

Gas Pencemar Udara Dan Pengaruhnya Bagi Kesehatan Manusia

Air Pollutan Gasses and The Influence of Human Healt

Sugiarti

Dosen Jurusan Kimia FMIPA UNM Makassar

ABSTRAK

Gas pencemar udara dapat bersumber dari alam dan hasil kegiatan manusia yang semakin hari semakin bertambah seiring bertambahnya penduduk dan meningkatnya terapan teknologi sebagai tuntutan hidup yang lebih baik dan sejahtera. Gas pencemar udara yang paling dominan mempengaruhi kesehatan manusia adalah: karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), belerang oksida (SO_x), hidro karbon (HC) dan partikel (particulate) serta gas rumah kaca. Komponen pencemar udara tersebut di atas bisa mencemari udara secara sendiri-sendiri, atau dapat pula mencemari secara bersma-sama. Pengaruh gas pencemar udara terhadap kesehatan manusia dapat berakibat langsung maupun tidak langsung seperti; merusak susunan haemoglobin darah, penyakit ispa, iritasi tenggorokan, penyakit pneumokinosi, kardiovaskuler dan kanker.

Kata kunci: *Gas pencemar Udara, Kesehatan Manusia*

ABSTRACT

Air pollutant gasses can be found from natural and result of human activities which has daily increasing according to the advanced of human population and the tecnology supporting for the satisfction of human life. Air pollution gasses which were more dominant to influence of human healt are: carbon monoxide (CO), nitrogen oxide (NO_x), sulfuric oxide (SO_x), hydrocarbon (HC), particulates and greenhouse gasses . These component can pollute the air as itself, or combination each other. The influence of air pollutant gasses to human health have direct concequences although be indirect such as; destroy the blood hemoglabin composotion, antrakosis disease, irritation of trachea or pneumokinosi desease, cardiovascular and cancer desease.

Key words: *Air pollution gasses, human health*

PENDAHULUAN

Udara merupakan campuran beberapa macam gas yang perbandingannya tidak tetap, tergantung pada keadaan suhu udara, tekanan udara dan lingkungan sekitarnya. Dalam udara terdapat oksigen (O₂) untuk bernafas, karbondioksida untuk proses fotosintesis oleh khlorofil daun dan ozon (O₃) untuk menahan sinar ultra violet.

Gas-gas lain yang terdapat dalam udara antara lain gas-gas mulia, nitrogen oksida, methana, belerang dioksida,

amonia, hidrokarbon dan gas rumah kaca yang sekarang ini menjadi perhatian besar dunia. Apabila susunan udara mengalami perubahan dari susunan keadaan normal dan kemudian mengganggu kehidupan manusia, hewan dan binatang serta tumbuhan, maka berarti udara telah tercemar. Pembangunan yang berkembang pesat dewasa ini , khususnya dalam industri dan teknologi, serta meningkatnya jumlah kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar fosil (minyak) menyebabkan

udara yang kita hirup di sekitar kita menjadi tercemar oleh gas-gas buangan hasil pembakaran.

Secara umum penyebab pencemar udara ada dua macam, yaitu: a. Karena faktor internal (secara alamiah) seperti: debu yang beterbangan akibat tiupan angin, abu (debu) yang dikeluarkan dari letusan gunung berikut gas-gas vulkanik dan proses pembusukan sampah organik dan lain-lain. b. Karena faktor eksternal (karena ulah manusia) seperti: hasil pembakaran bahan bakar fosil, debu/serbuk dari kagiatan industri dan pemakaian zat-zat kimia yang disemprotkan ke udara.

Pencemaran udara pada suatu tingkat tertentu dapat merupakan campuran dari satu atau lebih bahan pencemar, baik berupa padatan, cairan atau gas yang masuk terdispersi ke udara dan kemudian menyebar ke lingkungan sekitarnya. Kecepatan penyebaran ini sudah barang tentu akan tergantung pada keadaan geografi dan meteorologi setempat (Prawiro, 1988) . Udara yang benar-benar bersih sesuai harapan kesehatan kita terutama di kota-kota besar yang banyak industrinya dan padat lalu lintasnya sangat jauh dari harapan dan tidak akan pernah udara di kota menjadi bersih sebelum konversi bahan bakar fosil menjadi bahan bakar ramah lingkungan . Udara di kota sudah tercemar sehingga dapat merusak lingkungan terutama kesehatan manusia yang akibatnya daya dukung lingkungan juga berkurang sehingga kualitas hidup manusia semakin berkurang, yang diperparah dengan seiring meningkatnya pencemaran tanah dan air di sekitar kita.

Dampak yang ditimbulkan pencemaran udara ternyata sangat merugikan manusia sebagai makhluk omnivora yang sangat tergantung pada jalur makanan tetapi berada pula dalam

daur pencemaran tersebut. Berbagai jenis penyakit yang dapat ditimbulkan pada manusia dari pencemar udara di atas seperti; infeksi saluran pernafasan atas, paru-paru jadi rusak, hipertensi, jantung, kanker dan lain sebagainya.

PEMBAHASAN

1. Sumber Gas Pencemar Udara

Secara umum terdapat 2 sumber pencemaran udara yaitu pencemaran akibat sumber alamiah (natural sources), seperti letusan gunung berapi, dan yang berasal dari kegiatan manusia (antropogenic sources), seperti yang berasal dari transportasi, emisi pabrik, dan lain-lain.

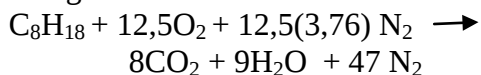
Di Indonesia sekarang ini kurang lebih 70% pencemaran udara di sebabkan emisi kendaraan bermotor yang mengeluarkan zat-zat berbahaya yang dapat menimbulkan dampak negative, baik terhadap kesehatan manusia maupun terhadap lingkungan, seperti timbal/timah hitam (Pb) Kendaraan bermotor menyumbang hampir 100% timbal. Pencemaran udara dapat terjadi dimana-mana, misalnya di dalam rumah, sekolah, dan kantor. Pencemaran ini sering disebut pencemaran dalam ruangan (indoor pollution). Sementara itu pencemaran di luar ruangan (outdoor pollution) berasal dari emisi kendaraan bermotor, industri, perkapalan, dan proses alami oleh makhluk hidup. Sumber pencemar udara dapat diklasifikasikan menjadi sumber diam dan sumber bergerak. Sumber diam terdiri dari pembangkit listrik, industri dan rumah tangga. Sedangkan sumber bergerak adalah aktifitas lalu lintas kendaraan bermotor dan transportasi laut. Dari data BPS tahun 1999, di beberapa propinsi terutama di kota-kota besar seperti Medan, Surabaya dan Jakarta, emisi kendaraan bermotor merupakan kontribusi terbesar terhadap konsentrasi

NO₂ dan CO di udara yang jumlahnya lebih dari 50%. Penurunan kualitas udara yang terus terjadi selama beberapa tahun terakhir menunjukkan kita bahwa betapa pentingnya digalakkan usaha-usaha pengurangan emisi ini

Menurut Wardhana, 1984 di dunia dikenal zat pencemar udara utama yang berasal dari kegiatan manusia berupa gas buangan hasil pembakaran bahan bakar fosil dan industri. Perkiraan persentase komponen pencemar udara utama di Indonesia khususnya transportasi dan industri yaitu :

- Karbon monoksida (CO) 70,50%
- Oksida Sulfur (SO_x) 0,9%
- Nitrogen Oksida (NO_x) 8,9%
- Partikulat sebesar 1,33%
- Hidrokarbon (HC) 18,34%
- Gas rumah Kaca (CH₄, CO₂ dan N₂O), tersebar dalam nilai persentase sumber utama.

Bahan bakar minyak paling banyak mengandung hidrokarbon jenuh dan sedikit belerang. Bahan bakar minyak yang baik adalah yang mengandung sedikit belerang. Bahan bakar mobil yang secara umum disebut bensin adalah senyawa HC yang kandungan oktana atau isooktannya tinggi. Dalam pembakaran bensin di dalam mesin mobil terjadi reaksi kimia sebagai berikut:



Angka 3,76 adalah harga perbandingan nitrogen dan oksigen di udara sebab pembakaran disini melibatkan N₂ di udara. Bila reaksi yang terjadi seperti di atas, reaksi pembakarannya disebut proses pembakaran yang *stoikiometris* dimana semua atom oksigen bereaksi sempurna dengan bahan bakar. Reaksi pembakaran yang stoikiometris seperti di atas dapat terjadi secara teoritis, namun dalam kenyataannya reaksi yang terjadi hanya

menghasilkan CO₂ dan H₂O saja. Karena adanya suhu tinggi pada pembakaran tersebut maka terjadi pula gas-gas lainnya seperti: H₂, C, CO, NH₃, NO, NO₂, SO₂, SO₃, H₂SO₄, OH dan O₃. Dengan udara luar hasil pembakaran bahan bakar fosil dapat menghasilkan komponen pencemar udara yang banyak. Apabila pada pembakaran tersebut jumlah oksigen yang digunakan kurang dari keperluan UPB (Udara/bahan bakar), maka ada sebagian bahan bakar fosil yang tak terbakar dan akan ikut keluar sebagai pencemar hidrokarbon (HC).

Pemakaian udara yang tidak stoikiometris dikenal istilah *Equivalent Ratio* (ER). ER merupakan perbandingan antara jumlah (bahan bakar/udara) yang digunakan dan jumlah (bahan bakar/udara) stoikiometris, pada saat pembakaran bahan bakar fosil dimana: ER = 1, berarti reaksi stoikiometris tepat = harga UPB ER < 1, berarti pemakaian udara kurang dari keperluan reaksi stoikiometris ER > 1, berarti pemakaian udara lebih dari keperluan reaksi stoikiometris. Penelitian yang dilakukan oleh Sawyer (1971), menunjukkan bahwa hC yang dibakar dengan udara adalah Heptana pada tekanan P=1 atm dan suhu T= 1500°K. Menunjukkan bahwa: pada harga ER > 1 terbentuk karbonmonoksida, pada ER < 1 terbentuk Nitrogen Oksida. Pada ER = 1, dan tekanan udara P = 1 atm dengan menaikkan suhu maka akan terjadi perubahan komponen gas buang pada hasil pembakaran tersebut, karena adanya kenaikan suhu berarti adanya tambahan panas yang bersifat katalisator kecepatan reaksi.

a. Karbon Monoksida(CO)

Asap kendaraan merupakan sumber utama bagi karbon monoksida di berbagai perkotaan. Data

mengungkapkan bahwa 60% pencemaran udara di Jakarta disebabkan karena benda bergerak atau transportasi umum yang berbahan bakar solar terutama berasal dari Metromini. Formasi CO merupakan fungsi dari rasio kebutuhan udara dan bahan bakar dalam proses pembakaran di dalam ruang bakar mesin diesel. Percampuran yang baik antara udara dan bahan bakar terutama yang terjadi pada mesin-mesin yang menggunakan Turbocharge merupakan salah satu strategi untuk meminimalkan emisi CO. CO yang meningkat di berbagai perkotaan dapat mengakibatkan turunnya berat janin dan meningkatkan jumlah kematian bayi serta kerusakan otak. Karena itu strategi penurunan kadar karbon monoksida akan tergantung pada pengendalian emisi seperti penggunaan bahan katalis yang mengubah bahan karbon monoksida menjadi karbon dioksida dan penggunaan bahan bakar terbarukan yang rendah polusi bagi kendaraan bermotor

b. Nitrogen Oksida(NOx)

Ada $2,3 \times 10^{15}$ g N_2O (Warneck 1988) masuk ke atmosfer pertahun yang diproduksi pertahunnya sebesar 20×10^{12} g dengan waktu tinggal rata-rata N_2O di atmosfer lebih dari 100 tahun (Cicerone, 1987) sehingga mempunyai waktu yang panjang untuk bercampur dengan bahan pencemar udara lainnya yang menghasilkan campuran pencemar yang lebih berbahaya bagi manusia. Sampai tahun 1999 NOx yang berasal dari alat transportasi laut di Jepang menyumbangkan 38% dari total emisi NOx (25.000 ton/tahun). NOx terbentuk atas tiga fungsi yaitu Suhu (T), Waktu Reaksi (t), dan konsentrasi Oksigen (O_2), $NOx = f(T, t, O_2)$. Secara teoritis ada 3 teori yang mengemukakan terbentuknya NOx, yaitu:

1. Terbentuk karena Thermal NOx (Extended Zeldovich Mechanism). Proses ini disebabkan gas nitrogen yang beroksidasi pada suhu tinggi pada ruang bakar (>1800 K). Thermal NOx ini didominasi oleh emisi NO ($NOx = NO + NO_2$).
2. PromptNO
Formasi NOx ini akan terbentuk cepat pada zona pembakaran.
3. FuelNOx
NOx formasi ini kandungan N dalam bahan bakar.

Menurut (Schlesinger and William, 1991) bahwa kira-kira 90% dari emisi NOx adalah disebabkan proses thermal NOx, dan tercatat bahwa dengan penggunaan HFO (Heavy Fuel Oil), bahan bakar yang biasa digunakan di kapal, menyumbangkan emisi NOx sebesar 20-30%. Nitrogen oksida yang ada di udara yang dihirup oleh manusia dapat menyebabkan kerusakan paru-paru. Setelah bereaksi dengan atmosfer zat ini membentuk partikel-partikel nitrat yang amat halus yang dapat menembus bagian terdalam paru-paru. Selain itu zat oksida ini jika bereaksi dengan asap bensin yang tidak terbakar dengan sempurna dan zat hidrokarbon lain akan membentuk ozon rendah atau smog kabut berawan coklat kemerahan yang menyelimuti sebagian besar kota di dunia.

c. SOx (SulfurOxide:SO₂,SO₃)

Emisi SOx terbentuk dari fungsi kandungan sulfur dalam bahan bakar, selain itu kandungan sulfur dalam pelumas, juga menjadi penyebab terbentuknya SOx emisi. Struktur sulfur terbentuk pada ikatan aromatic dan alkyl. Dalam proses pembakaran sulfur dioxide dan sulfur trioxide terbentuk dari reaksi:

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$

$$SO_2 + 1/2O_2 \longrightarrow SO_3$$

Kandungan SO₃ dalam SOx sangat kecil

sekali yaitu sekitar 1-5%. Gas yang berbau tajam tapi tidak berwarna ini dapat menimbulkan serangan asma, gas ini pun jika bereaksi di atmosfer akan membentuk zat asam. Badan WHO PBB menyatakan bahwa pada tahun 1987 jumlah sulfur dioksida di udara telah mencapai ambang batas yang ditetapkan oleh WHO.

d. HydroCarbon (HC)

Pada mesin, emisi Hidrokarbon (HC) terbentuk dari bermacam-macam sumber. Tidak terbakarnya bahan bakar secara sempurna, tidak terbakarnya minyak pelumas silinder adalah salah satu penyebab munculnya emisi HC. Emisi HC pada bahan bakar HFO yang biasa digunakan pada mesin-mesin diesel besar akan lebih sedikit jika dibandingkan dengan mesin diesel yang berbahan bakar Diesel Oil (DO). Emisi HC ini berbentuk gas metan (CH_4).

e. Partikulat Matter(PM)

Partikel debu dalam emisi gas buang terdiri dari bermacam-macam komponen. Bukan hanya berbentuk padatan tapi juga berbentuk cairan yang mengendap dalam partikel debu. Partikel-partikel lautan banyak masuk ke atmosfer sebagai hasil penyerapan dari gelembung-gelembung air dan garam-garam mengkristal membentuk aerosol garam laut yang bersusunan kimiawi air laut (Glass dan Matteson 1973). Selain itu ada debu tanah melalui proses pembakaran, debu terbentuk dari pemecahan unsur hidrokarbon dan proses oksidasi setelahnya. Dalam debu tersebut terkandung debu sendiri dan beberapa kandungan metal oksida. Dalam proses ekspansi selanjutnya di atmosfer, kandungan metal dan debu tersebut membentuk partikulat. Beberapa unsur

kandungan partikulat adalah karbon, SOF (Soluble Organic Fraction), debu, SO_4 , dan H_2O . Sebagian benda partikulat keluar dari cerobong pabrik sebagai asap hitam tebal, tetapi yang paling berbahaya adalah butiran-butiran halus sehingga dapat menembus bagian terdalam paru-paru. Diketahui juga bahwa di beberapa kota besar di dunia perubahan menjadi partikel sulfat di atmosfer banyak disebabkan karena proses oksida oleh molekul sulfur. Partikel debu bervariasi ukurannya dan tempat tinggalnya di udara atau di bumi. Partikel lebih kecil ukurannya dan sulit mengendap dalam air akan tinggal lama di udara dan menyebar secara global mengikuti arus angin yang membawanya.

f. Gas Rumah Kaca (CH_4 , CO_2 , N_2O)

Gas rumah kaca merupakan suatu istilah yang tepat digunakan pada gas-gas yang menyebabkan peningkatan suhu bumi. Gas-gas ini terdapat di udara membentuk suatu perisai yang membendung panas bumi yang ditimbulkan oleh aktivitas manusia dan alam itu sendiri, tetapi panas bumi ini tidak dapat lepas ke udara hingga batas tertinggi sebab adanya gas-gas ini yang membendungnya sehingga panas bumi terperangkap dan terpantul kembali ke bumi sehingga bumi semakin tinggi suhunya. Semua gas-gas rumah kaca ini merupakan hasil buang pembakaran bahan bakar fosil dan aktivitas alam yang sampai saat ini sulit dikendalikan sebab penggunaan bahan bakar fosil/minyak tetap meningkat dengan pesat.

2. Teknologi Penanggulangan Emisi dari Kendaraan

Secara sekilas teknologi penanggulangan emisi dari mesin dapat dikategorikan menjadi dua bagian besar yaitu; Pengurangan emisi metoda primer dan

Pengurangan emisi metoda sekunder.

Untuk pengurangan emisi metoda primer adalah:

Berdasarkan bahan bakar :

- Penggunaan bahan bakar yang rendah Nitrogen dan Sulfur termasuk penggunaan non fossil fuel
- Penggalangan penggunaan Non Petroleum Liquid Fuels
- Penggunaan angka cetan yang tinggi bagi motor diesel dan angka oktan bagi motor bensin
- Penggunaan bahan bakar Gas
- Penerapan teknologi emulsifikasi (pencampuran bahan bakar dengan air atau lainnya)

Berdasarkan Perlakuan Udara :

- Penggunaan teknologi Exhaust Gas Recirculation (EGR)
- Pengaturan temperature udara yang masuk pada motor
- Humidifikasi

Berdasarkan Proses Pembakaran :

- Modifikasi pada pompa bahan bakar dan sistem injeksi bahan bakar
- Pengaturan waktu injeksi bahan bakar
- Pengaturan Injeksi langsung air ke dalam ruang pembakaran

Sementara itu pengurangan emisi metoda sekunder adalah :

- Penggunaan Selective Catalytic Reduction (SCR)
- Penerapan teknologi Sea Water Scrubber untuk aplikasi di kapal
- Penggunaan katalis ukuran droplet dari bahan bakar yang diinjeksikan
- Magnet yang dipasang pada pipa bahan bakar
- Penggunaan katalis pada pipa gas buang kendaraan bermotor.

3. Dampak Pencemaran Udara Bagi Kesehatan Manusia

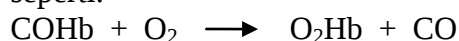
Dampak pencemaran saat ini merupakan masalah sangat serius yang dihadapi oleh negara-negara industri.

Berikut diuraikan dampak pencemaran udara terhadap kesehatan manusia dari beberapa gas pencemar udara.

a. Dampak pencemar oleh gas karbonmonoksida, CO.

Gas CO yang tidak dapat dikenali baik secara fisika karena tidak berbau, tidak berasa dan tidak berwarna sehingga menyulitkan kita untuk mengantisipasi bahaya keracunan yang ditimbulkan. Gas CO dapat berupa cairan pada suhu - 192°C. Di udara terdapat gas CO yang sangat sedikit, hanya sekitar 0,1 ppm. Di perkotaan yang padat kendaraan bermotor konsentrasi gas CO sekitar 10-15 ppm yang dapat mengakibatkan turunnya berat janin dan meningkatkan jumlah kematian bayi serta kerusakan otak. Selain itu gas CO dapat mengikat hemoglobin darah mengganti posisi oksigen (COHb) bila terhisap masuk ke paru-paru, mengakibatkan fungsi vital darah sebagai pengangkut oksigen terganggu karena ikatan gas CO dengan hemoglobin darah lebih kuat 140 kali dibandingkan dengan oksigen. Keadaan ini menyebabkan darah menjadi lebih mudah menangkap gas CO dan menyebabkan fungsi vital darah sebagai pengangkut oksigen terganggu.

Keracunan gas CO dapat ditandai dari keadaan yang ringan berupa pusing, sakit kepala dan mual. Keadaan yang lebih berat: menurunnya kemampuan gerak tubuh, gangguan pada sistem kardiovaskuler, serangan jantung sampai pada kematian. Untuk menolong penderita kategori ringan yaitu dengan memberi kesempatan menghisap udara bersih(segar) agar CO dalam Hb darah dapat terganti oleh oksigen, sebab kerja reaksi Hb dengan gas CO dan O₂ bersifat reaksi kesetimbangan diperlihatkan seperti:



b. Dampak pencemar Nitrogen Oksida (Nox)

Gas nitrogen oksida ada dua macam yaitu: gas nitrogen monoksida (NO) dan gas nitrogen dioksida (NO₂). Keduanya mempunyai sifat berbeda dan sangat berbahaya bagi kesehatan. Gas NO sulit diamati secara visual karena tidak berbau dan tidak berwarna. Sifat racun gas ini pada konsentrasi tinggi menyebabkan gangguan pada syaraf sehingga menimbulkan kejang-kejang, bila keracunan terus berlanjut mengakibatkan kelumpuhan. Sedangkan untuk gas NO₂ empat kali lebih berbahaya dari pada gas NO. Organ tubuh yang paling peka terhadap gas NO₂ adalah paru-paru, paru-paru yang terkontaminasi dengan NO₂ akan membengkak sehingga penderita sulit bernafas yang dapat mengakibatkan kematian. Pada konsentrasi rendah gas NO₂ juga menyebabkan iritasi pada mata yang menyebabkan mata perih dan berair.

c. Dampak Pencemar Belerang Oksida (SOx)

Ada dua macam gas SOx yaitu gas SO₂ dan gas SO₃. Pembakaran menghasilkan gas SO₂ lebih banyak dari pada gas SO₃, namun dengan udara SO₂ lebih cepat membentuk SO₃ sehingga gas ini akan menjadi banyak juga di udara. Gas SOx sangat berbahaya bagi manusia terutama pada konsentrasi di atas 0,4 ppm. Akibat yang ditimbulkan jika mengganggu kesehatan manusia adalah; gangguan sistem pernafasan, karena gas SOx yang mudah menjadi asam menyerang selaput lendir pada hidung, tenggorokan dan saluran pernafasan yang lain sampai ke paru-paru. Pada konsentrasi 1-2 ppm, bagi orang yang sensitif serangan gas SOx ini menyebabkan iritasi pada bagian tubuh yang terkena langsung. Namun bagi

orang yang cukup kebal akan terasa teriritasi pada konsentrasi 6 ppm dengan waktu pemaparan singkat. Pemaparan dengan SOx lebih lama dapat menyebabkan peradangan yang hebat pada selaput lendir yang diikuti oleh kelumpuhan sistem pernafasan, kerusakan dinding epitelium dan pada akhirnya diikuti oleh kematian.

d. Dampak Pencemar Hidrokarbon (HC)

Sebenarnya HC dalam jumlah sedikit tidak membahayakan kesehatan manusia, walaupun bersifat toksik, kecuali dalam jumlah banyak di udara dan tercampur dengan bahan pencemar lain maka sifat toksiknya akan meningkat. HC berupa gas lebih toksik dibanding dalam wujud cairan dan padatan. Bila HC padatan (partikel) dan cairan bercampur dengan pencemar lain akan membentuk ikatan-ikatan kimia baru yang sering disebut Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH). PAH ini merangsang terbentuknya sel-sel kanker bila terhisap masuk ke paru-paru, dan PAH yang bersifat karsinogenik ini banyak terdapat di daerah industri dan daerah padat lalu lintasnya, yang bersumber utama dari gas buangan hasil pembakaran bahan bakar fosil. Toksisitas HC aromatik lebih tinggi dari pada HC alisiklik. Dalam keadaan gas HC, dapat menyebabkan iritasi pada membran mukosa dan menimbulkan infeksi paru-paru bila terhisap.

e. Dampak Pencemar Partikel.

Partikel-partikel pencemar udara sangat merugikan manusia. Pada umumnya udara yang telah tercemar oleh partikel dapat menimbulkan berbagai macam penyakit saluran pernapasan atas atau pneumokoniosis. Ukuran partikel yang masuk ke paru-paru akan

menentukan letak penempelan atau pengendapan tersebut, mulai dari nukuran besar 5 mikron sampai ukuran terkecil yaitu lebih kecil 1 mikron akan masuk ke dalam saluran pernapasan dan paru-paru menempel pada alveoli dan masa inkubasinya dalam tubuh selama 2-4 tahun. Penyakit pneumokoniosis bermacam-macam tergantung dari jenis partikel debu yang masuk ke dalam paru-paru, dan jenis yang sering dijumpai di daerah yang memiliki banyak kegiatan industri dan teknologi yaitu: silikosis yang disebabkan pencemara debu silika SiO_2 , asbestosis merupakan pencemar debu atau serat asbes terutama dari magnesium silikat, bisinosis penyakit yang disebabkan oleh debu kapas di udara, dan antrakosis adalah penyakit saluran pernapasan yang disebabkan oleh debu batubara.

f. Dampak Gas Rumah Kaca (CH_4 , CO_2 dan N_2O)

Apabila lapisan ozon rusak, maka sifat ozon sebagai penyaring sinar ultra violet tidak akan berfungsi lagi, sehingga sinar ultra violet yang tidak tersaring oleh lapisan ozon akan terus ke bumi dan merusak kulit manusia seperti iritasi dan kanker kulit. Gas rumah kaca disertai rusaknya lapisan ozon di stratosfir menaikkan suhu bumi yang disebabkan oleh meningkatnya jumlah karbondioksida CO_2 , CH_4 dan N_2O di udara yang biasa disebut efek rumah kaca. Kadar CO_2 pada 100 tahun yang lalu hanya sebesar 290 ppm. Setiap 40 tahun akan terjadi perubahan iklim di muka bumi antara lain ditandai dengan naiknya suhu bumi sebesar $0,5^\circ\text{C}$ setiap 40 tahunnya. Apabila kenaikan kadar CO_2 tidak dicegah maka bencana karena kenaikan suhu bumi dapat cepat terjadi yaitu mencairnya es yang ada di kutub sehingga permukaan air laut naik, garis

pantai akan bergeser naik sehingga tempat-tempat yang terletak di tepi pantai akan tenggelam.

Beberapa psikolog mengemukakan bahwa dampak dari pada efek rumah kaca ini adalah terjadinya peningkatan emosional dan temperamental bagi manusia, seperti kurang sabar atau cepat marah, pikiran pendek dan cepat bertindak anarkhis sehingga mengganggu ketenangan orang lain yang pada akhirnya menyebabkan depresi, tekanan darah meningkat dan stroke. Gejala ini secara umum penderita tidak menyadari berikut akibatnya terhadap kesehatan.

PENUTUP

Kemajuan industri dan teknologi dimanfaatkan manusia untuk meningkatkan kualitas hidupnya. Namun pada sisi lain manusia juga sudah mulai ketakutan akan adanya pencemaran lingkungan baik pencemaran tanah, air dan udara yang kesemuanya saling keterhubungan satu sama lain sebagai suatu keastuan alam yang tidak dapat dipisahkan. Dampak pencemaran lingkungan tidak hanya berpengaruh pada lingkungan alam saja, tetapi tanaman, hewan dan manusia sebagai makhluk tertinggi sekaligus pelaku utama pencemar yang lebih merasakannya dampak pencemar tersebut.

Dampak pencemar udara saat ini merupakan masalah serius yang dihadapi oleh negara-negara industri. Bahan pencemar udara sangat berbahaya sebab umumnya berupa gas yang sangat toksik, mudah bereaksi dan menyebar sesuai arah angin, suhu dan tekanan seperti gas CO, Nox, SOx, Hidrokarbon, Gas rumah kaca dan partikel.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di beberapa kota di Indonesia dan beberapa kota di dunia (tahun 1980 – 2000) seperti Amerika, kematian yang

disebabkan oleh pencemaran udara di atas mencapai angka sekitar 60.000 orang pertahunnya. Penyakit yang diderita pada umumnya adalah: infeksi saluran pernapasan atas, paru-paru, gangguan kardiovaskuler, mati mendadak oleh gas CO, hipertensi dan stroke, kanker, radang tenggorokan dan saluran pernapasan yang kronis, bronchitis dan TBC. Angka di atas cukup mengerikan karena bersaing keras dengan angka kematian yang disebabkan oleh penyakit jantung, dan HIV- AIDS serta penyakit menular lainnya yang sedang mewabah di era terakhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, 2002, Sumber dan Standar Kesehatan Emisi Gas Buang.
- Cicerone, R.J. 1988. Biogeochemical aspects of atmospheric methane, *Global Biogeochemical Cycles* 2: 299-327
- Glass, S.J. and Matteson. 1973. Ion enrichment in aerosols dispersed from bursting bubbles in aqueous salt solution. *Tellus* 25: 272-280
- Prawiro, Ruslan H. 1988. *Ekologi Pencemaran Lingkungan*, Satya Wacana, Semarang.
- Schlesinger, William. 1990. *Biogeochemistry An Analysis Of Global Change*, Duke University, Durham, North Carolina. Academic Press.
- Tempo Interaktif. 2008. *Metromini Penyebab Pencemaran Udara Terbesar di Jakarta*.
- Warneck.P. 1988. *Chemistry of the natural atmosphere*. Academic Press, London.
- Arya W.W., 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Andi Yogyakarta