

DAMPAK INDUSTRI PELEBURAN LOGAM Fe TERHADAP PENCEMARAN DEBU DI UDARA

Teguh Prayudi

Asisten Peneliti Muda pada Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi - BPPT

Abstract

In this research have been done by the iron metal rate analysis (Fe) in air dirt ambient industry area molding of metal in Dusun Batur, Kecamatan Ceper, Kabupaten Klaten, Provinsi Jawa Tengah. Research result indicate that the distribution contamination of metal Fe have extended with swampy forest [among/between] 0,02 ~ 15,71 ug/m³, and this rate enough significant with dirt content TSP which are research before all.

Key words: metal, Klaten, contamination.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sejarah peleburan logam telah dimulai kurang lebih sejak 4000 tahun SM, yaitu sejak manusia mengenal cara mencairkan logam dan membuat cetakan perhiasan dari emas atau perak tempaan yang berkembang untuk pembuatan senjata atau peralatan pertanian.

Dengan ditemukannya teknik peleburan dan cetakan tembaga cair maka mulailah terjadi perkembangan teknik peleburan logam yang lebih kompleks dan rumit seperti pembuatan perabot rumah tangga dan perhiasan, dengan menggunakan bahan logam lain seperti besi maupun logam campuran seperti perunggu.

Sesuai dengan ditemukannya teknik tanur datar dan tuntutan kebutuhan peralatan sesuai dengan kondisi jaman saat itu, peleburan logam mulai banyak digunakan oleh bangsa-bangsa di sekitar laut tengah, Yunani hingga ke India. Walaupun demikian baru pada abad ke 14 teknik peleburan dilakukan secara besar-besaran setelah Jerman dan Italia menemukan tanur tiup berbentuk silinder sebagai pengganti tanur datar. Teknik peleburan ini dilakukan dengan meletakkan biji besi dan arang batu secara bergantian kemudian dituangkan secara langsung logam cair yang didapat dari biji besi ke dalam cetakan. Produksi yang dihasilkan adalah tungku, pipa, meriam dan pelurunya.

Peleburan logam ini semakin pesat dengan ditemukannya kokas di Inggris pada

abad ke 18, kemudian oleh Perancis kokas ini dikembangkan untuk dapat mencairkan kembali besi kasar dalam tanur kecil seperti tanur cupola yang saat ini banyak digunakan. Dengan penemuan tanur ini, produk-produk logam lain juga telah dihasilkan seperti produk baja dari besi kasar pada abad ke 19.

Sesuai dengan perkembangan teknologi, saat ini berbagai jenis tungku telah dapat dihasilkan manusia, yaitu antara lain :

- Tungku *Electric arc Furnace* (EAF) : jenis tungku dengan pemanasan dari listrik.
- *Blast Furnace* : jenis tungku dengan yang besar dan kompleks, yang dibuat dari kombinasi peralatan yang berdiri sendiri dan komponen konstruksi yang seragam. Komponen yang paling besar dari blast furnace termasuk didalamnya adalah tungku minyak, the furnace internal refractory lining dan the crucible-like hearth. Sebagian besar terdiri dari peralatan yang berdiri sendiri seperti motor bakar dsb.
- *Kupola* : dipergunakan secara luas untuk peleburan besi cor karena mempunyai beberapa keuntungan seperti : konstruksinya sederhana dan mudah operasionalnya; memberikan kemungkinan peleburan yang kontinyu; mendapat laju peleburan yang besar untuk setiap jamnya; biaya yang rendah; kontrol komposisi kimia dengan daerah yang luas. Konstruksi kupola umumnya terbuat dari silinder baja yang tegak, dilapisi batu tahan api. Bahan baku logam dan kokas di isikan dari

pintu pengisi. Udara di tiupkan ke dalam melalui tuyer, kokas terbakar dan bahan logam mencair. Logam cair dan terak dikeluarkan melalui lubang keluar pada dasar kupola. Jadi dalam kupola, logam dipanaskan langsung oleh panas pembakaran dari kokas dan mencair, oleh karena itu kupola mempunyai efisiensi tinggi

Dampak lingkungan yang terjadi pada industri peleburan terutama adalah debu dan asap yang keluar dari tungku, debu dari pasir cetak, bising dan getaran dari mesin dan lain lain, berbagai macam peralatan dipakai dalam usaha untuk mencegah timbulnya hal tersebut. Beberapa contoh peralatan tersebut terutama untuk mencegah emisi debu antara lain :

- *Dust collector* untuk tungku cupola
- Penangkap debu jenis siklon
- Penangkap debu dengan penukar panas dan kantong saringan
- Dust collector untuk tungku listrik

1.2. Tinjauan Pustaka

Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, Pencemaran udara didefinisikan sebagai 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⁽⁴⁾.

Secara umum, masuknya bahan-bahan polutan ini dapat berasal dari berbagai sumber pencemar yang meliputi seluruh usaha dan/atau kegiatan yang mengeluarkan bahan pencemar ke udara yang menyebabkan udara tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya, baik yang berasal dari sumber emisi bergerak, sumber emisi bergerak spesifik, sumber emisi tidak bergerak maupun sumber emisi tidak bergerak spesifik.

Kegiatan industri merupakan salah satu sumber emisi tidak bergerak yang mempunyai andil cukup besar terhadap pencemaran udara, khususnya pada wilayah industri itu sendiri dan wilayah sekitarnya.

Emisi pencemaran udara oleh industri sangat tergantung pada jenis industri dan proses produksinya. Dari sisi proses produksi, pencemaran emisi industri, sangat dipengaruhi oleh jenis peralatan yang digunakan serta bahan-bahan baku yang digunakan.

Secara umum, dalam PP Nomor 41 Tahun 1999 telah ditetapkan baku mutu udara ambien nasional untuk parameter pencemar udara dengan masing-masing nilai baku mutunya dapat dilihat pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Parameter Pencemar Udara Ambien⁽⁴⁾.

No.	Parameter	Nilai Baku Mutu (24 jam)
1.	Sulfur Dioksida	365 ug/Nm ³
2.	Karbon Monoksida	10.000 ug/Nm ³
3.	Nitrogen Dioksida	150 ug/Nm ³
4.	Oksidan	235 ug/Nm ³ *
5.	Hidro Karbon	160 ug/Nm ³ **
6.	PM10	150 ug/Nm ³
7.	PM2,5	65 ug/Nm ³
8.	TSP	230 ug/Nm ³
9.	Pb	2 ug/Nm ³

Keterangan * 1 jam
** 3 jam

Dalam konteks pencemaran udara, yang dimaksud dengan partikel/debu adalah benda padat yang terjadi karena proses mekanis (pemecahan reduksi) terhadap massa padat yang masih dipengaruhi oleh gaya gravitasi.

Partikel/debu dapat terhirup melalui saluran pernapasan. Partikel yang berukuran besar lebih dari 0.6 μ akan tertahan pada saluran nafas bagian atas, sedangkan yang dibawah 0.3 μ akan mengikuti gerakan brown yaitu keluar masuk, hanya yang memiliki ukuran antara 0.3 μ s/d 0.6 μ akan sampai pada bagian alveoli paru. Debu yang mengandung logam berat selain mempunyai potensi untuk dapat menimbulkan fibrosis pada paru, juga dapat menimbulkan iritasi mukosa. Dampak yang ditimbulkan oleh pencemaran debu pada kesehatan manusia sangat tergantung pada komposisi kandungan kimianya, sebagai contoh adalah debu asbes yang terjadi akibat pengereman kendaraan bermotor yang menggunakan asbes untuk kanvas remnya. Akibat dari debu asbes ini akan menyebabkan asbestosis yang berdampak pada penyakit kanker.

Beberapa partikel logam seperti Be (Berilium) dapat menimbulkan penyakit pneumonic yang akut, sedangkan debu arsen dapat menimbulkan kanker paru dan kanker kulit. ⁽⁷⁾.

Ditinjau dari sumber pencemarnya, yang mempunyai risiko terbesar terkena paparan debu logam keras adalah mereka yang terlibat dalam produksi pemanasan tungku, pekerjaan dengan mesin, pengerindaan presisi, pengecoran logam dll, dalam proses produksi perkakas dan bagian bagian mesin; serta mereka yang harus mengasah perkakas yang dihasilkan. Meskipun pekerja yang terlibat pengerindaan dan pengasahan adalah yang paling terpapar terhadap bahaya tersebut, namun para pekerja yang bertugas didekat tempat kerja yang sama dapat pula beresiko tinggi terkena paparan. Absorpsi logam hanya terjadi lewat paru paru. Debu logam yang terabsorpsi didistribusi ke bagian bagian tubuh dengan cara yang sama dengan distribusi partikel debu lainnya. Partikel logam yang tak larut tertahan dalam jaringan paru, sementara komponen komponen yang larut dibawa darah ke bagian tubuh yang lain. Hanya kobalt yang di ekskresi dalam jumlah kecil melalui kemih. Ekskresi kobalt yang meningkat dalam kemih atau air seni boleh digunakan sebagai uji pelengkap paparan lingkungan. Akan tetapi hubungan antara paparan debu logam dan kobalt dalam kemih tidak diketahui.⁽⁹⁾

Pada sebagian besar yang terpapar ditemukan berbagai gejala iritatif termasuk batuk, rinitis, dispnea mirip asma, dan dispnea pada pengerahan tenaga. Gejala gejala tersebut membaik setelah penghentian paparan. Fibrosis interstisial difus amat jarang terjadi, melibatkan 1-4% pekerja.

Umumnya tanda tanda dini penyakit mulai tampak setelah paparan selama lebih dari 3 tahun. Antara lain berupa batuk kering, penurunan berat badan dan dispnea progresif pada pengerahan tenaga. Bunyi krepitasi mungkin terdengar pada auskultasi. Foto sinar X dada sulit diinterpretasi pada awitan penyakit, berupa garis garis linear dan bayangan retikulat dengan kekeruhan bervariasi. Pemeriksaan kesehatan memperlihatkan gejala gejala klasik insufisiensi pernapasan dan penurunan VC dan FEV_{1.0}. hiposaturasi oksihemoglobin darah arteri hanya terjadi pada permulaan pengerahan tenaga, dan adanya penurunan difusi karbon monoksida.

Secara morfologis terdapat fibrosis alveolar dan interstisial yang menimbulkan pembesaran septa; avoli menipis dimana sel epitel kubus bergantian dengan daerah daerah distensi emfisematosa.

Peranan masing masing logam dalam patogenesis masih dalam perdebatan. Kobalt adalah komponen yang paling toksik pada

berbagai percobaan dan diperkirakan berperan dominan. Akan tetapi, umumnya disetujui bahwa gabungan tungsten dengan kobalt bertanggung jawab atas terjadinya fibrosis interstisial difus.

Paparan terhadap pekerja harus dikendalikan dengan langkah langkah teknis yang tepat seperti menutup mesin-mesin dan ventilasi pembuangan lokal hal ini untuk mengurangi kadar debu hingga dibawah batas paparan yang dianjurkan. Penggunaan alat alat pelindung diri (respirator) mungkin perlu selama bekerja dalam paparan kadar debu yang tinggi.

Teknologi untuk mengendalikan emisi partikel/debu logam semuanya didasarkan pada penangkapan partikel/debu logam sebelum dilepaskan ke atmosfer. Metode yang digunakan untuk mencapai tujuan tersebut banyak dipengaruhi oleh dimensi partikel/debu logam. Penanggulangan pencemaran debu logam dapat dilakukan dengan jalan antara lain memakai peralatan pengendali debu logam pada industri seperti ruang sistem pengendap gravitasi, bag filter, electrostatic precipitator (EP), cyclon scrubber,

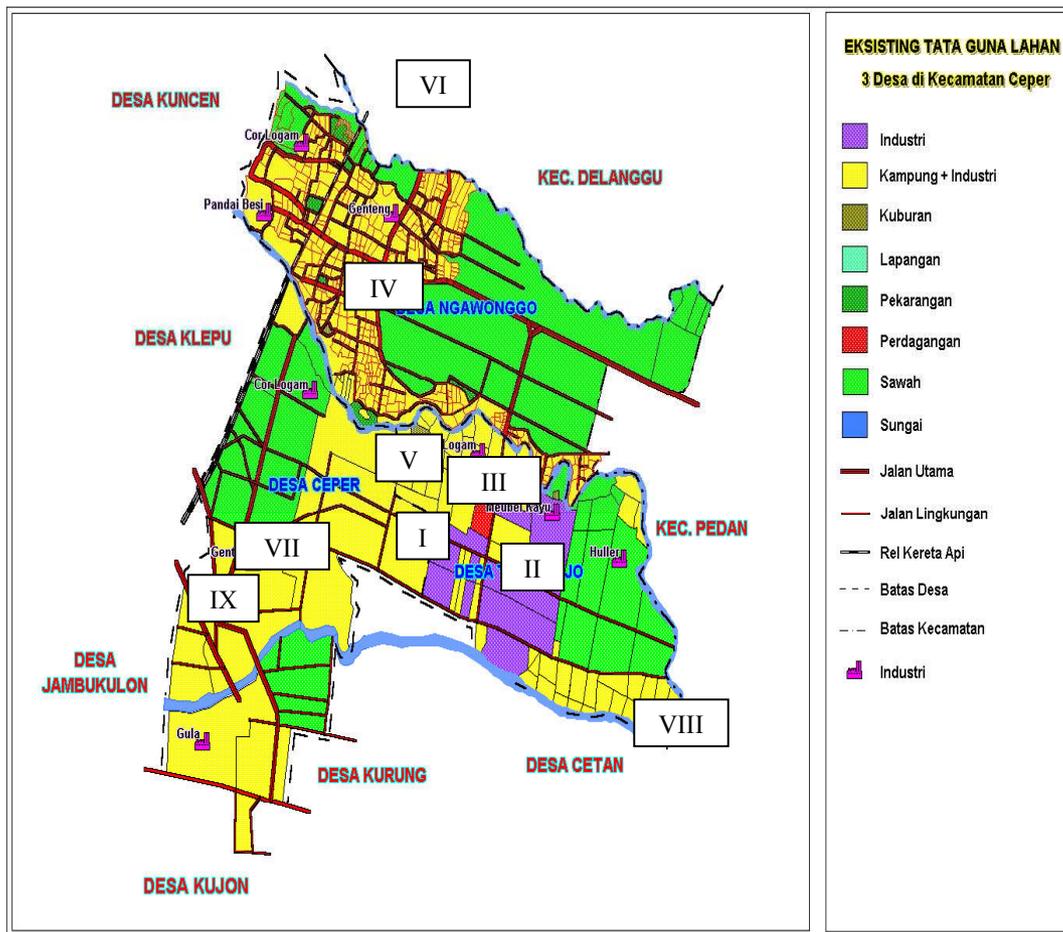
Peralatan sistem pengendap gravitasi mempunyai proses sebagai berikut: aliran gas dilewatkan kedalam ruangan yang cukup besar sehingga velositas gas akan menurun dan waktu tinggal didalam ruangan tersebut cukup lama untuk

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi penelitian

Untuk studi kasus, penelitian ini dilaksanakan di industri pengecoran logam yang terletak di Kecamatan Ceper, Kabupaten Klaten, Provinsi Jawa Tengah (Gambar 1). Lokasi ini diambil dengan pertimbangan bahwa saat ini terdapat kurang lebih 300 pengusaha dengan kapasitas sekitar 30.000 ton produk per tahun, seperti rumah pompa, lampu penerangan jalan seni, meja-kursi antik, blok canvas rem kereta serta produk alat-alat berat.

Disamping itu, mengingat keahlian masyarakat diperoleh secara turun-temurun, maka sampai saat ini teknologi yang digunakan masih teknologi konvensional sehingga tidak dapat dihindari bahwa dari proses produksinya akan banyak dihasilkan bahan-bahan pencemar lingkungan, termasuk potensi menimbulkan pencemaran udara di sekitar wilayah industri ini.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel

Keterangan : (I) Laboratorium pengecoran logam (Tegalrejo); (II) Rumah Lurah Tegalrejo (Tegalrejo); (III) Batur jaya (Dusun Batur); (IV) Rumah Lurah Ngawonggo; (V) Bahama (Dusun Batur); (VI) Kecamatan Delanggu; (VII) Dusun Jeblogan; (VIII) Dusun Ndoyo (Desa Cetan); (IX) Kantor Desa Cepur.

Penelitian dilakukan di kecamatan Cepur khususnya pada 3 kelurahan yaitu kelurahan Tegalrejo, kelurahan Ngawonggo dan Kelurahan Cepur, penelitian kualitas udara ini difokuskan pada 9 titik sampling.

Penunjukkan titik sampling didasarkan pada luas area yang banyak mempunyai kegiatan industri kecil terutama pada industri pengecoran logam, disamping itu dilakukan juga sampling pada daerah luar lingkup industri seperti Ndoyo dan Tegal Sari. Parameter yang diukur adalah partikel atau debu logam Fe

2.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 6 Juli 2001 sampai dengan 8 Juli 2001. Pengambilan sampel dilakukan secara bergantian dari titik sampling yang satu ke titik sampling yang lain dengan 2 kali pengulangan yang dilakukan secara kontinyu.

2.3 Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan metode gravimetri dengan menggunakan peralatan *High Volum Sampler*. Prinsip dari metode ini adalah menentukan konsentrasi debu logam yang

ada di udara dengan menggunakan pompa isap. Udara yang terhisap disaring dengan filter sehingga debu logam yang ada di udara akan menempel pada filter tersebut. Berdasarkan jumlah udara yang terhisap dan berat debu yang menempel pada filter, akan diketahui konsentrasi debu logam yang ada di udara.

Rumus Perhitungan Kadar Debu logam :

Kadar debu logam (mg/m³) =

$$\frac{\{\text{berat filter} + \text{berat debu logam} - \text{berat filter}\} \text{ mg}}{\{\text{kecepatan aliran udara}\} \text{ m}^3}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mendukung penelitian, juga telah dilakukan pengamatan keadaan meteorologi di lokasi tempat pengambilan sampel udara ambien. Data meteorologi dan hasil analisa kadar debu Fe secara lengkap disajikan pada table 2, berikut ini :

Dari hasil pengamatan data meteorologi tersebut dapat diketahui bahwa selama proses pengambilan sampel udara, keadaan cuaca sangat cerah dengan disertai angin sepoi sepoi. Dengan tidak adanya hujan diharapkan dapat memberikan pengaruh positif terhadap hasil analisa kadar Fe di udara, mengingat pengaruh hujan dapat menurunkan kadar Fe di udara, sehingga hasil analisa tidak dapat menggambarkan kondisi pencemaran yang sesungguhnya telah terjadi di wilayah tersebut. Demikian pula data meteorologi lain, yang relatif konstan dengan rata-rata dan penyimpangan masing-masing adalah : tekanan (750,6 mmHg, 1,9 mmHg), temperatur (33,9°C, 2,2°C) dan kelembaban (59,6%, 7,7%) akan lebih mendukung akurasi perbandingan kadar Fe udara pada satu lokasi terhadap lokasi lainnya.

Hasil analisa kadar Fe di dalam debu, memberikan gambaran distribusi Fe yang sangat luas, dengan sebaran antara 0,02 ~ 15,71 ug/m³. Dibandingkan dengan hasil analisa debu sebelumnya⁽⁸⁾, sebaran ini memiliki pola yang sama, dimana kadar Fe ini sebanding dengan kadar debu, sebagaimana ditunjukkan oleh gambar 1. (Dalam gambar 2 ini, kadar Fe dilipatkan 10 kali).

Tabel 2. Pengukuran Data Meteorologi dan Hasil Analisa Kadar Fe Debu di Udara Ambien Industri Pengecoran Logam Ceper.

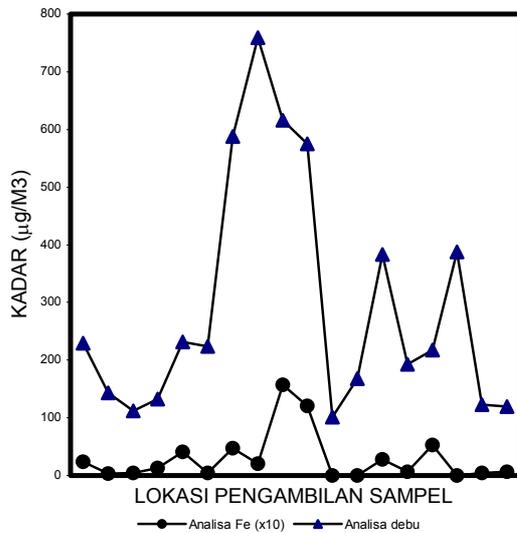
Lokasi (Waktu)	Data Meteorologi			Kadar (ug/m ³)	
	P	T	Klb	Debu	Fe
I 09.30~11.30	753,1	31	64	205,7	2,33

I 18.35 - 20.35	751,8	32	61	140,3	0,33
II 11.50 - 13.50	751,8	33	62	108,2	0,42
II 11.20 - 13.10	751,3	33	61	119,5	1,33
III 14.10 - 16.10	749,3	34	58	191	4,06
III 16.20 - 18.20	749,3	35	54	220,2	0,42
IV 06.50 - 08.50	754,4	30	77	540,0	4,79
IV 20.00 - 22.00	751,8	32,5	65	738,0	2,06
V 09.50 - 11.05	751,8	32	64	458,3	15,7 1
V 17.45 - 19.45	749,3	33	52	454,6	12,0 7
VI 13.40 - 15.40	749,3	36	55	101,1	0,02
VI 15.45 - 17.45	749,3	38	46	167,8	0,05
VII 06.55 - 08.55	749,3	36	55	355,6	2,78
VII 15.45 - 17.45	749,3	38	46	186,0	0,68
VIII 09.20 - 11.20	753,1	35	69	165,4	5,24
VIII 17.30 - 19.00	748,0	33	58	387,1	0,02
IX 11.40 - 13.40	750,8	34,5	63	118,8	0,42
IX 13.40 - 15.30	750,8	35	63	113,5	0,61

Keterangan :

- > P : Tekanan (mmHg); T : Temperatur (°C); Klb : Kelembaban (%); Kecepatan angin (m/menit); Kadar (ppb)
- > Lokasi : I. Laboratorium pengecoran logam; II. Rumah Lurah Tegalrejo; III. Koperasi Batur Jaya; IV. Rumah Lurah Ngawonggo; V. Bahama; VI. Kecamatan Delanggu; VII. Jeblogan; VIII. Ndoyo; IX. Desa Ceper.

Meskipun nilai ambang batas kadar Fe dalam udara ambien belum secara tegas diatur didalam peraturan perundang-undangan yang saat ini berlaku, baik dalam aturan Undang-undang, Peraturan Pemerintah maupun Peraturan/Keputusan Menteri, tetapi hasil ini perlu disikapi sebagai bentuk kewaspadaan meningkatnya kadar Fe udara ambien pada lokasi industri pengecoran logam. Kewaspadaan ini diperlukan mengingat pencemaran Fe sangat berpotensi menimbulkan fibrosis paru, dan dapat menimbulkan iritasi mukosa.⁽⁷⁾



Gambar 2. Hubungan Karakteristik Perubahan Kadar Debu dan Logam Fe di dalam Udara Ambien Industri Pengecoran Logam Ceper.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dikemukakan diatas, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Konsentrasi debu logam Fe cukup signifikan dengan kandungan debu TSP, walaupun demikian data ini masih harus ditambah dengan data yang kontinyu karena data yang ada hanya merupakan data yang real time, sehingga perlu kajian lagi untuk mendapatkan penanggulangan yang lebih akurat.
2. Tingginya konsentrasi debu logam ini kemungkinan disebabkan oleh kegiatan industri logam yang terbuka, hal ini dapat ditanggulangi dengan perbaikan sistim

pengolahan maupun penambahan sarana penyedot debu seperti exhaust fan dan bag filter yang menjadi satu kesatuan dengan lay out pabrik atau industri.

DAFTAR PUSTAKA

1. Parker, 1981, Air Pollution, John Willey & Sons, New York
2. Teguh Prayudi; 1992, *Pencemaran Udara Potensi dan Penanggulangannya*, laporan intern BPPT,
3. Teguh Prayudi, 1990, *Karakteristik dan Teknologi Penanganan Limbah Udara*, Seminar Penanganan Limbah Cair dan Udara, Setio Harto, Jakarta
4. PP Nomor 41 Tahun 1999
5. WHO, 1987, Regional Office for Europe, Copenhagen : Air Quality Guidelines for Europe, WHO regional Publication, European Series no 23,
6. Sudarmo,R.P (Trans), 1992. *Analisa dan Tafsir Data Monitoring Udara*, terjemahan dari buku WHO no 51 tahun 1980 Kantor Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup.
7. Ir. Philip Kristanto, *Ekologi Industri*, 2002, ANDI Yogyakarta),
8. Teguh Prayudi dan Joko Prayitno Susanto, *Kualitas Debu Dalam Udara Sebagai Dampak Industri Pengecoran Logam Ceper*, JTL, Vol. 2, Nomor 2, hal 168-174
9. Pengaruh Buangan Industri Terhadap Kesehatan,