

PENGOLAHAN LIMBAH GAS

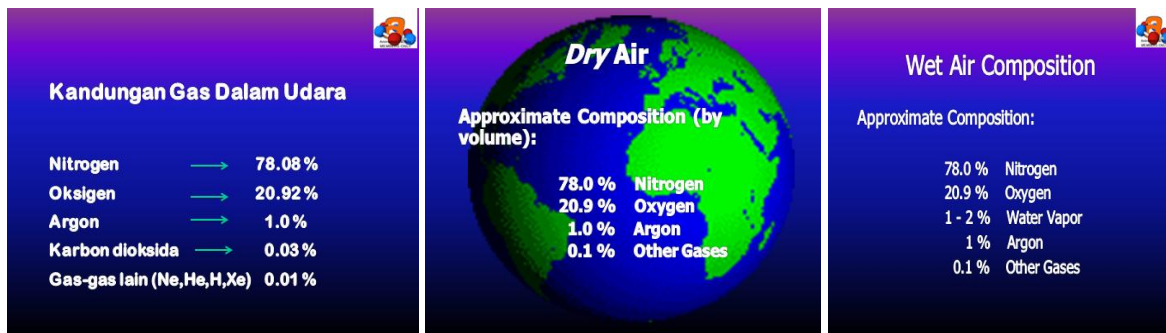
Ir.Latar Muhammad Arief, MSc

Dosen FKM, Peminatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Univ Esa Unggul

I. PENDAHULUAN

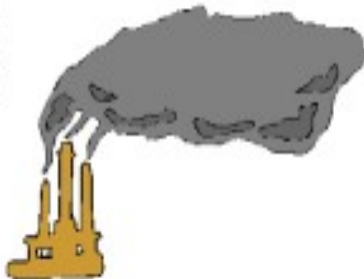
1.1. Kandungan Gas di udara

Kandungan gas di udara terdiri dari , Nitrogen, oksigen, argon, karbon dioksida, gas-gas lain (Ne, He, H, Xe).



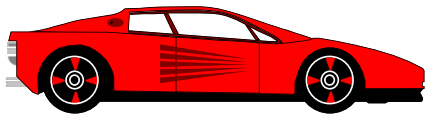
1.2. Pengertian

Pengertian dari pencemaran udara itu sendiri ialah peristiwa pemasukan dan/atau penambahan senyawa, bahan, atau energi ke dalam lingkungan udara akibat kegiatan alam dan manusia sehingga temperatur dan karakteristik udara tidak sesuai lagi untuk tujuan pemanfaatan yang paling baik. Atau dengan singkat dapat dikatakan bahwa nilai lingkungan udara tersebut telah menurun.



Di Amerika Serikat, industri memberikan bagian yang relatif kecil pada pencemaran atmosferik jika dibandingkan dengan pengangkutan. Namun, karena kegiatan industri merupakan aktivitas yang mudah diamati dan merupakan golongan sumber pencemaran titik (point source of pollution), masyarakat pada umumnya lebih menganggap industri sebagai sumber utama polutan yang menyebabkan udara tercemar. Belum lagi dengan limbah padat dan limbah cair industri yang

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS



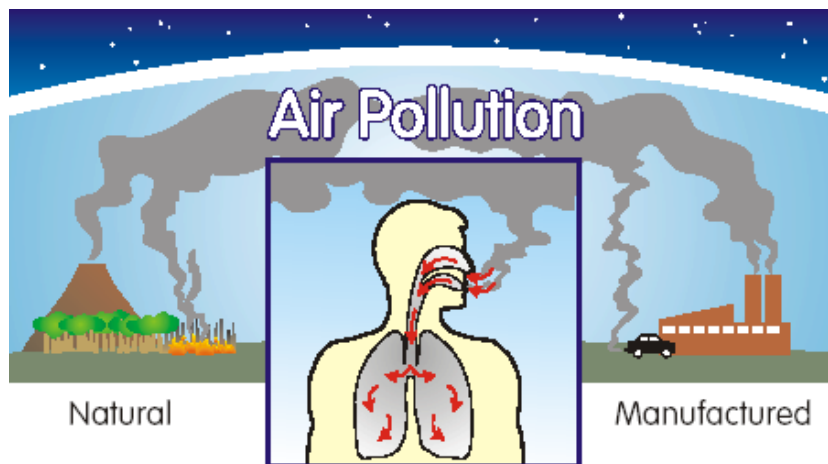
semakin memperparah imagenegatif industri di masyarakat.

Suatu penelitian dari Ross[1972] menyatakan bahwa pengangkutan merupakan sumber yang memberikan iuran terbesar dalam emisi pencemar per tahun dan hal ini terus meningkat karena adanya penambahan kendaraan dalam lalu lintas di jalan raya pada lima tahun terakhir

II. PENCEMARAN UDARA AMBIEN

2.1. Proses Pencemaran Udara

Semua spesies kimia yang dimasukkan atau masuk ke atmosfer yang “bersih” disebut kontaminan. Kontaminan pada konsentrasi yang cukup tinggi dapat mengakibatkan efek negatif terhadap penerima (receptor), bila ini terjadi, kontaminan disebut cemaran (pollutant).



Cemaran udara diklasifikasikan menjadi 2 kategori menurut cara cemaran masuk atau dimasukkan ke atmosfer yaitu: cemaran primer dan cemaran sekunder.

- ✓ Cemaran primer adalah cemaran yang diemisikan secara langsung dari sumber cemaran.
- ✓ Cemaran sekunder adalah cemaran yang terbentuk oleh proses kimia di atmosfer.

Sumber cemaran dari aktivitas manusia (antropogenik) adalah setiap kendaraan bermotor, fasilitas, pabrik, instalasi atau aktivitas yang mengemisikan cemaran udara primer ke atmosfer.

Ada 2 kategori sumber antropogenik yaitu:

- ✓ sumber tetap (stationery source) seperti: pembangkit energi listrik dengan bakar fosil, pabrik, rumah tangga, jasa, dan lain-lain dan

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS

- ✓ sumber bergerak (mobile source) seperti: truk, bus, pesawat terbang, dan kereta api.

Lima cemaran primer yang secara total memberikan sumbangan lebih dari 90% pencemaran udara global adalah:

- Karbon monoksida (CO),
- Nitrogen oksida (Nox),
- Hidrokarbon (HC),
- Sulfur oksida (SOx)
- Partikulat.

Selain cemaran primer terdapat cemaran sekunder yaitu cemaran yang memberikan dampak sekunder terhadap komponen lingkungan ataupun cemaran yang dihasilkan akibat transformasi cemaran primer menjadi bentuk cemaran yang berbeda. Ada beberapa cemaran sekunder yang dapat mengakibatkan dampak penting baik lokal, regional maupun global yaitu:

- CO₂ (karbon monoksida),
- Cemaran asbut (asap kabut) atau smog (smoke fog),
- Hujan asam,
- CFC (Chloro-Fluoro-Carbon/Freon),
- CH₄ (metana).

Sebagai pencemar udara terutama apabila konsentrasi gas tersebut melebihi tingkat konsentrasi normal dan dapat berasal dari sumber alami (seperti gunung api) serta juga gas yang berasal dari kegiatan manusia (anthropogenic sources). Senyawa pencemar udara itu sendiri digolongkan menjadi (a) senyawa pencemar primer, dan (b) senyawa pencemar sekunder.

Senyawa pencemar primer adalah senyawa pencemar yang langsung dibebaskan dari sumber sedangkan senyawa pencemar sekunder ialah senyawa pencemar yang baru terbentuk akibat antar-aksi dua atau lebih senyawa primer selama berada di atmosfer.

Dari sekian banyak senyawa pencemar yang ada, lima senyawa yang paling sering dikaitkan dengan pencemaran udara ialah: karbonmonoksida (CO), oksida nitrogen (NOx), oksida sulfur (SOx), hidrokarbon (HC), dan partikulat (debu).

Pencemaran udara yang disebabkan oleh aktivitas manusia dapat ditimbulkan dari 6 (enam) sumber utama, yaitu:

1. pengangkutan dan transportasi
2. kegiatan rumah tangga
3. pembangkitan daya yang menggunakan bahan bakar fosil
4. pembakaran sampah
5. pembakaran sisa pertanian dan kebakaran hutan
6. pembakaran bahan bakar dan emisi proses

Pada waktu proses pengolahan, gas juga timbul sebagai akibat reaksi kimia maupun fisika. Sebagian besar gas maupun partikel terjadi pada ruang pembakaran, sebagai sisa yang tidak dapat dihindarkan dan karenanya harus dilepaskan melalui cerobong asap. Banyak jenis gas dan partikel gas lepas dari pabrik melalui cerobong asap

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS

ataupun penangkap debu harus ditekan sekecil mungkin dalam upaya mencegah kerusakan lingkungan.

Pada umumnya limbah gas dari pabrik bersumber dari penggunaan bahan baku, proses, dan hasil serta sisa pembakaran. Pada saat pengolahan pendahuluan, limbah gas maupun partikel timbul karena perlakuan bahan-bahan sebelum diproses lanjut. Limbah yang terjadi disebabkan berbagai hal antara lain; karena reaksi kimia, kebocoran gas, hancuran bahan-bahan dan lain-lain

Jenis industri yang menjadi sumber pencemaran melalui udara di antaranya:

- ✚ industri besi dan baja
- ✚ industri semen
- ✚ industri kendaraan bermotor
- ✚ industri pupuk
- ✚ industri aluminium
- ✚ industri pembangkit tenaga listrik
- ✚ industri kertas
- ✚ industri kilang minyak
- ✚ industri pertambangan

Jenis industri semacam ini akumulasinya di udara dipengaruhi arah angin, tetapi karena sumbernya bersifat stationer maka lingkungan sekitar menerima resiko yang sangat tinggi dampak pencemaran.

Berdasarkan ini maka konsentrasi bahan pencemar dalam udara perlu ditetapkan sehingga tidak menimbulkan gangguan terhadap manusia dan makhluk lain sekitarnya. Jenis industri yang menghasilkan partikel dan gas adalah sebagai tertera dalam tabel - .1.

Tabel- .1. Jenis industri dan limbahnya

No	Jenis Industri	Jenis Limbah
1.	Industri pupuk	Uap asam, NH ₃ , bau, partikel
2.	Pabrik pangan (ikan, daging, minyak makan, bagase, bir	Hidrokarbon, bau, partikel, CO, H ₂ S dan uap asam.
3.	Industri pertambangan (mineral) semen, aspal, kapur, batu bara, karbida, serat gelas.	NO _x , SO _x , CO, HK, bau, partikel.
4.	Industri metalurgi (tembaga, baja-seng, timah hitam, aluminium)	No _x , SO, CO, HK, H ₂ S, chlor, bau dan partikel.
5.	Industri kimia (sulfat, serat rayon PVC, amonia, cat dan lain- lain	HK, CO, NH ₃ , bau dan partikel.
6.	Industri <i>pulp</i> .	SO _x CO, NH ₃ , H ₂ S, bau.

Jenis gas yang bersifat racun antara lain SO₂, CO, NO, timah hitam, amoniak, asam sulfida dan hidrokarbon. Pencemaran yang terjadi dalam udara dapat merupakan reaksi antara dua atau lebih zat pencemar. Misalnya reaksi fotokimia, yaitu reaksi yang terjadi karena bantuan sinar ultra violet dari sinar matahari.⁵⁸⁹

Kemudian reaksi oksidasi gas dengan partikel logam dengan udara sebagai katalisator.

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS

Konsentrasi bahan pencemar dalam udara dipengaruhi berbagai macam faktor antara lain:

- volume bahan pencemar,
- sifat bahan,
- kondisi iklim dan cuaca,
- topografi.

2.2. Kualitas Udara Ambien

Kualitas udara ambien merupakan tahap awal untuk memahami dampak negatif cemaran udara terhadap lingkungan.

Kualitas udara ambien ditentukan oleh:

- (1) kuantitas emisi cemaran dari sumber cemaran;
- (2) proses transportasi, konversi dan penghilangan cemaran di atmosfer.

Kualitas udara ambien akan menentukan dampak negatif cemaran udara terhadap kesehatan masyarakat dan kesejahteraan masyarakat (tumbuhan, hewan, material dan lain-lainnya)

Informasi mengenai efek pencemaran udara terhadap kesehatan berasal dari data pemaparan pada binatang, kajian epidemiologi, dan pada kasus yang terbatas kajian pemaparan pada manusia.


Penelitian secara terus menerus dilakukan dengan tujuan:

- (1) Menetapkan secara lebih baik konsentrasi dimana efek negatif dapat dideteksi,
- (2) Menentukan korelasi antara respon manusia dan hewan terhadap cemaran,
- (3) Mendapatkan informasi epidemiologi lebih banyak, dan
- (4) Menjembatani gap informasi dan mengurangi ketidakpastian baku mutu yang sekarang diberlakukan.

Pada umumnya jenis pencemar melalui udara terdiri dari bermacam-macam senyawa kimia baik berupa limbah maupun bahan beracun dan berbahaya yang tersimpan dalam pabrik.

Limbah gas, asap dan debu melalui udara adalah:

1. Debu : Berupa padatan halus
2. Karbonmonoksida : Gas tidak berwarna dan tidak berbau
3. Karbon dioksida : Gas, tidak berwarna, tidak berbau
4. Oksida nitrogen : Gas, berwarna dan berbau
5. Asap : Campuran gas dan partikel berwarna hitam: CO₂ dan SO₂
6. Belerang dioksida : Tidak berwarna dan herbau tajam
7. Soda api : Kristal
8. Asam klorida : Berupa larutan dan uap
9. Asam sulfat : Cairan kental
10. Amoniak : Gas tidak berwarna, berbau
11. Timah hitam : Gas tidak berwarna
12. Nitro karbon : Gas tidak berwarna
13. Hidrogen fluorida : Gas tidak berwarna
14. Nitrogen sulfida : Gas, berbau
15. Chlor : Gas, larutan dan berbau
16. Merkuri : Tidak berwarna, larutan



Continuous Emissions Monitors

- Only generally used for sulfur oxides (SO_x), nitrogen oxides (NO_x), oxygen (O₂), carbon monoxide (CO) and opacity (indirectly monitoring particulate matter)
- Technology now exists to continuously monitor:

<p>Ammonia (NH₃)</p> <p>Carbon Dioxide (CO₂)</p> <p>Hydrogen Sulfide (H₂S)</p> <p>Acid Gases:</p> <ul style="list-style-type: none"> Sulfuric Acid (H₂SO₄) Hydrofluoric Acid (HF) Hydrochloric Acid (HCl) <p>Products of Incomplete Combustion (PICs):</p> <ul style="list-style-type: none"> Dioxins & Furans Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) Volatile Organic Compounds (VOCs) 	<p>Metals:</p> <ul style="list-style-type: none"> Antimony (Sb) Arsenic (As) Barium (Ba) Cadmium (Cd) Chromium (Cr) Lead (Pb) Manganese (Mn) Mercury (Hg) Silver (Ag) Nickel (Ni) Zinc (Zn) ...and more
--	--

2.3. Baku Mutu Udara Ambien

Baku mutu kualitas udara lingkungan/ambien ditetapkan untuk cemaran yaitu: O₃ (ozon), CO (karbon monoksida), NO_x (nitrogen oksida), SO₂ (sulfur oksida), hidrokarbon non-metana, dan partikulat. Baku mutu primer ditetapkan untuk melindungi pada batas keamanan yang mencukupi (adequate margin safety) kesehatan masyarakat dimana secara umum ditetapkan untuk melindungi sebagian masyarakat (15- 20%) yang rentan terhadap pencemaran udara.

Baku mutu sekunder ditetapkan untuk melindungi kesejahteraan masyarakat (material, tumbuhan, hewan) dari setiap efek negatif pencemaran udara yang telah diketahui atau yang dapat diantisipasi.

Baku Mutu Kualitas Udara Nasional (Tabel -1).

Tabel .1. Baku Mutu Kualitas Udara

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS

BAKU MUTU UDARA AMBIEN NASIONAL

No.	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Metode Analisis	Peralatan	
1	SO ₂ (Sulfur Dioksida)	1 Jam	900 ug/Nm ³	Pararosanilin	Spektrofotometer	
		24 Jam	365 ug/Nm ³			
		1 Thn	60 ug/Nm ³			
2	CO (Karbon Monoksida)	1 Jam	30.000 ug/Nm ³	NDIR	NDIR Analyzer	
		24 Jam	10.000 ug/Nm ³			
		1 Thn	-			
3	NO ₂ (Nitrogen Dioksida)	1 Jam	400 ug/Nm ³	Saltzman	Spektrofotometer	
		24 Jam	150 ug/Nm ³			
		1 Thn	100 ug/Nm ³			
4	O ₃ (Oksidan)	1 Jam	235 ug/Nm ³	Chemiluminescent	Spektrofotometer	
		1 Thn	50 ug/Nm ³			
5	HC (Hidro Karbon)	3 Jam	160 ug/Nm ³	Flame Ionization	Gas Chromatogarfi	
6	PM ₁₀ (Partikel < 10 um)	24 Jam	150 ug/Nm ³	Gravimetric	Hi - Vol	
		24 Jam	65 ug/Nm ³			
7	TSP (Debu)	24 Jam	230 ug/Nm ³	Gravimetric	Hi - Vol	
		1 Thn	90 ug/Nm ³			
8	Pb (Timah Hitam)	24 Jam	2 ug/Nm ³	Gravimetric	Hi - Vol	
		1 Thn	1 ug/Nm ³			
9.	Dustfall (Debu Jatuh)	30 hari		Pengabuan	AAS	
10	Total Fluorides (as F)	24 Jam	3 ug/Nm ³	Spesific Ion Electrode	Impinger atau Countinuous Analyzer	
		90 hari	0,5 ug/Nm ³			
11.	Fluor Indeks	30 hari	40 u g/100 cm ² dari kertas limed filter	Colourimetric	Limed Filter Paper	
12.	Khlorine & Khlorine Dioksida	24 Jam	150 ug/Nm ³	Spesific Ion Electrode	Impinger atau Countinuous Analyzer	
13.	Sulphat Indeks	30 hari	1 mg SO ₃ /100 cm ³ Dari Lead Peroksida	Colourimetric	Lead Peroxida Candle	

Catatan :
 Nomor 10 s/d 13 Hanya di berlakukan untuk daerah/kawasan Industri Kimia Dasar
 Contoh : - Industri Petro Kimia
 - Industri Pembuatan Asam Sulfat.

Berdasarkan baku mutu kualitas udara ambien ditentukan baku mutu emisi berdasarkan antisipasi bahwa dengan emisi cemaran dibawah baku mutu dan adanya proses transportasi, konversi, dan penghilangan cemaran maka kualitas udara ambien tidak akan melampaui baku mutunya..

III. Limbah Gas dan Partikel

Udara adalah media pencemar untuk limbah gas. Limbah gas atau asap yang diproduksi pabrik keluar bersamaan dengan udara. Secara alamiah udara mengandung unsur kimia seperti O₂, N₂, NO₂, CO₂, H₂ dan lain-lain. Penambahan gas ke dalam udara melampaui kandungan alami akibat kegiatan manusia akan menurunkan kualitas udara. Zat pencemar melalui udara diklasifikasikan menjadi dua bagian yaitu partikel dan gas. Partikel adalah butiran halus dan masih mungkin terlihat dengan mata telanjang seperti uap air, debu, asap, kabut dan fume.

Sedangkan pencemaran berbentuk gas hanya dapat dirasakan melalui penciuman (untuk gas tertentu) ataupun akibat langsung. Gas-gas ini antara lain SO₂, NO_x, CO, CO₂, hidrokarbon dan lain-lain.

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS

Untuk beberapa bahan tertentu zat pencemar ini berbentuk padat dan cair. Karena suatu kondisi temperatur ataupun tekanan tertentu bahan padat/cair itu dapat berubah menjadi gas. Baik partikel maupun gas membawa akibat terutama bagi kesehatan, manusia seperti debu batubara, asbes, semen, belerang, asap pembakaran, uap air, gas sulfida, uap amoniak, dan lain-lain.

Pencemaran yang ditimbulkannya tergantung pada jenis limbah, volume yang lepas di udara bebas dan lamanya berada dalam udara. Jangkauan pencemaran melalui udara dapat berakibat luas karena faktor cuaca dan iklim turut mempengaruhi. Pada malam hari zat yang berada dalam udara turun kembali ke bumi bersamaan dengan embun. Adanya partikel kecil secara terus menerus jatuh di atap rumah, di permukaan daun pada pagi hari menunjukkan udara mengandung partikel. Kadang-kadang terjadi hujan masam.

Arah angin mempengaruhi daerah pencemaran karena sifat gas dan partikel yang ringan mudah terbawa. Kenaikan konsentrasi partikel dan gas dalam udara di beberapa kota besar dan daerah industri banyak menimbulkan pengaruh, misalnya gangguan jarak pandang oleh asap kendaraan bermotor, gangguan pernafasan dan timbulnya beberapa jenis penyakit tertentu

3.1. Unsur-unsur Pencemar Udara

1. Karbon monoksida (CO)

Pencemaran karbon monoksida berasal dari sumber alami seperti: kebakaran hutan, oksidasi dari terpene yang diemisikan hutan ke atmosfer, produksi CO oleh vegetasi dan kehidupan di laut. Sumber CO lainnya berasal dari sumber antropogenik yaitu hasil pembakaran bahan bakar fosil yang memberikan sumbangan 78,5% dari emisi total. Pencemaran dari sumber antropogenik 55,3% berasal dari pembakaran bensin pada otomotif.

2. Karbondioksida (CO₂)

Emisi cemaran CO₂ berasal dari pembakaran bahan bakar dan sumber alami. Sumber cemaran antropogenik utama adalah pembakaran batubara 52%, gas alam 8,5%, dan kebakaran hutan 2,8%

3. Oksida Nitrogen

Oksida nitrogen lazim dikenal dengan NO. bersumber dari instalasi pembakaran pabrik dan minyak bumi. Dalam udara, NO dioksidasi menjadi NO₂ dan bila bereaksi dengan hidrokarbon yang terdapat dalam udara akan membentuk asap. NO₂ akan berpengaruh terhadap tanam-tanaman dan sekaligus menghambat pertumbuhan.

Pabrik yang menghasilkan NO di antaranya adalah pabrik pulp dan rayon, aluminium, turbin gas, nitrat, bahan peledak, semen, gelas, batubara, timah hitam, song dan peleburan magnesium.

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS

Cemaran nitrogen oksida yang penting berasal dari sumber antropogenik yaitu: NO dan NO₂. Sumbangan sumber antropogenik terhadap emisi total ± 10,6%.

4 Sulfur oksida (SOX)

Senyawa sulfur di atmosfer terdiri dari H₂S, merkaptan, SO₂, SO₃, H₂SO₄, garam-garam sulfit, garam-garam sulfat, dan aerosol sulfur organik. Dari cemaran tersebut yang paling penting adalah SO₂ yang memberikan sumbangan ± 50% dari emisi total. Cemaran garam sulfat dan sulfit dalam bentuk aerosol yang berasal dari percikan air laut memberikan sumbangan 15% dari emisi total.

5. Sulfurdioksida

Gas SO₂ dapat merusak tanaman, sehingga daunnya menjadi kuning kecoklatan atau merah kecoklatan dan berbintik-bintik. Gas ini juga menyebabkan hujan asam, korosi pada permukaan logam dan merusak bahan nilon dan lain-lain.

Gas SO₂ menyebabkan terjadinya kabut dan mengganggu reaksi foto sintesa pada permukaan daun. Dengan air, gas SO₂ membentuk asam sulfat dan dalam udara tidak stabil. Sumber gas SO₂ adalah pabrik belerang, pengecoran biji logam, pabrik asam sulfat, pabrik semen, peleburan tembaga, timah hitam dan lain-lain. Dalam konsentrasi melebihi nilai ambang batas dapat mematikan.

6. Amonia

Amonia adalah senyawa kimia dengan rumus NH₃. Biasanya senyawa ini didapati berupa gas dengan bau tajam yang khas (disebutbau amonia). Walaupun amonia memiliki sumbangan penting bagi keberadaan nutrisi di bumi, amonia sendiri adalah senyawakaustik dan dapat merusak kesehatan. Administrasi Keselamatan dan Kesehatan Pekerjaan Amerika Serikat memberikan batas 15 menit bagi kontak dengan amonia dalam gas berkonsentrasi 35 ppm volum, atau 8 jam untuk 25 ppm volum.

Kontak dengan gas amonia berkonsentrasi tinggi dapat menyebabkan kerusakan paru-paru dan bahkan kematian. Sekalipun amonia di AS diatur sebagai gas tak mudah terbakar, amonia masih digolongkan sebagai bahan beracun jika terhirup. Amonia yang digunakan secara komersial dinamakan amonia anhidrat. Istilah ini menunjukkan tidak adanya air pada bahan tersebut. Karena amonia mendidih di suhu - 33 ° C, cairan amonia harus disimpan dalam tekanan tinggi atau temperatur amat rendah. Walaupun begitu, kalor penguapannya amat tinggi sehingga dapat ditangani dengan tabung reaksi biasa di dalam sungkup asap. "Amonia rumah" atau amonium hidroksida adalah larutan NH₃ dalam air. Konsentrasi larutan tersebut diukur dalam satuan baumé. Produk larutan komersial amonia berkonsentrasi tinggi biasanya memiliki konsentrasi 26 derajat baumé (sekitar 30 persen berat amonia pada 15.5 ° C). Amonia yang berada di rumah biasanya memiliki konsentrasi 5 hingga 10 persen berat amonia.

Amonia umumnya bersifat basa (pK_b= 4.75), namun dapat juga bertindak sebagai asam yang amat lemah (pK_a= 9.25).

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS

7 Hidrokarbon (HC)

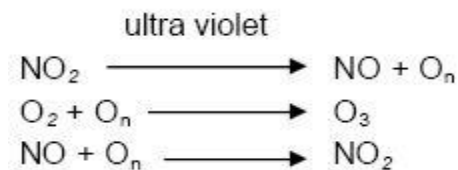
Cemaran hidrokarbon yang paling penting adalah CH_4 (metana) + 860/ dari emisi total hidrokarbon, dimana yang berasal dari sawah 11%, dari rawa 34%, hutan tropis 36%, pertambangan dan lain-lain 5%. Cemaran hidrokarbon lain yang cukup penting adalah emisi terpene (α -pinene p-pinene, myrcene, d-limonene) dari tumbuhan $\pm 9,2$ % emisi hidrokarbon total. Sumbangan emisi hidrokarbon dari sumber antropogenik 5% lebih kecil daripada yang berasal dari pembakaran bensin 1,8%, dari insineratc dan penguapan solvent 1,9%.

8. Metana (CH_4)

Metana merupakan cemaran gas yang bersama-sama dengan CO_2 , CFC, dan N_2O menyebabkan efek rumah kaca sehingga menyebabkan pemanasan global. Sumber cemaran CH_4 adalah sawah (11%), rawa (34%), hutan tropis (36%), pertambangan dll (5%). Efek rumah kaca dapat dipahami dari Gambar 30. Sinar matahari yang masuk ke atmosfer sekitar 51% diserap oleh permukaan bumi dan sebagian disebarkan serta dipantulkan dalam bentuk radiasi panjang gelombang pendek (30%) dan sebagian dalam bentuk radiasi inframerah (70%). Radiasi inframerah yang dipancarkan oleh permukaan bumi tertahan oleh awan. Gas-gas CH_4 , CFC, N_2O , CO_2 yang berada di atmosfer mengakibatkan radiasi inframerah yang tertahan akan meningkat yang pada gilirannya akan mengakibatkan pemanasan global.

9. Ozon

Ozon dengan rumus molekul O_3 disebut oksidan merupakan reaksi foto kimiawi antara NO_2 dengan hidrokarbon karena pengaruh ultra violet sinar matahari. Sifat ozon merusak daun tumbuh-tumbuhan, tekstil dan melunturkan warna. Reaksi pembentukan ozon sebagai berikut:



Peroksil asetil nitrat merupakan reaksi NO_2 dalam fotosintesis merusakkan tanaman.

10. Fluorida

Fluorida adalah racun bersifat kumulatif dan dapat berkembang d atmosfer karena amat reaktif. Dalam bentuk fluorine, zat ini tidak dihisap tanah tapi langsung masuk ke dalam daun-daun menyebabkan daun berwarna kuningkecoklatan. Binatang yang memakan daun tersebut bisa menderita penyakit gigi rontok. Pabrik yang menjadi sumber fluor antara lain pabrik pengecoran aluminium pabrik pupuk, pembakaran batubara, pengecoran baja dan lainnya

11. Partikulat

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS

Cemaran partikulat meliputi partikel dari ukuran molekul s/d $> 10 \mu\text{m}$.

Partikel dengan ukuran $> 10 \mu\text{m}$ akan diendapkan secara gravitasi dari atmosfer, dan ukuran yang lebih kecil dari $0,1 \mu\text{m}$ pada umumnya tidak menyebabkan masalah lingkungan. Oleh karena itu cemaran partikulat yang penting adalah dengan kisaran ukuran $0,1 - 10 \mu\text{m}$.

Sumber utama partikulat adalah pembakaran bahan bakar $\pm 13\% - 59\%$ dan insinerasi. Partikel merupakan zat dispersi terdapat dalam atmosfer, berbagai larutan, mempunyai sifat fisis dan kimia.

Partikel dalam udara terdiri dari:

- ✚ Asap, merupakan hasil dari suatu pembakaran.
- ✚ Debu, partikel kecil dengan diameter 1 mikron.
- ✚ Kabut, partikel cairan dengan garis tengah tertentu.
- ✚ Aerosol, merupakan inti dari kondensasi uap.
- ✚ Fume, merupakan hasil penguapan.

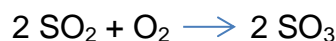
12. Asap kabut fotokimia

Asap kabut merupakan cemaran hasil reaksi fotokimia antara O_3 , hidrokarbon dan NO_x membentuk senyawa baru aldehida (RHCO) dan Peroxy Acil Nitrat (PAN) (RCNO_5).

13. Hujan asam

Dua gas yang dihasilkan dari pembakaran mesin kendaraan serta pembangkit listrik tenaga diesel dan batubara yang utama adalah sulfur dioksida (SO_2) dan nitrogen dioksida (NO_2).

Gas yang dihasilkan tersebut bereaksi di udara membentuk asam yang jatuh ke bumi bersama dengan hujan dan salju. Misalnya, sulfur dioksida berreaksi dengan oksigen membentuk sulfur trioksida.



Sulfur trioksida kemudian bereaksi dengan uap air membentuk asam sulfat.



Uap air yang telah mengandung asam ini menjadi bagian dari awan yang akhirnya turun ke bumi sebagai hujan asam atau salju asam.

Hujan asam dapat mengakibatkan kerusakan hutan, tanaman pertanian, dan perkebunan. Hujan asam juga akan mengakibatkan berkaratnya benda-benda yang terbuat dari logam, misalnya jembatan dan rel kereta api, serta rusaknya berbagai bangunan.

Selain itu, hujan asam akan menyebabkan penurunan pH tanah, sungai, dan danau, sehingga mempengaruhi kehidupan organisme tanah, air, serta kesehatan manusia.

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS

Bila konsentrasi cemaran NO_x dan SO_x di atmosfer tinggi, maka akan diubah menjadi HNO_3 dan H_2SO_4 .

Adanya hidrokarbon, NO_2 , oksida logam Mn (II), Fe (II), Ni (II), dan Cu (II) mempercepat reaksi SO_2 menjadi H_2SO_4 . HNO_3 dan H_2SO_4 bersama-sama dengan HCl dari emisi HCl menyebabkan derajat keasaman (pH) hujan menjadi rendah < 5,7. pada umumnya kisaran pH hujan asam 4 – 5,5



3.2. Emisi Gas Buang

Emisi gas buang adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar didalam mesin pembakaran dalam, mesin pembakaran luar, mesin jet yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin.

1. Komposisi gas buang

Sisa hasil pembakaran berupa air (H_2O), gas CO atau disebut juga karbon monoksida yang beracun, CO_2 atau disebut juga karbon dioksida yang merupakan gas rumah kaca, NO_x senyawa nitrogen oksida, HC berupa senyawa Hidrat arang sebagai akibat ketidak sempurnaan proses pembakaran serta partikel lepas.

2. Faktor emisi

Apabila sejumlah tertentu bahan bakar dibakar, maka akan keluar sejumlah tertentu gas hasil pembakarannya. Sebagai contoh misalnya batu bara yang umumnya ditulis dalam rumus kimianya sebagai C (karbon), jika dibakar sempurna dengan O_2 (oksigen) akan dihasilkan CO_2 (karbon dioksida). Namun pada kenyataannya tidaklah demikian.

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS

Ternyata untuk setiap batubara yang dibakar dihasilkan pula produk lain selain CO₂, yaitu CO (karbon monoksida), HCHO (aldehid), CH₄ (metana), NO₂ (nitrogen dioksida), SO₂ (sulfur dioksida) maupun Abu.

Produk hasil pembakaran selain CO₂ tersebut, umumnya disebut sebagai polutan (zat pencemar).

Faktor emisi disini didefinisikan sebagai sejumlah berat tertentu polutan yang dihasilkan oleh terbakarnya sejumlah bahan bakar selama kurun waktu tertentu. Dari definisi ini dapat diketahui bahwa jika faktor emisi sesuatu polutan diketahui, maka banyaknya polutan yang lolos dari proses pembakarannya dapat diketahui jumlahnya persatuan waktu.

3. Sebaran polutan

Polutan yang diemisikan dari sistem akan tersebar ke atmosfer.

Konsentrasi polutan di udara sebagai hasil sebaran polutan dari sumber emisi dapat diperkirakan dengan berbagai pendekatan, diantaranya adalah dengan model kotak hitam (black box model), model distribusi normal Gaussian (Gaussian Model), dan model lainnya.

4. Plume rise (kenaikan keputan asap)

Gerakan ke atas dari keputan gas dari ketinggian cerobong (stack), hingga asap mengalir secara horisontal dikenal sebagai "plume rise" atau kenaikan keputan asap. Kenaikan ini disebabkan adanya momentum akibat kecepatan vertikal gas maupun perbedaan suhu "flue gas" dengan udara ambien. Karena adanya plume rise ini, tinggi stack secara fisik tidak dapat digunakan pada persamaan Gauss.

Sebagai gantinya, tinggi stack perlu ditambah dengan tinggi kenaikan keputan asap sehingga dikenal adanya tinggi stack efektif.

IV. DAMPAK KESEHATAN

Korelasi Antara Pencemaran Udara dan Kesehatan

Pencemaran udara dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada manusia melalui berbagai cara, antara lain dengan merangsang timbulnya atau sebagai faktor pencetus sejumlah penyakit. Kelompok yang terkena terutama bayi, orang tua dan golongan berpenghasilan rendah yang biasanya tinggal di kota-kota besar dengan kondisi perumahan dan lingkungan yang buruk.

Menelaah korelasi antara pencemaran udara dan kesehatan, cukup sulit. Hal ini karena:

1. Jumlah dan jenis zat pencemar yang bermacam-macam.
2. Kesulitan dalam mendeteksi zat pencemar yang dapat menimbulkan bahaya pada konsentrasi yang sangat rendah.
3. Interaksi sinergistik di antara zat-zat pencemar.
4. Kesulitan dalam mengisolasi faktor tunggal yang menjadi penyebab, karena manusia terpapar terhadap sejumlah banyak zat-zat pencemar yang berbahaya untuk jangka waktu yang sudah cukup lama.
5. Catatan penyakit dan kematian yang tidak lengkap dan kurang dapat dipercaya.

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS

6. Penyebab jamak dan masa inkubasi yang lama dari penyakitpenyakit (misalnya: emphysema, bronchitis kronik, kanker, penyakit jantung).
7. Masalah dalam ekstrapolasi hasil percobaan laboratorium binatang ke manusia.

Terdapat korelasi yang kuat antara pencemaran udara dengan penyakit bronchitis kronik (menahun). Walaupun merokok hampir selalu menjadi urutan tertinggi sebagai penyebab dari penyakit pernafasan menahun akan tetapi sulfur oksida, asam sulfur, partikulat, dan nitrogen dioksida telah menunjukkan sebagai penyebab dan pencetusnya asthma brochiale, bronchitis menahun dan emphysema paru.

Hasil-hasil penelitian di Amerika Serikat sekitar tahun 70-an menunjukkan bahwa bronchitis kronik menyerang 1 di antara 5 orang laki-laki Amerika umur antara 40-60 tahun dan keadaan ini berhubungan dengan merokok dan tinggal di daerah perkotaan yang udaranya tercemar.

Hubungan yang sebenarnya antara pencemaran udara dan kesehatan ataupun timbulnya penyakit yang disebabkan sebetulnya masih belum dapat diterangkan dengan jelas betul dan merupakan problema yang sangat komplek. Banyak faktor-faktor lain yang ikut menentukan hubungan sebab akibat ini. Namun dari data statistik dan epidemiologik hubungan ini dapat dilihat dengan nyata.

Pada umumnya data morbiditas dapat dianggap lebih penting dan berguna daripada data mengenai mortalitas. Apalagi penemuan-penemuan kelainan fisiologik pada kehidupan manusia yang terjadi lebih dini sebelum tanda-tanda penyakit dapat dilihat atau pun dirasa, sebagai akibat dari pencemaran udara, jelas lebih penting lagi artinya. Tindakan pencegahan mestinya telah perlu dilaksanakan pada tingkat yang sedini mungkin.

WHO Inter Regional Symposium on Criteria for Air Quality and Method of Measurement telah menetapkan beberapa tingkat konsentrasi pencemaran udara dalam hubungan dengan akibatnya terhadap kesehatan/ lingkungan sebagai berikut:

Tingkat I :

Konsentrasi dan waktu expose di mana tidak ditemui akibat apa-apa, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Tingkat II :

Konsentrasi di mana mungkin dapat ditemui iritasi pada panca indera, akibat berbahaya pada tumbuh-tumbuhan, pembatasan penglihatan atau akibat-akibat lain yang merugikan pada lingkungan (adverse level).

Tingkat III :

Konsentrasi di mana mungkin timbul hambatan pada fungsi-fungsi faali yang vital serta perubahan yang mungkin dapat menimbulkan penyakit menahun atau pemendekan umur (serious level).

Tingkat IV :

Konsentrasi di mana mungkin terjadi penyakit akut atau kematian pada golongan populasi yang peka (emergency level).

Beberapa cara menghitung/memeriksa pengaruh pencemaran udara terhadap kesehatan adalah antara lain dengan mencatat: jumlah absensi pekerjaan/dinas, jumlah sertifikat/surat keterangan dokter, jumlah perawatan dalam rumah sakit, jumlah

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS

morbiditas pada anak-anak, jumlah morbiditas pada orang-orang usia lanjut, jumlah morbiditas anggota-anggota tentara penyelidikan pada penderita dengan penyakit tertentu misalnya penyakit jantung, paru dan sebagainya.

Penyelidikan-penyelidikan ini harus dilakukan secara prospektif dan komparatif antara daerah-daerah dengan pencemaran udara hebat dan ringan, dengan juga memperhitungkan faktor-faktor lain yang mungkin berpengaruh (misalnya udara, kebiasaan makan, merokok, data meteorologik, dan sebagainya).

Penyakit yang disebabkan oleh pencemaran udara

Penyakit-penyakit yang dapat disebabkan oleh pencemaran udara adalah:

- 1) Bronchitis kronika.
Pengaruh pada wanita maupun pria kurang lebih sama. Hal ini membuktikan bahwa prevalensinya tak dipengaruhi oleh macam pekerjaan sehari-hari. Dengan membersihkan udara dapat terjadi penurunan 40% dari angka mortalitas.
- 2) Emphysema pulmonum.
- 3) Bronchopneumonia.
- 4) Asthma bronchiale.
- 5) Cor pulmonale kronikum.
Di daerah industri di Republik Ceko umpamanya, dapat ditemukan prevalensi tinggi penyakit ini. Demikian juga di India bagian utara di mana penduduk tinggal di rumah-rumah tanah liat tanpa jendela dan menggunakan kayu api untuk pemanas rumah.
- 6) Kanker paru. Stocks & Campbell menemukan mortalitas pada nonsmokers di daerah perkotaan 10 kali lebih besar daripada daerah pedesaan.
- 7) Penyakit jantung, juga ditemukan 2 kali lebih besar morbiditasnya di daerah dengan pencemaran udara tinggi.
Karbon-monoksida ternyata dapat menyebabkan bahaya pada jantung, apalagi bila telah ada tanda-tanda penyakit jantung iskemik sebelumnya. Afinitas CO terhadap hemoglobin adalah 210 kali lebih besar daripada O₂ sehingga bila kadar CO-Ib sama atau lebih besar dari 50%, makin dapat terjadi nekrosis otot jantung. Kadar lebih rendah dari itu pun telah dapat mengganggu faal jantung. Scharf dkk (1974) melaporkan suatu kasus dengan infark myocard transmural setelah terkena CO.
- 8) Kanker lambung, ditemukan 2 kali lebih banyak pada daerah dengan pencemaran tinggi.
- 9) Penyakit-penyakit lain, umpamanya iritasi mata, kulit dan sebagainya banyak juga dihubungkan dengan pencemaran udara. Juga gangguan pertumbuhan anak dan kelainan hematologik pernah diumumkan.

Di Rusia pernah ditemukan hambatan pembentukan antibodi terhadap influenza vaccin di daerah kota dengan tingkat pencemaran tinggi, sedangkan di daerah lain pembentukannya normal.

Di Jepang sekarang secara resmi telah diakui oleh pemerintah pusat maupun daerah, sejumlah 7 macam penyakit yang berhubungan dengan pencemaran (pollution related diseases). yaitu:

- ✚ Bronchitis kronika
- ✚ Asthma bronchiale

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS

- ✚ Asthmatik bronchitis
- ✚ Emphysema pulmonum dan komplikasinya
- ✚ Minamata disease (karena pencemaran air dengan methyl-Hg)
- ✚ Itai-itai disease (karena keracunan cadmium khronik)
- ✚ Chronic arsenik poisoning (pencemaran air dan udara di tambang -tambang AS).

Orang-orang dengan keterangan sah menderita penyakit ini, yang dianggap disebabkan oleh salah satu macam bahaya pencemaran, akan mendapat kompensasi akibat kerugian dan biaya perawatan dari penyakitnya oleh polluters.

Pengolahan Limbah Gas

Ada beberapa metode yang telah dikembangkan untuk penyederhanaan buangan gas. Dasar pengembangan yang dilakukan adalah absorpsi, pembakaran, penyerap ion, kolam netralisasi dan pembersihan partikel.

Pilihan peralatan dilakukan atas dasar faktor berikut:

- ✚ Jenis bahan pencemar (polutan)
- ✚ Komposisi
- ✚ Konsentrasi
- ✚ Kecepatan air polutan
- ✚ Daya racun polutan
- ✚ Berat jenis
- ✚ Reaktivitas
- ✚ Kondisi lingkungan

Desain peralatan disesuaikan dengan variabel tersebut untuk memperoleh tingkat efisiensi yang maksimum.

Kesulitannya sering terbentuk pada persediaan alat di pasaran.

Pilihan desain yang diinginkan tidak sesuai dengan kondisi limbah, sebab itu harus dibentuk desain baru. Kemampuan untuk mendesain peralatan membutuhkan keahlian tersendiri dan ini merupakan masalah tersendiri pula.

Di samping itu ada faktor lain yang harus dipertimbangkan yaitu nilai ekonomis peralatan. Tidakkah peralatan mencakup sebagian besar investasi yang tentu harus dibebankan pada harga pokok produksi. Permasalahannya bahwa ternyata kemudian biaya pengendalian menjadi beban konsumen.

Atas dasar pemikiran ini maka pilihan teknologi pengolahan harus merupakan kebijaksanaan perlindungan konsumen baik dari sudut pencemaran itu sendiri maupun dari segi biaya.

V. PENGENDALIAN PENCEMARAN

5.1. Pengendalian Pencemaran Emisi Cerobong Asap Pabrik

Di dalam sebuah pabrik, pengendalian pencemaran udara terdiri dari dua bagian yaitu penanggulangan emisi debu dan penanggulangan emisi senyawa pencemar.

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS

Cerobong

- Fungsi : menghasilkan isapan alamiah untuk mengalirkan gas asap ke luar dari mesin uap dengan kecepatan tertentu, mengatasi kerugian gesekan aliran gas asap yang terjadi, mulai dari rangka bakar atau pembakar (*burner*), hingga ke luar dari cerobong, diharapkan setinggi mungkin sehingga tidak mengganggu lingkungan sekitarnya.
- Tarikan paksa diperlukan jika ketinggian maksimum cerobong tidak mampu mengalirkan gas asap atau cerobong memang tidak terlalu tinggi

Ventilator

Fungsi : menciptakan isapan paksa

Tiga jenis sistem tarikan paksa, yaitu;

- sistem tarikan tekan; fan dipasang sebelum ruang bakar.
- sistem tarikan isap; fan dipasang sebelum cerobong
- sistem tarikan kombinasi; 2 fan dipasang sebelum ruang bakar dan sebelum cerobong.

1. Penanggulangan dengan Alat ECO-SO₂

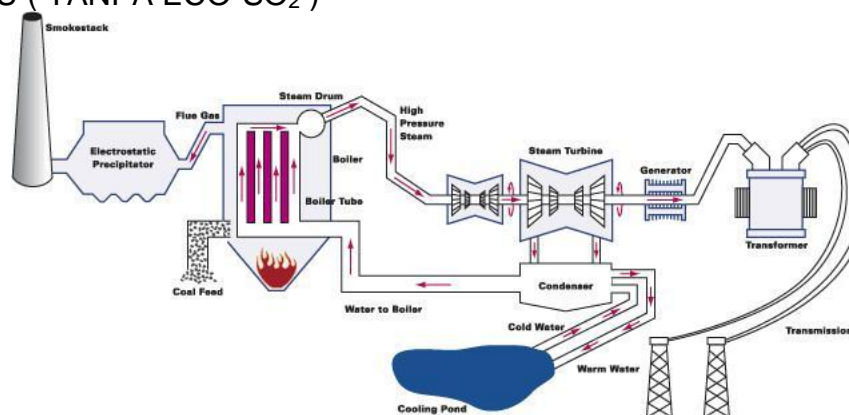
Apa itu ECO-SO₂ ?

ECO (Electric Catalyc Oxidation) – SO₂ ialah sejenis alat kontrol polusi udara yg diproduksi oleh Powerspan Corporation (www.powerspan.com) untuk mengurangi polusi udara akibat beroperasinya PLTU yg berbahan bakar batubara (coal), khususnya pd buangan sulphur (SO₂).

ECO-SO₂ dikatakan mampu menurunkan kadar polusi udara dari masing-masing polutan sbb ;

- SO₂ (sulphur) yg dapat mengakibatkan hujan asam, sampai 99%
- Nox (nitrogen) sampai 90%
- Hg (air raksa) yg mengakibatkan sesak napas / asma, antara 80 s/d 90%
- Partikel lain yg mengotori air serta ikan & tanah, sampai 90%

SKEMA PLTU (TANPA ECO-SO₂)



PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS



ECO – SO₂ dipasang dalam instalasi PLTU setelah ESP (electronic procipitator) & sebelum buangan dialirkan melalui cerobong asap. Pemakaian ECO-SO₂ menjadi mendesak setelah aturan ketat lingkungan diberlakukan. Sebab selain banyak & murah, ternyata batubara menimbulkan polusi udara besar pada lingkungan. Sebagai gambaran sebuah PLTU 500 MW yg membakar 225 ton batubara / jam, akan membuang 108 ton abu – 432 ton fly ash – 288 ton SO₂ dan 20 ton Nox perhari. Masih mending fly ash masih laku dijual untuk digunakan pabrik semen sebagai bahan campuran beton mutu tinggi.

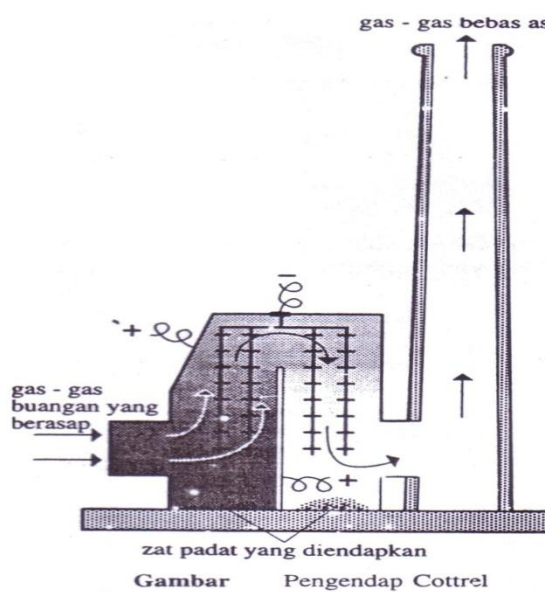
Selama ini kontrol emisi buangan PLTU dilakukan hanya dengan cara ;

- Menggunakan batubara yg mengandung sulphur RENDAH
- Menangkap kembali sulphur dari cerobong gas, sebelum dibuang lewat chimney.
- Sedang kontrol Nox dilakukan dengan pembakaran pada suhu lebih rendah, karena pada suhu tersebut lebih sedikit Nox terbentuk.

2. Penanggulangan dengan Alat Koagulasi Listrik

Asap dan debu dari pabrik/ industri dapat digumpalkan dengan alat koagulasi listrik dari Cottrel

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS



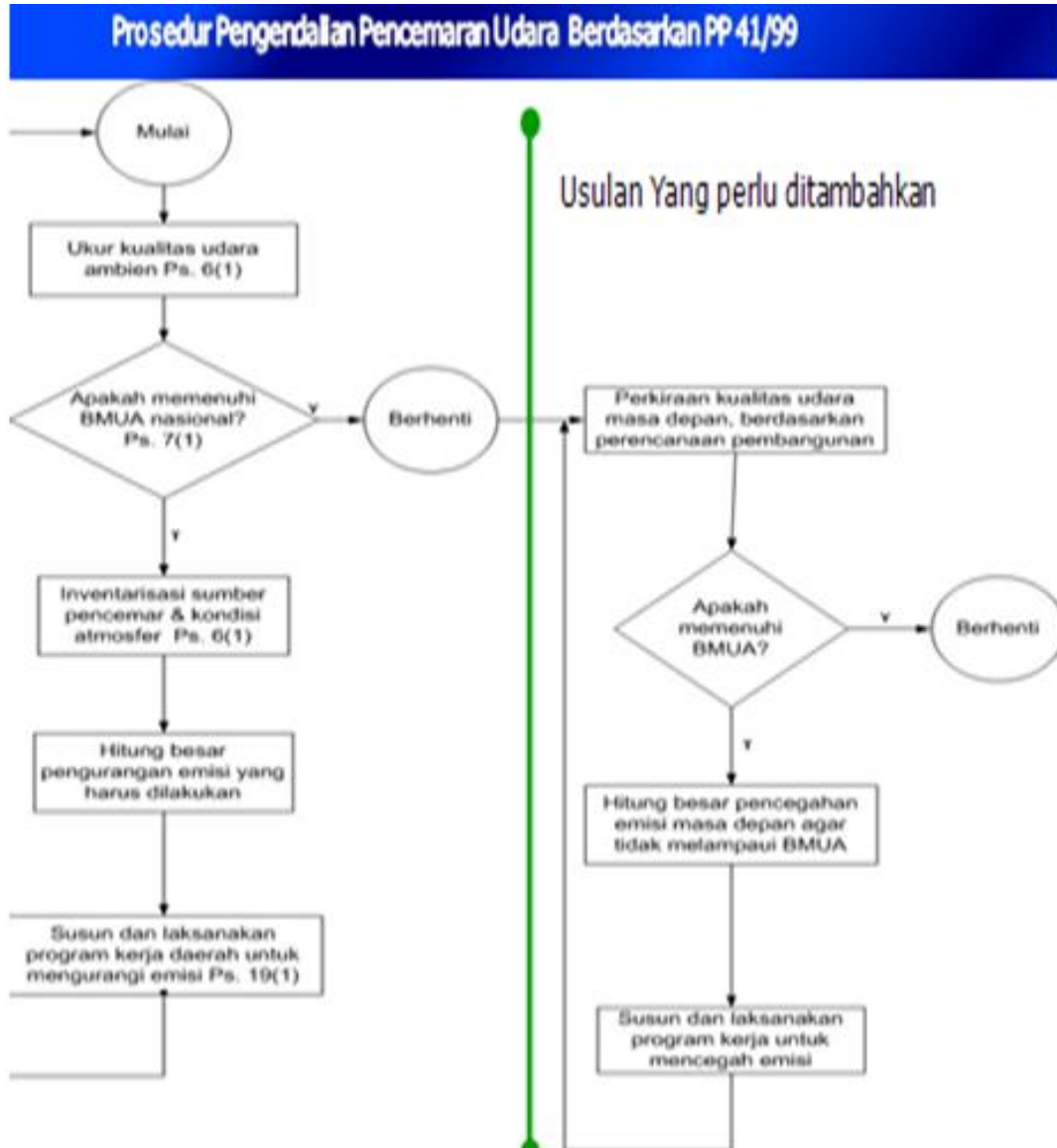
Asap dari pabrik sebelum meninggalkan cerobong asap dialirkan melalui ujung-ujung logam yang tajam dan bermuatan pada tegangan tinggi (20.000 - 75.000). Ujung-ujung yang runcing akan mengionkan molekul-molekul dalam udara. Ion-ion tersebut akan diadsorpsi oleh partikel asap dan menjadi bermuatan. Selanjutnya, partikel bermuatan itu akan tertarik dan diikat pada elektroda yang lainnya. Pengendap Cottrel ini banyak digunakan dalam industri untuk dua tujuan yaitu, mencegah udara oleh buangan beracun atau memperoleh kembali debu yang berharga (misalnya debu logam)

5.2. Prosedur Pengendalian Pencemaran Udara

Pengendalian pencemaran akan membawa dampak positif bagi lingkungan karena hal tersebut akan menyebabkan kesehatan masyarakat yang lebih baik, kenyamanan hidup lingkungan sekitar yang lebih tinggi, resiko yang lebih rendah, kerusakan materi yang rendah, dan yang paling penting ialah kerusakan lingkungan yang rendah. Faktor utama yang harus diperhatikan dalam pengendalian pencemaran ialah karakteristik dari pencemar dan hal tersebut bergantung pada jenis dan konsentrasi senyawa yang dibebaskan ke lingkungan, kondisi geografik sumber pencemar, dan kondisi meteorologis lingkungan.

Pengendalian pencemaran udara dapat dilakukan dengan dua cara yaitu pengendalian pada sumber pencemar dan pengenceran limbah gas. Pengendalian pada sumber pencemar merupakan metode yang lebih efektif karena hal tersebut dapat mengurangi keseluruhan limbah gas yang akan diproses dan yang pada akhirnya dibuang ke lingkungan, seperti bagan- 1

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS



a. Pengukuran Emisi Sumber Tidak Bergerak

Metode yang dilakukan untuk mengukur emisi partikulat dari sumber tidak bergerak (seperti pada cerobong) adalah mengacu pada method 5 US EPA (United States Environmental Protection Agency). Dalam prakteknya, method 5 ini tidak dapat berdiri sendiri, karena harus mengikuti tahapan pengambilan sample yang sesuai dengan method 1 – 4 US EPA. Jadi pada dasarnya pengambilan sample partikulat pada sumber tidak bergerak adalah melakukan method 1 sampai 5 US EPA. Pada artikel ini akan dijelaskan teknik pengambilan sample berdasarkan method tersebut

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS

Sesuai dengan KEPMENLH No. 13 tahun 1995, dan PP 41/199, maka setiap cerobong yang mengeluarkan gas buang harus dilakukan pengecekan kualitas gas buangnya. Keputusan Menteri lingkungan hidup ini mengatur tentang nilai ambang batas yang diperkenankan pada suatu aliran gas buang pada cerobong, parameter dan kondisi pengukuran yang dilakukan tergantung pada proses dan jenis bahan bakar yang digunakan.

Metode yang dilakukan untuk mengukur partikulat pada cerobong gas buang adalah merujuk pada method 5 US EPA (United States Environmental Protection Agency). Dalam prakteknya, method 5 ini tidak dapat berdiri sendiri, karena harus mengikuti tahapan pengambilan sample yang sesuai dengan method 1 – 4 US EPA.

Penjelasan Method 1 - 4 US EPA Rangkaian pengukuran partikulat pada gas buang di cerobong mengacu pada method 1 - 5 US EPA. Parameter pengukuran yang di dapat mengacu dari method 1 – 4 US EPA dan penjelasannya adalah sebagai berikut :

Method 1 US EPA : Metode untuk menentukan titik sampling pada cerobong dan jumlah titik lintas pengambilan sample
Method 2 US EPA : Metode untuk menentukan kecepatan aliran gas buang pada cerobong
Method 3 US EPA : Metode untuk menentukan komposisi dan berat molekul gas buang pada cerobong
Method 4 US EPA :

Metode untuk menentukan kandungan uap air pada gas buang di cerobong

Istilah yang lazim juga digunakan untuk pengukuran partikulat dengan method 5 ini juga adalah pengukuran secara Isokinetis. Isokinetis adalah kondisi dimana kecepatan aliran gas buang pada cerobong sama dengan kecepatan aliran hisap gas buang pada nosel probe (masih diperkenankan toleransi sebesar + 10% terhadap kecepatan gas buang). Pengujian dengan method 5 ini dilakukan dengan suatu peralatan yang disebut Particulate Stack Sampler. Peralatan ini dapat dibeli secara paket untuk pengukuran partikulat.



Gambar 1. Rangkaian peralatan Sampling

Alat untuk mengukur kualitas udara yang di keluarkan oleh cerobong asap Pabrik
Hasil penguruan adalah : O_2 , CO , NO , NO_2 , SO_2 , CO_2 , $CxHy$, H_2S , temperatur, dan Velocity,.

b. Proses Pengukuran di Lapangan

Pada proses pengukuran, minimal dibutuhkan dua orang operator yaitu operator pertama bertugas mengendalikan pengukuran melalui Meter Box dan operator ke dua pengatur posisi probe pada cerobong (biasanya harus naik di cerobong).

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS

Komando utama dipegang oleh operator pertama. Biasanya lamanya waktu pengambilan sample dilakukan sekitar 60 menit. Peralatan yang harus dibawa ke lapangan adalah stopwatch dan formulir data. Formulir data terdiri dari dua buah formulir, yaitu formulir pertama berisi formulir untuk mengukur massa impinger awal sebelum dan sesudah pengukuran sedangkan formulir kedua berisi data pengukuran ketebalan asap. Adapun contoh formulir pertama dan kedua dapat dilihat pada gambar berikut :

EMISI GAS CEROBONG

Nama Perusahaan :
 Alamat :
 Parameter yang diuji : EMISI GAS CEROBONG
 Subjek : Udara lingkungan kerja
 Tanggal Sampling :

NO	CEROBONG	Parameter (3)	Metode (4)	Flowrate (l/menit) (5)	Waktu pegujian (menit)
(1)	(2)	SO ₂	Gries salzman		
		NO ₂	Pararosaniline		
		Debu	Gravimetric		
		Kepekatan Asap	Opasitas		
		SO ₂	Gries salzman		
		NO ₂	Pararosaniline		
		Debu	Gravimetric		
		Kepekatan Asap	Opasitas		

EMISI GAS CEROBONG

Nama Perusahaan :
 Alamat :
 Parameter yang diuji : KEPEKATAN ASAP (OPASITAS) CEROBONG
 Subjek : Kepekatan Asap dicerobong Boiler Factory
 Alat : Simplified Smoke Indicator
 Tanggal Sampling :

Waktu Pengukuran (menit)	Kepekatan Asap (Indikator Lensa)
38 Menit	
4 Menit	
18 menit	

HASIL PENGUJIAN KUALITAS UDARA EMISI CEROBONG

LABORATORY TEST REPORT

Tanggal Sampling : 04 Agustus 2009
 Subjek : Emisi Sumber Tidak Bergerak
 Parameter yang diuji : **GAS ; NO₂, SO₂, Debu, dan Kepekatan Asap**
 Titik Sampling : CEROBONG GENSET -1
 Nomor Periksa Laboratorium : 25/Lab/04/2009

EMISI CEROBONG	Parameter	Metode	Satuan	Hasil Pengujian	Baku Mutu Emisi (BME)	Ket
BOILER	NO ₂	Gries salzman	mg/m ³	6,01351	1000	< BME
	SO ₂	Pararosaniline	mg/m ³	1,11201	800	< BME
	DEBU	Gravimetric	mg/m ³	9,20086	350	< BME
	Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak Kep.13/MENLH/3/1995					
	Kepekatan Asap	Opasitas	%	13,33	20	< BME
Kepmen KLH N0.5/2006						

KETERANGAN :

Hasil uji Cerobong genset memenuhi syarat Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak Kep.13/MENLH/3/1995, dan Kepmen KLH N0.5/2006

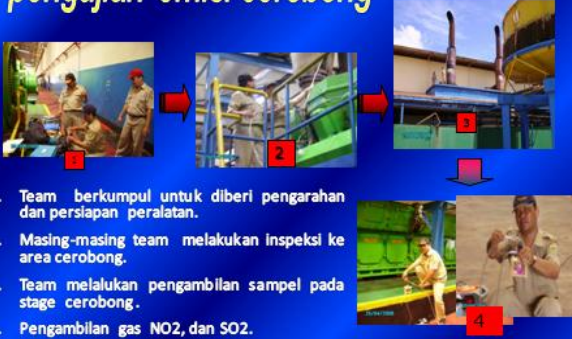
Langkah Pengukuran di lapangan adalah sebagai berikut : 1. Sebelum peralatan dirangkai seperti pada gambar 1, pastikan bahwa filter sudah ditimbang, lakukan juga penimbangan awal terhadap 4 buah impinger (2 buah impinger diisi dengan aquades) yang digunakan untuk mengukur massa uap air gas buang dan kemudian tandai titik-titik lintas cerobong pada probe 2. Rangkai peralatan sesuai gambar 1, isi kondenser/ice bath dengan es batu, kemudian masukkan probe ke dalam cerobong pada posisi titik lintas pertama 3. Gerakkan probe menuju titik-titik lintas berikutnya

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS

sampai pada titik lintas terakhir di cerobong, dengan rentang waktu disesuaikan dengan waktu sampling 4. Catat semua kondisi selama sampling di setiap titik lintas sesuai dengan data yang ada di formulir .

Setelah waktu sampling selesai, tarik probe ke luar cerobong kemudian lepas susunan rangkaian peralatan 6. Lakukan penimbangan massa akhir filter, massa akhir masing-masing timbangan, dan bersihkan partikulat pada probe liner dengan menggunakan aseton untuk kemudian ditimbang massa partikulatnya (setelah asetonnya dikeringkan) 7. Konsentrasi partikulat di dapat dengan membagi massa total partikulat yang ada di filter dan probe liner dengan volume udara hisap yang tercatat pada data formulir 2. Catatan : kondisi konsentrasi akhir harus dihitung pada kondisi standard (25oC, 1 atm)

pengujian emisi cerobong




1. Team berkumpul untuk diberi pengarahannya dan persiapan peralatan.
2. Masing-masing team melakukan inspeksi ke area cerobong.
3. Team melakukan pengambilan sampel pada stage cerobong.
4. Pengambilan gas NO₂, dan SO₂.

EMISI GAS CEROBONG				
Nama Perusahaan:				
Alamat:				
Peralatan yang diuji: EMISI GAS CEROBONG				
Merkaloh: Udara lingkungan kerja				
Tanggal Sampling:				
No	CEROBONG	Parameter	Metode	Periode Pengukuran (menit)
1	01	SO ₂	Simultaneous	05
		NO ₂	Preseparator	
		Debu	Simultaneous	
		KAPUKASIAN ASAP	Spektral	
		SO ₂	Simultaneous	
		NO ₂	Preseparator	
		Debu	Simultaneous	
		KAPUKASIAN ASAP	Spektral	

EMISI GAS CEROBONG	
Nama Perusahaan:	
Alamat:	
Peralatan yang diuji: KEBERKATAN ASAP (CPRUTAS) CEROBONG	
Merkaloh: Kepadatan Asap Cerobong Boiler Factory	
Alat: Simplified Smoke Indicator	
Tanggal Sampling:	
Waktu Pengukuran (menit)	Kepadatan Asap (Indikator Larut)
30 Menit	
4 Menit	
15 Menit	

Alat untuk pengukuran emisi cerobong asap



Hasil pengujian adalah: O₂, CO, NO, NO₂, SO₂, CO₂, O₂H₂, H₂S, temperatur, dan Velocity

Problematika Pengukuran Pada prakteknya, pengukuran partikulat dengan menggunakan method 1 - 5 US EPA merupakan pekerjaan yang berat dan cukup melelahkan. Terlebih lagi jika cerobong yang akan diukur berada pada posisi yang tinggi dari permukaan tanah, maka untuk melakukan sampling ini diperlukan kondisi fisik yang prima dan operator yang tidak takut akan ketinggian. Hal lain yang cukup sering terjadi pada pelaksanaan pekerjaan sampling ini adalah kondisi cerobong yang seringkali tidak di desain untuk siap dilakukan sampling.

Untuk mencegah hal ini terjadi, maka biasanya petugas operator harus melakukan pre survey terlebih dahulu untuk memastikan bahwa cerobong sudah siap untuk disampling. Belum lagi masalah-masalah kecil tetapi sangat mengganggu saat sampling dilakukan, seperti misalnya ada peralatan yang pecah atau rusak (sebagian peralatan ada yang terbuat dari kaca) dan lain sebagainya. Untuk mengantisipasi hal ini, maka sebaiknya selalui dibawa peralatan kaca yang jumlahnya lebih dari jumlah yang dipakai untuk digunakan sebagai cadangan, kemudian sebelum keberangkatan sebaiknya dilakukan pengecekan terhadap peralatan yang dibawa dan pastikan berada dalam kondisi baik. Dari kondisi ini semua, sebenarnya dapat dikatakan bahwa untuk melakukan sampling ini secara baik, maka diperlukan jam terbang operator yang cukup banyak

c. Pengukuran Kualitas Udara Ambien

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS

PENGUKURAN UDARA AMBIEN							
Gas : NH ₃ , NO ₂ , H ₂ S, SO ₂ , CO, dan DEBU							
Nama Perusahaan						
Alamat						
Parameter yang diuji		GAS, NH ₃ , NO ₂ , H ₂ S, SO ₂ , CO, dan DEBU					
Subjek						
Tanggal Sampling						
No	Bagian Lokasi	Parameter	Metode	Flow rate (liter/menit)	Waktu pengujian (menit)	Volume (ml)	ppm (ppb)
1	DALAM PABRIK REYANG PRODUKSI	NH ₃	Drumeter				
		NO ₂	Drumet, alat kimia				
		H ₂ S	Drumet, alat kimia				
		SO ₂	Fluorometrik				
		CO	Detektor gas elektroda				
		DEBU	Drumet				
		BI SENG	Drumet				
Nilai Ambang Batas (NAB) : Surat Edaran Menteri No. SE-01/MEN/1997							
2	DI LUAR PABRIK = PENSIL DEYAN PABRIK	NH ₃	Drumeter				
		NO ₂	Drumet, alat kimia				
		H ₂ S	Drumet, alat kimia				
		SO ₂	Fluorometrik				
		CO	Detektor gas elektroda				
		DEBU	Drumet				
		BI SENG	Drumet				
3	= TSM BELASANG PABRIK	NH ₃	Drumeter				
		NO ₂	Drumet, alat kimia				
		H ₂ S	Drumet, alat kimia				
		SO ₂	Fluorometrik				
		CO	Detektor gas elektroda				
		DEBU	Drumet				
		BI SENG	Drumet				
Buku Manual Limbah Gas (BML) 29, No. 41 tahun 1999							

PERALATAN YANG DIPERGUNAKAN

- Bola globe, silaba
- Psikrometer arsan
- Kaca thermometer
- Termometersuhu alami
- Kompas
- Neraca analitik
- Flow rate
- Alat- alat gelas
- Anemometer
- Mini pump
- Impinger
- NDIR Analyzer
- Gas Chromatography (GC)
- HVDS
- Spectrophotometer



Pengujian Udara Ambien

Alat-alat Pemisah Debu

Alat-alat pemisah debu bertujuan untuk memisahkan debu dari aliran gas buang. Debu dapat ditemui dalam berbagai ukuran, bentuk, komposisi kimia, densitas, daya kohesi, dan sifat higroskopik yang berbeda. Maka dari itu, pemilihan alat pemisah debu yang tepat berkaitan dengan tujuan akhir pengolahan dan juga aspek ekonomis

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS

. Secara umum alat pemisah debu dapat diklasifikasikan menurut prinsip kerjanya:

- **Pemisah Brown**

Alat pemisah debu yang bekerja dengan prinsip ini menerapkan prinsip gerak partikel menurut Brown. Alat ini dapat memisahkan debu dengan rentang ukuran 0,01 – 0,05 mikron. Alat yang dipatenkan dibentuk oleh susunan filamen gelas dengan jarak antar filamen yang lebih kecil dari lintasan bebas rata-rata partikel.



- **Penapisan**

Deretan penapis atau filter bag akan dapat menghilangkan debu hingga 0,1 mikron. Susunan penapis ini dapat digunakan untuk gas buang yang mengandung minyak atau debu higroskopik.

Electrostatic Precipitator

- **Pengendap elektrostatis**

Alat ini mengalirkan tegangan yang tinggi dan dikenakan pada aliran gas yang berkecepatan rendah. Debu yang telah menempel dapat dihilangkan secara beraturan dengan cara getaran. Keuntungan yang diperoleh dari penggunaan pengendap elektrostatis ini ialah didapatkannya debu yang kering dengan ukuran rentang 0,2 – 0,5 mikron. Secara teoritis seharusnya partikel yang terkumpulkan tidak memiliki batas minimum.

- **Pengumpul sentrifugal**

Pemisahan debu dari aliran gas didasarkan pada gaya sentrifugal yang dibangkitkan oleh bentuk saluran masuk alat. Gaya ini melemparkan partikel ke dinding dan gas berputar (vortex) sehingga debu akan menempel di dinding serta terkumpul pada dasar alat. Alat yang menggunakan prinsip ini digunakan untuk pemisahan partikel dengan rentang ukuran diameter hingga 10 mikron lebih.

- **Pemisah inersia**

Pemisah ini bekerja atas gaya inersia yang dimiliki oleh partikel dalam aliran gas. Pemisah ini menggunakan susunan penyekat sehingga partikel akan bertumbukan dengan penyekat dan akan dipisahkan dari aliran fasa gas. Alat yang bekerja

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS

berdasarkan prinsip inersia ini bekerja dengan baik untuk partikel yang berukuran hingga 5 mikron.

- **Pengendapan dengan gravitasi**

Alat yang bekerja dengan prinsip ini memanfaatkan perbedaan gaya gravitasi dan kecepatan yang dialami oleh partikel. Alat ini akan bekerja dengan baik untuk partikel dengan ukuran yang lebih besar dari 40 mikron dan tidak digunakan sebagai pemisah debu tingkat akhir.

Di industri, terdapat juga beberapa alat yang dapat memisahkan debu dan gas secara bersamaan (simultan). Alat-alat tersebut memanfaatkan sifat-sifat fisik debu sekaligus sifat gas yang dapat terlarut dalam cairan. Beberapa metoda umum yang dapat digunakan untuk pemisahan secara simultan ialah:

- **Menara percik**

Prinsip kerja menara percik ialah mengkontakkan aliran gas yang berkecepatan rendah dengan aliran air yang bertekanan tinggi dalam bentuk butiran. Alat ini merupakan alat yang relatif sederhana dengan kemampuan penghilangan sedang (moderate). Menara percik mampu mengurangi kandungan debu dengan rentang ukuran diameter 10-20 mikron dan gas yang larut dalam air.

- **Siklon basah**

Modifikasi dari siklon ini dapat menangani gas yang berputar lewat percikan air. Butiran air yang mendandung partikel dan gas yang terlarut akan dipisahkan dengan aliran gas utama atas dasar gaya sentrifugal. Slurry dikumpulkan di bagian bawah siklon. Siklon jenis ini lebih baik daripada menara percik. Rentang ukuran debu yang dapat dipisahkan ialah antara 3 – 5 mikron.

- **Pemisah venturi**

Metode pemisahan venturi didasarkan atas kecepatan gas yang tinggi pada bagian yang disempitkan dan kemudian gas akan bersentuhan dengan butir air yang dimasukkan di daerah sempit tersebut. Alat ini dapat memisahkan partikel hingga ukuran 0,1 mikron dan gas yang larut di dalam air.

- **Tumbukan orifice plate**

Alat ini disusun oleh piringan yang berlubang dan gas yang lewat orifis ini membentur lapisan air hingga membentuk percikan air. Percikan ini akan bertumbukkan dengan penyekat dan air akan menyerap gas serta mengikat debu. Ukuran partikel paling kecil yang dapat diserap ialah 1 mikron.

- **Menara dengan packing**

Prinsip penyerapan gas dilakukan dengan cara mengkontakkan cairan dan gas di antara packing. Aliran gas dan cairan dapat mengalir secara co-current, counter-current, ataupun cross-current. Ukuran debu yang dapat diserap ialah debu yang berdiameter lebih dari 10 mikron.

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS

- **Pencuci dengan pengintian**

Prinsip yang diterapkan adalah pertumbuhan inti dengan kondensasi dan partikel yang dapat ditangani ialah partikel yang berdiameter hingga 0,01 mikron serta dikumpulkan pada permukaan filamen.

- **Pembentur turbulen**

Pembentur turben pada dasarnya ialah penyerapan partikel dengan cara mengalirkan aliran gas lewat cairan yang berisi bola-bola pejal. Partikel dapat dipisahkan dari aliran gas karena bertumbukkan dengan bola-bola tersebut. Efisiensi penyerapan gas bergantung pada jumlah tahap yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

A.K.SHAHA. 1997, Combustion Engineering and Fuel Technology OXFORD & IBH PUBLISHING CO.

Abdul Kadir, Prof., Ir., 1993. "Pengantar Tenaga Listrik", Edisi Revisi, PT Pustaka LP3ES, Jakarta.

Bernasconi B., Gerster H., Hauser H., Stäuble H., Schneiter E., "Chemiche Technologie 2" (alih bahasa) M.Eng., M. Handojo Lienda Dr. Ir., 1995. "[Kimia](#) Teknologi 2", PT. Pradnya Paramita, Bandung.

Bernasconi B., Gerster H., Hauser H., Stäuble H., Schneiter E., 1995. "Chemiche Technologie 1" (alih bahasa) M.Eng., M. Handojo Lienda Dr. Ir., "Kimia Teknologi 1", PT. Pradnya Paramita, Bandung.

Brace, 1998. "Technology of Anodizing", Robert Draper Ltd., Teddington.

Champbell, 1998. Prinsip of Manufacturing Materials & Processes, New Delhi.

Corbitt, R. E., 1989. Standard Handbook of Environmental Engineering, McGraw-Hill Book Co., New York.

Dennis, 2002. "Nickel and Chromium-Plating", Newnes-Butterworths.

Don A. Watson, 2000. CONSTRUCTION MATERIALS AND PROCESSES. Mc Graw-Hill Book Company, Sidney.

Erlinda N, Ir., 2004. "Korosi Umum", Seminar Masalah Penanggulangan Korosi dengan Bahan Pengubah Karat, LMN-LIPI.

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS

Gabe, 1998. "Principle of Metal. Surface Treatment and Protection", 2nd edition, Pergamon Press, London.

George T Austin, E. Jasjfi (alih bahasa), 1995. "Industri Proses Kimia", Jilid 1, Edisi 5, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Handojo, L, 1995, "Teknologi [Kimia](#)", Jilid 2, PT Pradnya Paramita, Jakarta.

Katz, (Ed.) 1997. Methods Of Air Sampling and Analysis. Interdisciplinary Books and Periodical, APHA, Washington.

Kenneth N.Derucher, Conrad P. Heins 1996. MATERIALS. FOR CIVIL AND HIGHWAY ENGINEERIG. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey Kertiasa Nyoman, 2006. "Laboratorium [Sekolah](#) & Pengelolaannya", Pudak Scientific, Bandung.

Kusmulyana, 1993. Pemantauan Kualitas Udara. Pelatihan Pengelolaan dan Teknologi Limbah, ITB, Bandung.

Lawrence H Van Vlack, 2000. Elements of Materials Science & Engineering.

Addison-Wesley Publishing Company. Fourth edition.

Lowenheim, F.A., 2000. "Modern Electroplating", John Wiley & Sons.

M.G., Fontana, N.D. Greene, 2002. "Corrosion Engineering", Mc. Graw Hill Book Co.

McCabe L. Warren, Smith C. Julian, Harriot Peter, "Unit Operation Of Chemical Engineering fourth Edition" (alih [bahasa](#)) M. Sc. Jasjfi E., Ir., 1999 "Operasi Teknik Kimia", Jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta.

McCabe L. Warren, Smith C. Julian, Harriot Peter, 1999. "Unit Operation Of Chemical Engineering fourth Edition" (alih [bahasa](#)) M. Sc. Jasjfi E., Ir., "Operasi Teknik Kimia", Jilid 2, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Misnah Pantono BE, Suhardi, Bsc., 1979. "Pesawat Tenaga Kalor/Ketel Uap 1", Edisi Pertama, [Departemen Pendidikan dan Kebudayaan](#) – Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan.

N. Jackson. 1992, CIVIL NGINEERING MATERIALS. The Mac Millan Press Ltd. New Jersey.

Noil and Miller, 1997. Air Monitoring Survey Design. Ann Arbor Science, Michigan.

Oetoyo Siswono, Drs, 1982. "Proses [Kimia](#) Industri" Akademi Perindustrian Yogyakarta.

Perkins, H.C., 1994. Air Pollution. McGraw-Hill Kogakusha, Ltd, Tokyo.

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI- LIMBAH GAS

S. Juhanda, Ir., 1993. “Pengantar Lapis Listrik”, Proceeding Diklat TPLS Bidang Elektroplating, LMN-LIPI.

Sarengat, N., 2000. Dampak Kualitas [Udara](#). Kursus AMDAL A, Bintari- UGM-UNDIP, Semarang.

Silman, H., BSc., 1998. “Protective and Decorative Coating for Metals”, Finishing Publications Ltd., London.

Slamet Setiyo, Ir., Margono B.Sc., 1982. “[Mesin](#) dan Instrumentasi 2”, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan – Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Jakarta.

Soedomo M. 1998. Pehigelolaan Limbah Gas dan Partikulat [Lingkungan Perkotaan](#) (Sumber Bergerak). Pelatihan Pengelolaan dan Teknologi Limbah, ITB, Bandung.

Stern, A.C., 1996, Air Pollution, Third edition, Volume III Measuring, monitoring, and surveillance of air pollution. Academic Press, New York.

Tata Surdia Ir. Msc Met E; Kenji Chijiwa Prof. Dr. 2000, Teknik Pengecoran [Logam](#). Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta.

Ulrich D. Gael, 1984. “A Guide To Chemical Engineering Process Design And Economics” John Wiley & Sons, USA.

Ulrich, Gael D., 1984, “A guide to chemical Engineering Process Design and Economics” John Wiley and Sons.

W.H.Taylor, 1999. CONCRETE TECHNOLOGY AND PRACTICE. Mc Graw- Hill Book Company, Sidney.

Wahyudin, K., 1990. “Kursus Elektroplating dan Penerapannya”, Lembaga Metallurgi Nasional-LIPI – BENGPUSTAT III.

Bahan Bakar Dan Pembakaran, www.chemeng.vi.ac.id/wulan/materi/lecture%20notes/umum

[Http://www.chem.itb.ac.id/safety/Tim Keselamatan Kerja](http://www.chem.itb.ac.id/safety/Tim%20Keselamatan%20Kerja) Departemen [Kimia](#) Institut Teknologi Bandung, 2002

<http://www.iaeste.ch/Trainees/Events/2007/IndustrialSightLeibstadt/>

<http://www.gc3.com/techdb/manual/cooltext.htm>

<http://www.indiamart.com/maitreyaenterprises/engineered-products.html>

Referensi: **Pengelolaan Limbah Industri – Prof. Tjandra Setiadi, Wikipedia**