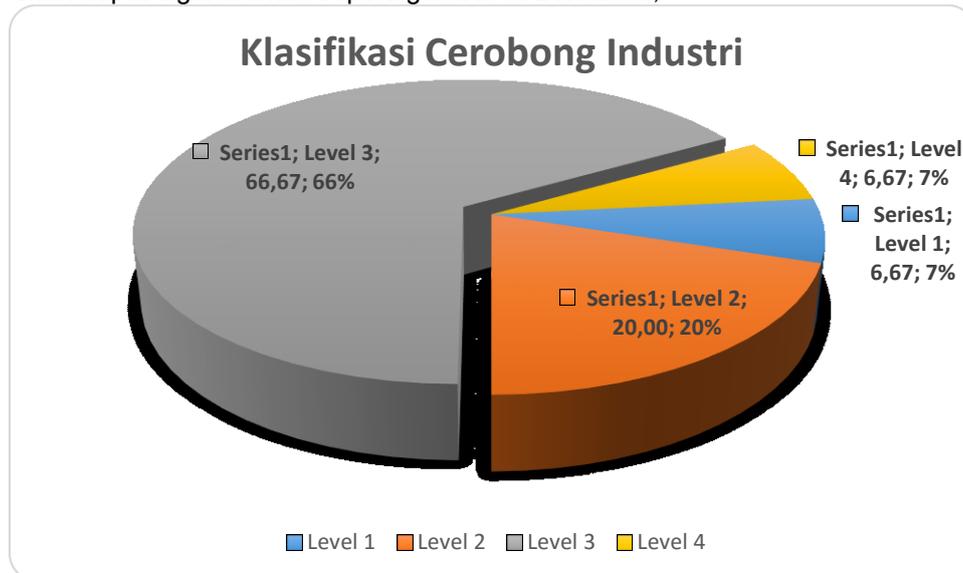
1. Industri dengan cerobong yang tidak mempunyai lubang sampling, platform, dan kelengkapan tambahan, sebesar 6,67% dari keseluruhan sampel, cerobong industri jenis ini masuk dalam klasifikasi level 1. Industri yang masuk dalam kategori ini hendaknya mendapatkan pembinaan dan pengawasan dari pihak terkait.

2. Industri dengan cerobong yang hanya mempunyai lubang sampling, namun tidak mempunyai platform dan kelengkapan tambahan, sebesar 20% dari keseluruhan sampel, cerobong industri jenis ini masuk dalam klasifikasi level 2.
3. Industri dengan cerobong yang mempunyai lubang sampling dan platform, namun tidak memiliki kelengkapan tambahan, sebesar 66,67% dari keseluruhan sampel, cerobong industri jenis ini masuk dalam klasifikasi level 3.
4. Industri dengan cerobong dengan kelengkapan pengambilan contoh udara emisi, sebesar 6,67% dari keseluruhan sampel, cerobong industri jenis ini masuk dalam klasifikasi level 4.

Tabel 1. Tabulasi Data Cerobong Industri

No	Nama Industri	Nama Boiler	Kapasitas Boiler	Bahan Bakar Boiler	Tinggi Cerobong (meter)	Diameter Cerobong (meter)	Klasifikasi Cerobong		
							Lubang Sampling	Platform	Kelengkapan Tambahan
1	PT. DM	VKK Standard Kessel	10 ton	Batubara	20	1,2	Ada	Ada	Tidak Ada
2	PT. DM	VKK Standard Kessel	10 ton	Batubara	30	1,2	Ada	Ada	Tidak Ada
3	PT. DM	WUXI Xineng	3.000.000 kKal/jam	Batubara	24	1,2	Ada	Ada	Tidak Ada
4	PT. CC	Boiler 1	5 ton	CNG	10	0,8	Ada	Ada	Tidak Ada
5	PT. CC	Boiler 2	3,2 ton	CNG	10	0,8	Ada	Ada	Tidak Ada
6	PT. CC	Boiler 3	4 ton	CNG	10	0,6	Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
7	PT. DL	Boiler 2	10,5 ton	Batubara	14	1	Ada	Ada	Tidak Ada
8	PT. DL	Boiler 3	10,5 ton	Batubara	14	1	Ada	Ada	Tidak Ada
9	PT. DL	Boiler 4	1.000.000 kKal/jam	Batubara	14	1	Ada	Ada	Tidak Ada
10	PT. DT	Boiler Standard Kessel	10 ton	Batubara	25	1,2	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
11	PT. HI	Boiler 1	5 ton	MFO	25	1	Ada	Ada	Tidak Ada
12	PT. HI	Boiler 2	5 ton	Biomassa	25	1	Ada	Ada	Tidak Ada
13	PT. IF	Boiler 1	0,75 ton	Solar	8	0,5	Ada	Ada	Tidak Ada
14	PT. IF	Boiler 2	0,75 ton	Solar	8	0,5	Ada	Ada	Tidak Ada
15	PT. JB	Boiler Alstoom	10 ton	Biomassa	24	1	Ada	Ada	Tidak Ada
16	PT. JB	Boiler Loos	5 ton	Solar	12,5	1	Ada	Ada	Tidak Ada
17	PT. LP	Boiler WEN	20 ton	Batubara	30	1	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
18	PT. LP	Boiler Cheng Chen	30 ton	Batubara	24	2,96	Ada	Ada	Tidak Ada
19	PT. PP	Boiler Hokken 5	5 ton	Solar	11	0,4	Ada	Ada	Ada
20	PT. PP	Boiler Hokken 4	5 ton	Solar	11	0,4	Ada	Ada	Ada
21	PT. PX	Boiler Alstoom	10 ton	Batubara	24	1	Ada	Ada	Tidak Ada
22	PT. PX	Boiler Alstoom	10 ton	Batubara	24	1	Ada	Ada	Tidak Ada
23	PT. PX	Boiler THT	5 ton	Batubara	20	0,8	Ada	Ada	Tidak Ada
24	PT. PY	Boiler 1	10 ton	Batubara	25	1,3	Ada	Ada	Tidak Ada
25	PT. SG	Boiler Miura	0,75 ton	Solar	3	0,3	Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
26	PT. SF	Boiler Basuki	10 ton	Biomassa	18	1	Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
27	PT. TK	Boiler Aalborg	10 ton	MFO	12	0,6	Ada	Ada	Tidak Ada
28	PT. TS	Boiler 1	5 ton	Batubara	20	1	Ada	Ada	Tidak Ada
29	PT. KL	Boiler Daelim	30 ton	Biomassa	26	1,7	Ada	Ada	Tidak Ada
30	PT. KL	Boiler Shandong	2 ton	Biomassa	17	0,5	Ada	Tidak Ada	Tidak Ada

Dalam pie chart dapat digambarkan seperti gambar 6. Berikut ini;



Gambar 6. Klasifikasi Cerobong Industri

Berdasarkan data 30 sampel acak tersebut, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar dari cerobong industri pada unit boiler di Jawa Tengah berada pada level 3, dimana terdapat lubang sampling dan platform/ bordes, namun alat kelengkapan tambahan yang ada belum maksimal.

Pada cerobong industri dengan klasifikasi level 1, sebesar 6,67% dari seluruh populasi sampel, dari observasi lapangan, diperoleh beberapa hal yang menyebabkan cerobong tersebut tidak mempunyai persyaratan dasar pengambilan contoh, diantaranya (Diskusi dengan Bapak Ahmad – PT. DT, 2013);

1. Kurangnya informasi dan pengetahuan bagian lingkungan, mengenai persyaratan pentaatan lingkungan udara.
2. Sosialisasi yang kurang dari lembaga pengawas maupun pembina lingkungan industri

Sedangkan pada cerobong industri dengan klasifikasi level 2, dengan presentase sebesar 20% dari seluruh populasi sampel, merupakan perusahaan baru yang baru pertama kali melaksanakan pengambilan contoh udara emisi, dan pada saat konstruksi cerobong tidak memperhitungkan faktor pentaatan lingkungan. Sementara itu, observasi lapangan pada cerobong industri level 3, meskipun secara umum telah mencukupi untuk pengambilan contoh udara emisi, masih ditemukan kekurangan dari sebagian besar cerobong di level 3 ini, yaitu;

1. Bordes dan tangga yang keropos, faktor safety tentunya menjadi berkurang dengan adanya bordes dan tangga yang keropos, hal ini dikarenakan bordes seharusnya mampu menopang dengan aman beban petugas dan peralatan yang dapat mencapai total 500 kg.



Gambar 7. Penampang bordes dan tangga yang keropos (BBTPPI, 2013)

2. Bordes yang terlalu kecil



Gambar 8. Penampang Bordes yang Terlalu Kecil

Bordes atau area kerja yang terlalu kecil akan menyulitkan petugas dalam melaksanakan pengambilan sampel. Peralatan kerja yang digunakan juga kesulitan untuk dipasang pada lubang sampling.

Sementara itu, keseluruhan cerobong industri di Jawa Tengah dari seluruh populasi sampel belum mempunyai klasifikasi cerobong dengan Level 4, hal ini perlu dicermati dikarenakan pada level 4 ini lebih mengedepankan segi safety atau keamanan di cerobong, baik keamanan konstruksi maupun keamanan pengambilan contoh sebagai salah satu faktor pentaatan lingkungan.

(Bell, 2001) menyatakan bahwa salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pengukuran adalah tidak tercapainya representasi tempat pengukuran yang sesuai. Dalam hal ini salah satunya adalah faktor safety yang dapat menyebabkan ketidaknyamanan petugas dalam menjalankan pengukuran dan pengambilan data. (Ministry of Environment, Macedonia, 2014) menyebutkan beberapa faktor yang perlu dicermati sebagai safety factor dalam pengambilan contoh emisi;

- Keseluruhan lokasi cerobong maupun bordes harus terlindung dari bahaya kejatuhan benda.
- Bordes dan tangga harus mampu menopang beban petugas dan peralatan
- Tangga tidak diperkenankan menempel langsung pada dinding cerobong untuk mencegah rambatan panas

- Bordes harus dilengkapi dengan monorail di atas lubang sampling untuk menopang peralatan sampling,

Faktor safety merupakan hal penting yang diperlukan dalam pengambilan contoh emisi pada cerobong industri. Industri perlu meningkatkan klasifikasi cerobong industrinya termasuk di dalamnya faktor safety.

KESIMPULAN

Karakteristik cerobong boiler industri di Propinsi Jawa Tengah 66,67% telah memenuhi persyaratan dasar pengambilan contoh udara emisi sebagai salah satu prasyarat pentaatan lingkungan; 20% industri sudah memiliki lubang sampling tanpa adanya platform atau kelengkapan tambahan; 6,67% sudah lengkap dengan fasilitas tambahan dan hanya 6,67% dari populasi sampel yang belum mempunyai persyaratan dasar pengambilan contoh.

Peran instansi pengawas dan pembina industri maupun tim PROPER perlu ditingkatkan untuk meningkatkan kesadaran dan ketaatan industri terhadap pentaatan lingkungan, termasuk menekankan faktor safety dalam pengambilan sampel udara emisi.

DAFTAR PUSTAKA

Environment Agency, 2010. Technical Guidance Note, "Sampling Requirement for Stack Emission Monitoring".

- Keputusan Kepala Badan Pengendali Dampak Lingkungan Nomor : Kep. 205/ Bapedal/ 07/ 1996 Tentang Pedoman Teknis Pengendalian Pencemaran Udara
- Ministry of Macedonia, 2014. Emission Stack Monitoring Handbook
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2011 tentang Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan (Proper) dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara
- Sanda. 2012. Disain Blower dan Cerobong untuk Membuang Limbah Bau dan Ozon Irradiator Gamma 500 kCi. Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah. Volume 15 Nomor 1, Juli 2012. Pusat Teknologi Limbah Radiokatif.
- Sekretariat PROPER Kementerian Lingkungan Hidup. 2011. Laporan Hasil Penilaian Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Stephanie Bell, 2001. A beginner's guide to uncertainty of measurement, Centre for Basic, Thermal and Length Metrology, National Physical Laboratory, NPL, Measurement Good Practice Guide No. 11 (Issue 2), 41 p., 2001
- Undang Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup