

## **DAMPAK NO<sub>x</sub> TERHADAP LINGKUNGAN**

**Oleh :  
I Gede Oka Darmayasa**

### **Abstraks**

Komponen-komponen bahan pencemar utama yang menimbulkan pencemaran udara adalah Karbon Monoksida (CO), Oksida Nitrogen (NOX), Hidro Karbon (HC), Oksida Sulfur (SOX) dan Partikulat.

NO<sub>2</sub> adalah gas yang toxis bagi manusia, efek yang terjadi tergantung pada dosis serta lamanya pemaparan yang diterima seseorang. Hewan percobaan yang diberi NO dengan dosis yang sangat tinggi akan memperlihatkan gejala paralisi sistem syaraf dan konvulsi.

Adanya NOX di atmosfer akan mengakibatkan kerusakan tanaman, tetapi sukar ditentukan apakah kerusakan tersebut diakibatkan langsung oleh NOX atau karena polutan sekunder yang diperoleh dalam siklus fotolitik NO<sub>2</sub>.

Efek yang dapat ditimbulkan umumnya mengenai organ pernafasan yaitu paru-paru, dan efek yang diterima seseorang atau hewan maupun tumbuhan tergantung pada dosis dan lamanya pemaparan. Pengendalian yang dilakukan umumnya modifikasi kondisi pembakaran untuk menurunkan jumlah NOX yang dihasilkan dan menghilangkan NOX dengan pemanfaatan alat-alat perlengkapan dan aliran pembuangan gas.

**Kata kunci: Oksida Nitrogen, Pengaruh Terhadap Lingkungan**

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Udara yang kita hirup setiap hari merupakan gas yang tidak kelihatan, tidak berasa, tidak berbau dan udara ini hampir tidak pernah didapatkan bersih di alam. Udara selalu dicemari dengan berbagai tingkat pencemaran baik pencemaran secara ilmiah seperti gunung api, pembusukan pada tumbuh-tumbuhan dan lain sebagainya, maupun pencemaran akibat aktifitas manusia untuk menunjang kehidupan seperti pembuangan sampah, gas-gas buangan pada industri, transportasi dan sebagainya.

Pencemaran udara dapat diartikan sebagai kehadiran di atmosfer dari satu zat atau lebih zat pencemar baik padat, cair maupun gas, dalam kuantitas,

karakteristik dan lamanya dapat membahayakan manusia, tanaman, binatang atau benda-benda milik, atau dimana secara tidak langsung mengganggu kenyamanan hidup dan benda-benda milik.

Bahan pencemar udara ini dapat tersebar secara cepat dalam jumlah yang besar ke udara, atau berkumpul dalam berbagai konsentrasi di suatu tempat, tergantung keadaan geografi dan keadaan klimatologi setempat. Komponen-komponen bahan pencemar utama yang menimbulkan pencemaran udara adalah:

1. Karbon Monoksida (CO)
2. Oksida Nitrogen (NO<sub>x</sub>)
3. Hidro Karbon (HC)
4. Oksida Sulfur (SO<sub>x</sub>)
5. Partikulat.

Dalam hal kegiatan manusia yang berhubungan dengan pencemaran udara, didapatkan bahwa transportasi merupakan aktifitas yang mempunyai efek paling buruk dibanding aktifitas lain seperti: industri, pembakaran sampah dan lain sebagainya. Kendaraan bermotor sebagai bagian dari transportasi mengeluarkan gas buang berupa emisi zat pencemar udara yang berharga tinggi, terutama zat buang karbon Monoksida, Hidro karbon dan Oksida Nitrogen disamping Oksida Sulfur, Partikulat dan Plumbum yang relatif kecil.

Oksida Nitrogen yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor seluruhnya berasal dari saluran gas buangnya (knalpot), kemudian zat tersebut akan mencemari udara mengikuti klimatologi yang ada, terutama arah dan kecepatan angin.

## **II. NITROGEN OKSIDE (NO<sub>x</sub>)**

### **2.1. Sumber Polusi Nitrogen Okside**

Dari penelitian yang pernah dilakukan didapatkan bahwa sumber dan kuantitas dari nitrogen okside dilaporkan seperti dalam tabel berikut:

**Table : Sources and quantities oxides of nitrogen**

Source	Emission 10 tonnesey				
	1968	1970	1975	1977	1980
Transportation	7.5	10.1	9.2	9.2	9.1
Fuel combustion in stationary sources (power and heating)	9.2	8.6	11.8	13.0	10.6
Industrial processes	0.2	0.2		0.7	0.7
Solid-waste disposal and miscellaneous	2.1	0.7			0.3
Total	19.0	19.6	21.0	23.1	20.7

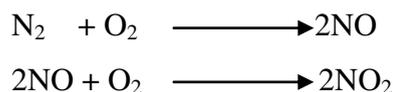
Source? From Third Annual Report [7.9]. EPA [7.76] and Twelfth Annual report [7.12].

Sumber utama nitrogen okside adalah pembakaran, dan kebanyakan pembakaran disebabkan oleh kendaraan, produksi energi dan pengelolaan sampah. Dari pencatatan yang dilakukan didapatkan konsentrasi  $\text{NO}_x$  didaerah perkotaan biasanya 10-100 kali lebih tinggi dari konsentrasi yang ada di daerah pedesaan. Beberapa pencatatan tentang konsentrasi puncak keseluruhan  $\text{NO}_x$  dilaporkan di Los Angeles mencapai 3,75 ppm, Nearby Burbank 2 ppm, New Orleans 0,63 ppm dan di Phoenix mencapai 0,8 ppm. Konsentrasi maksimum biasanya terjadi pada musim dingin, kecepatan angin rendah dan berkurangnya sinar matahari (solar radiation).

## 2.2. Pembentukan Nitrogen Okside

Nitrogen okside ( $\text{NO}_x$ ) adalah kelompok gas yang terdapat di atmosfer yang terdiri dari gas nitrik (NO) dan nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ). Walaupun bentuk nitrogen okside lainnya ada, tetapi kedua gas ini yang paling banyak ditemui sebagai polutan udara. Nitrik okside merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak berbau, sebaliknya nitrogen dioksida mempunyai warna coklat kemerahan dan mempunyai bau yang tajam.

Okside yang lebih rendah, yaitu NO, terdapat di atmosfer dalam jumlah lebih besar daripada NO<sub>2</sub>. Pembentukan NO dan NO<sub>2</sub> mencakup reaksi antara nitrogen dan oksigen di udara sehingga membentuk NO, kemudian reaksi selanjutnya antara NO dengan lebih banyak oksigen membentuk NO<sub>2</sub>. Persamaan reaksinya adalah sebagai berikut:

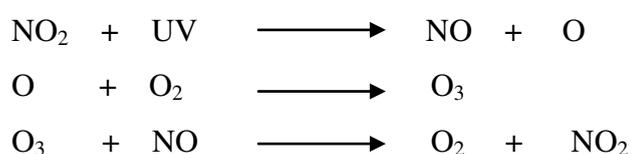


Udara terdiri dari sekitar 80 % volume nitrogen dan 20 % volume oksigen. Pada suhu kamar kedua gas ini hanya sedikit mempunyai kecenderungan untuk bereaksi satu sama lain. Pada suhu yang lebih tinggi (di atas 1210°C) keduanya dapat bereaksi membentuk nitrik okside dalam jumlah tinggi sehingga mengakibatkan polusi udara. dalam proses pembakaran, suhu yang digunakan biasanya mencapai 1210-1765°C dengan adanya udara, oleh karena itu reaksi ini merupakan sumber NO yang penting. Jadi reaksi pembentukan NO merupakan hasil samping dalam proses pembakaran.

Jumlah NO yang terdapat di udara dalam keadaan ekuilibrium dipengaruhi oleh suhu pembakaran, lamanya gas hasil pembakaran terdapat pada suhu tersebut, dan jumlah oksigen berlebih yang tersedia. Semakin tinggi suhu pembakaran, semakin tinggi pula konsentrasi NO pada keadaan ekuilibrium.

### 2.3. Penyebaran Nitrogen Oksida

Konsentrasi NO di udara dalam suatu kota bervariasi tergantung dari sinar matahari, fenomena meteorologi dan aktifitas kendaraan. Sebelum matahari terbit konsentrasi NO dan NO<sub>2</sub> tetap stabil, segera setelah aktifitas manusia meningkat di pagi hari konsentrasi NO dengan cepat meningkat terutama karena meningkatnya aktifitas lalu lintas. Kemudian dengan meningkatnya radiasi solar/sinar matahari konsentrasi NO<sub>2</sub> naik dan memuncak. Reaksinya sebagai berikut :



Segera setelah energi matahari tidak tersedia untuk mengubah NO menjadi NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> yang telah terakumulasi sepanjang hari akan bereaksi dengan NO, dan mengakibatkan konsentrasi NO<sub>2</sub> meningkat lagi, dengan penurunan konsentrasi O<sub>3</sub>.

### **Siklus Fotolitik Nitrogen Dioksida**

Berbagai pengaruh merugikan yang ditimbulkan karena polusi NO<sub>x</sub> bukan disebabkan oleh oksida tersebut, tetapi karena peranannya dalam pembentukan oksidan fotokimia yang merupakan komponen berbahaya di dalam asap. Produksi oksidan tersebut terjadi jika terdapat polutan-polutan lain yang mengakibatkan reaksi-reaksi yang melibatkan NO dan NO<sub>2</sub>. Reaksi-reaksi tersebut disebut siklus fotolitik NO<sub>2</sub> dan merupakan akibat langsung dari intraksi antara sinar matahari dengan NO<sub>2</sub>. Tahap-tahap reaksi tersebut adalah :

1. NO<sub>2</sub> mengabsorpsi energi dalam bentuk sinar ultraviolet dan matahari.
2. Energi yang diabsorpsi tersebut memecah molekul-molekul NO<sub>2</sub> menjadi molekul-molekul NO dan atom-atom oksigen (O). Atom oksigen yang terbentuk bersifat sangat reaktif.
3. Atom-atom oksigen akan bereaksi dengan oksigen atmosfer (O<sub>2</sub>) membentuk ozon (O<sub>3</sub>) yang merupakan polutan atmosfer.
4. Ozon akan bereaksi dengan NO membentuk NO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> sehingga reaksi menjadi lengkap.

Pengaruh dari siklus tersebut diatas adalah terjadinya siklus NO<sub>2</sub> secara cepat, dan jika tidak terdapat reaktan lainnya di atmosfer, siklus tersebut tidak akan berpengaruh apapun. Konsentrasi NO dan NO<sub>2</sub> di udara tidak akan berubah karena O<sub>3</sub> dan NO akan terbentuk dan hilang dengan jumlah yang seimbang.

Reaksi yang mungkin mengganggu terhadap siklus fotolitik tersebut adalah jika terdapat hidrokarbon yang sering dihasilkan bersama-sama dengan sumber NO<sub>x</sub>. Hidrokarbon akan berintraksi sedemikian rupa sehingga siklus tersebut menjadi tidak seimbang sehingga NO akan diubah menjadi NO<sub>2</sub> dengan kecepatan lebih tinggi daripada disosiasi NO<sub>2</sub> dan O.

Hasil reaksi antar O dengan hidrokarbon merupakan produk intermediat yang sangat reaktif yang disebut hidrokarbon radikal bebas ( $RO_2$ ). Radikal bebas semacam ini dapat bereaksi lebih lanjut dengan berbagai komponen termasuk  $NO_2$ ,  $O_2$ ,  $O_3$  dan hidrokarbon lainnya. Beberapa reaksi yang mungkin terjadi diantara bermacam-macam reaksi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Radikal bebas bereaksi cepat dengan NO membentuk  $NO_2$ . Karena NO dihilangkan dari siklus tersebut, akibatnya mekanisme normal untuk menghilangkan  $O_3$  dan siklus tidak terjadi, sehingga konsentrasi  $O_3$  meningkat.
2. Radikal bebas dapat bereaksi dengan  $O_2$  dan  $NO_2$  membentuk peroksiasilnitrat.
3. Radikal bebas dapat bereaksi dengan hidrokarbon lainnya dan komponen oksigen membentuk komponen-komponen organik lainnya yang tidak diinginkan.

Campuran produk-produk sebagai akibat gangguan hidrokarbon di dalam siklus fotolitik  $NO_2$  disebut dengan Smog fotokimia, yaitu terdiri dari kumpulan  $O_3$ , CO, PAN dan komponen-komponen organik lainnya termasuk aldehid, keton dan alkil nitrat.

#### **2.4. Pengaruh $NO_x$ Terhadap Manusia**

Kedua bentuk Nitrogen Oksida, yaitu NO dan  $NO_2$  sangat berbahaya terhadap manusia. Penelitian aktifitas mortalitas kedua komponen tersebut menunjukkan bahwa  $NO_2$  empat kali lebih beracun daripada NO. Selama, ini belum pernah dilaporkan terjadinya keracunan NO yang mengakibatkan kematian. Pada konsentrasi yang normal ditemukan di atmosfer, NO tidak mengakibatkan iritasi dan tidak berbahaya, tetapi pada konsentrasi udara ambient yang normal NO dapat mengalami oksidasi menjadi  $NO_2$  yang lebih beracun.

$NO_2$  adalah gas yang toksik bagi manusia, efek yang terjadi tergantung pada dosis serta lamanya pemaparan yang diterima seseorang. Dari penelitian yang dilakukan Haber's dinyatakan dalam rumus;

$$C \times T = K \text{ dimana ; } \begin{aligned} C &= \text{Konsentrasi dan Nitrogen Dioksida} \\ T &= \text{Waktu pemaparan} \\ K &= \text{Konstanta} \end{aligned}$$

Contoh: selama 15 menit pemaparan 420 ppm nitrogen dioksida membunuh 50 % binatang-binatang, Habber's menyebutkan satu kemungkinan yaitu 105 ppm selama 1 jam atau 26 ppm selama 4 jam akan membunuh 50 % binatang-binatang selama terpapar. Konsentrasi  $\text{NO}_2$  yang berkisar antara 50-100 ppm dapat menyebabkan peradangan paru-paru bila manusia terpapar selama beberapa menit saja. Pada fase ini orang masih sembuh kembali dalam waktu 6 - 8 minggu. Konsentrasi 150-200 ppm dapat menyebabkan penempatan Bronchili dan disebut "Bronchilitis fibrosis obliterans". Orang dapat meninggal dalam waktu 3 - 5 minggu setelah pemaparan. Konsentrasi lebih dari 500 ppm dapat mematikan dalam waktu 2-10 hari. Hal ini sering dialami petani yang memasuki gudang makanan ternak (silo) dimana terjadi akumulasi gas  $\text{NO}_2$ , oleh karenanya penyakit paru-paru ini dikenal sebagai "Silo filler's disease".

### **2.5. Pengaruh $\text{NO}$ Terhadap Hewan**

Hewan percobaan yang diberi  $\text{NO}$  dengan dosis yang sangat tinggi akan memperlihatkan gejala paralisi sistem syaraf dan konvulsi. Penelitian lainnya menunjukkan bahwa tikus yang diberi  $\text{NO}$  sampai jumlah 2500 ppm akan hilang kesadarannya setelah 6-7 menit, tetapi jika kemudian diberi udara segar akan sembuh kembali setelah 46 menit. Tetapi jika pemberian  $\text{NO}$  pada konsentrasi tersebut dilakukan selama 12 menit, pengaruhnya tidak akan dapat dihilangkan kembali, dan semua tikus yang diuji akan mati. Pemaparan pendek pada tikus dengan konsentrasi 0,5 ppm nitrogen dioksida selama 4 jam atau 1 ppm selama 1 jam cukup untuk menghasilkan perubahan jaringan dalam paru-paru (Thomas et al., 1967). Percobaan lain pada kelinci yang terpapar 4 jam sehari dalam 6 hari dengan konsentrasi 0,25 ppm nitrogen dioksida menghasilkan perubahan struktural di dalam collagen paru-paru yang telah dibuktikan dengan mikroakopi elektron (Mueller and Hichcock, 1969), perubahan ini masih terlihat 1 hari setelah akhir pemaparan.

Pemaparan pada kera-kera selama 2 jam pada 10 - 50 ppm nitrogen dioksida menghasilkan luka primer dalam alveoli (Henry et al., 1969) tingkat kerusakan berhubungan dengan konsentrasi nitrogen dioksida. Paru-paru kera ini

memperlihatkan vesicular ekstrim melebar/mengempis pada alveoli limphocyte infiltration. Pemaparan kronis dari konsentrasi nitrogen dioksida akan menghasilkan edema paru-paru. Emphysema seperti luka juga didapatkan didalam paru-paru anjing yang terpapar selama 6 bulan dengan konsentrasi 25 ppm nitrogen dioksida (Riddick et al., 1968). Dan penelitian yang dilakukan didapatkan bahwa pemberian konsentrasi nitrogen dioksida lebih dari 100 ppm bersifat lethal terhadap kebanyakan hewan, dan 90 % kematian tersebut disebabkan oleh gejala edema pulmonari. Konsentrasi yang lebih besar dari 800 ppm atau lebih mengakibatkan kematian 100 % pada hewan percobaan dalam waktu 29 menit atau kurang.

## **2.6. Pengaruh NO<sub>x</sub> Terhadap Tanaman**

Adanya NO<sub>x</sub> di atmosfer akan mengakibatkan kerusakan tanaman, tetapi sukar ditentukan apakah kerusakan tersebut diakibatkan langsung oleh NO<sub>x</sub> atau karena polutan sekunder yang diperoleh dalam siklus fotolitik NO<sub>2</sub>. Beberapa polutan sekunder diketahui bersifat sangat merusak tanam-tanaman. Percobaan dengan fumigasi tanam-tanaman dengan NO<sub>2</sub> menunjukkan terjadinya bintik bintik pada daun jika digunakan konsentrasi 1,0 ppm, sedangkan dengan konsentrasi yang lebih tinggi (3,5ppm atau lebih) terjadinya nekrosis atau kerusakan tenunan daun (Stoker and Seager, 1972).

## **III. STANDAR DAN CONTROL**

Pengelolaan kualitas udara yang ada di Indonesia untuk pencemaran Nitrogen Oksida di atur di dalam keputusan Menteri Kependudukan dan Lingkungan Hidup yaitu: Kep.2/MNKLH/I/1988 yang didalamnya terdapat Baku Mutu Kualitas Udara Ambien untuk NO<sub>x</sub> sebesar 0,05 ppm dengan waktu pengukuran 24 jam. Sebagai bahan perbandingan mengenai standar yang sudah ada yaitu pada tahun 1971 kantor federal pengawasan polusi udara standar nasional primer dan sekunder kualitas udara untuk Nitrogen Dioksida 100 mg/m<sup>3</sup> (0,05 ppm) sebagai rata-rata arithmatik.

Umumnya kebanyakan langkah untuk pengelolaan/kontrol terhadap pencemaran  $\text{NO}_x$  biasanya modifikasi pembakaran untuk menurunkan konsentrasi  $\text{NO}_x$  dan pemanfaatan, berbagai perlengkapan untuk menghilangkan  $\text{NO}_x$  dari aliran pembuangan gas.

#### **IV. KESIMPULAN**

Oksida Nitrogen adalah salah satu pencemar udara yang beracun dan mempunyai efek yang membahayakan atau merugikan terhadap lingkungan baik terhadap manusia, hewan maupun terhadap tanaman. Sumber utama dari zat pencemar adalah pembakaran. Aktifitas kendaraan/transportasi memberikan prosentase yang cukup besar untuk pencemaran di udara.

Efek yang dapat ditimbulkan umumnya mengenai organ pernafasan yaitu paru-paru, dan efek yang diterima seseorang atau hewan maupun tumbuhan tergantung pada dosis dan lamanya pemaparan. Pengendalian yang dilakukan umumnya modifikasi kondisi pembakaran untuk menurunkan jumlah  $\text{NO}_x$  yang dihasilkan dan menghilangkan  $\text{NO}_x$  dengan pemanfaatan alat-alat perlengkapan dan aliran pembuangan gas.

## DAFTAR PUSTAKA

Arthur C. Stern, Boubel, Turner, Pox, 1984, *Fundamental Of Air Pollution*, Academic Press., Inc.

Howard.S. Peavy, Donald R. Rowe, G. Tchobanoglous, *Environmental Engineering*, Macgrow-Hill Book Company.

Juli Soemirat Slamet, 1994, *Kesehatan Lingkungan*, Gajah Mada University Press.

Srikandi Fardiaz, *Polusi Air dan Udara*, Kanisius Press.

Louis J. Casarett and John Doull (ed), *Toxicology The Basic Science of Poisons*, Macmillan Publishing CO, Inc.

Sax(ed), 1974, *Industrial Pollution*, Van Nostrand Reinhold Coy.