

POLUSI UDARA AKIBAT AKTIVITAS KENDARAAN BERMOTOR DI JALAN PERKOTAAN PULAU JAWA DAN BALI

Nanny Kusminingrum, G. Gunawan

Pusat Litbang Jalan dan Jembatan

Jl. A.H. Nasution 264 Bandung 40294

Nanny_kusminingrum@yahoo.com; gunyat_123@yahoo.com

*) Diterima : 18 September 2008; Disetujui : 19 Nopember 2008

RINGKASAN

Perkembangan volume lalu lintas di perkotaan Indonesia mencapai 15% pertahun. Transportasi di kota-kota besar merupakan sumber pencemaran udara yang terbesar, dimana 70% pencemaran udara diperkotaan disebabkan oleh aktivitas kendaraan bermotor. Parameter polusi udara dari kendaraan bermotor seperti karbonmonoksida (CO), Nitrogen oksida (NO_x), Methane (CH₄), nonmethane (NonCH₄), Sulful dioksida (SO_x) dan Partikel (SPM₁₀) dapat menimbulkan efek terhadap pemanasan global. Hasil monitoring tingkat pencemaran udara di ruas-ruas jalan kota besar seperti : Surakarta, Yogyakarta, Semarang, Surabaya, Denpasar (Bali), dan Serang (Banten), serta kota-kota yang dilalui Jalur Pantura tingkat pencemaran udara sudah dan/atau hampir melampaui standar kualitas udara ambient khususnya untuk parameter oksida nitrogen (NO_x), partikel (SPM₁₀) dan hidrokarbon (HC). Rentang tingkat pencemaran udara ambient untuk CH₄: 1,0 – 1,97 ppm; NonCH₄: 1,5 -3,78 ppm, NO_x: 0,06 – 0,490 ppm; Sox: 0,001 – 0,276 ppm; CO: 0,01 -11,53 ppm dan partikel (SPM₁₀): 6,0-260 ug/m³. Bila dilakukan evaluasi dengan Indek Standar Pencemaran Udara (ISPU) sesuai Kepmen Lingkungan Hidup No. 45 tahun 1997, kondisinya sudah termasuk kategori "sedang" dengan penjelasan bahwa tingkat kualitas udara tersebut tidak berpengaruh pada kesehatan manusia ataupun hewan tetapi berpengaruh pada tumbuhan sensitif dan nilai estetika. Beberapa strategi pengelolaan kualitas udara di lingkungan jalan yang mungkin diterapkan dalam upaya-upaya pengelolaan lingkungan jalan adalah :

- a. *Pertimbangan dan penerapan kebijakan serta aturan dibidang lingkungan menjadi satu hal yang penting untuk dilaksanakan dalam seluruh siklus tahap pembangunan/peningkatan jalan.*

- b. *Penyertaan masyarakat dalam pengelolaan lingkungan, baik pemilik kendaraan, dan pengguna jalan serta masyarakat sekitar lingkungan jalan.*
- c. *Penggunaan bahan bakar dan kendaraan yang ramah lingkungan.*
- d. *Penataan dan penerapan teknologi pereduksi polusi udara diantaranya: penataan land-scape diruas-ruas jalan dengan tanaman pereduksi polusi udara.*

Kata kunci : *polusi udara, kendaraan bermotor, perkotaan*

SUMMARY

Development of urban traffic volume has reached 15% per year. Transportation is a mayor cause of air pollution, 70% of air pollution is generated from vehicle exhausts. Air pollution parameters from motor vehicles such as carbon monoxide (CO), Nitrogen oxide (NO_x), Methane (CH₄), Non Methane (NonCH₄), Sulfur dioxide (SO_x) and Paticulate (SPM₁₀) contribute heavily to global warming. Monitoring result of air pollution in urban roads such as Surakarta, Yogyakarta, Semarang, Surabaya, Denpasar (Bali), and Serang (Banten), and other cities passed by North Coast Road links showed that the air quality in this area nearly the limit line or standard air quality ambient especially Nitrogen oxide (NO_x), suspended particulate matter (SPM₁₀) and hydrocarbon (HC). The range of air quality ambient for CH₄ : 1,0 – 1,97 ppm, NonCH₄: 1,5 – 3,78 ppm, NO_x: 0,06 – 0,490 ppm, SO_x: 0,001 – 0,276 ppm, CO : 0,01 -11,53 ppm and particulate (SPM₁₀): 6,0 – 260 ug/m³. According to Ministerial decree of Environment no. 45/1997. monitoring result with air pollution index (ISPU) showed that the condition was categorized “moderate” which mean the air quality will not affect on human health or animals, but can damage plants and aesthetics-value. Some correctives and measures to minimize air pollution are as follow :

- a. *Consideration and application policy with environment regulations become important steps to the whole cycle road-projects.*
- b. *Social participation in environmental management as vehicle owners, road user and community of road environment.*
- c. *utilization of and environmental fuel and vehicles.*
- d. *The application of air pollution reduction technology such as landscape arrangement by restoration of vegetation.*

Key words : *air pollution, vehicle, urban*

PENDAHULUAN

Aktivitas transportasi khususnya kendaraan bermotor merupakan sumber utama pencemaran udara di daerah perkotaan. Menurut Soedomo,dkk, 1990, transportasi darat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap setengah dari total emisi SPM₁₀, untuk sebagian besar timbal, CO, HC, dan NOx di daerah perkotaan, dengan konsentrasi utama terdapat di daerah lalu lintas yang padat, dimana tingkat pencemaran udara sudah dan/atau hampir melampaui standar kualitas udara ambient.

Sejalan dengan itu pertumbuhan pada sektor transportasi, yang diproyeksikan sekitar 6% sampai 8% per tahun, pada kenyataannya tahun 1999 pertumbuhan jumlah kendaraan di kota besar hampir mencapai 15% per tahun. Dengan menggunakan proyeksi 6-8% maka penggunaan bahan bakar di Indonesia diperkirakan sebesar 2,1 kali konsumsi tahun 1990 pada tahun 1998, sebesar 4,6 kali pada tahun 2008 dan 9,0 kali pada tahun 2018 (World Bank, 1993 cit KLH, 1997). Pada tahun 2020 setengah dari jumlah penduduk Indonesia akan menghadapi permasalahan pencemaran udara perkotaan, yang didominasi oleh emisi dari kendaraan bermotor.

Hasil uji emisi gas buang kendaraan bermotor tahun 2001 yang dilakukan di kota Bandung oleh Badan Pengelola Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) dari jumlah kendaraan sebanyak 1468 buah yang berbahan bakar bensin dan solar, adalah sebagai berikut :

- Yang berbahan bakar bensin sekitar 56% melampaui Baku Mutu yang ditetapkan
- Yang berbahan bakar solar sekitar 90% tidak memenuhi Baku Mutu yang ditetapkan

Perkiraan hasil studi Bank Dunia tahun 1994 (*Indonesia Environment and Development*) menunjukkan bahwa kendaraan di Jakarta (diperkirakan kondisi yang sama terjadi pada kota-kota besar lainnya) memberikan kontribusi timbal 100%, SPM₁₀ 42%, hidrokarbon 89%, nitrogen oksida 64% dan hampir seluruh karbon monoksida.

Hasil kajian yang dilakukan oleh Bank Dunia tahun 1996, tentang kerugian akibat pencemaran udara di kota Jakarta, mencapai sekitar \$ 200 juta US/tahun untuk seluruh jumlah penduduk Jakarta, sementara hasil kajian yang dilakukan oleh Puslitbang Jalan dan Jembatan (Gunawan, dkk 1997), dengan metoda wawancara dilakukan di kota Bandung dan Surabaya,

menyimpulkan bahwa setiap orang mengeluarkan biaya kesehatan rata-rata Rp. 30.000/orang/tahun akibat pencemaran udara.

Memperhatikan kondisi di atas maka perlu dilakukan program pengelolaan dan pengendalian pencemaran udara di daerah perkotaan. Sebagai langkah awal dapat dilakukan kegiatan monitoring untuk mengetahui sejauh mana tingkat pencemaran udara diperkotaan sehingga dapat menentukan prioritas pengelolaan dan pengendalian yang harus dilakukan. Oleh karena itu sejak tahun 1997 sampai dengan 2005 Pusat Litbang Jalan dan Jembatan telah bekerjasama dengan BPLHD-Kota Bandung dalam kegiatan monitoring dan pengendalian pencemaran udara di kota-kota besar Indonesia. Kegiatan ini lebih diutamakan kepada pencemaran udara akibat kendaraan bermotor, terhadap parameter-parameter : nitrogen oksida (Sox), ozon (O3), partikulat (SPM10) dengan ukuran

10 mikron, dan total hidrokarbon (HC) serta kondisi lalu lintas.

METODA PENGUKURAN

Dalam pengukuran polusi udara, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, melakukan pengukuran langsung di beberapa ruas jalan kota-kota besar dengan harapan tingkat polusi udara yang terjadi benar-benar berasal dari kendaraan. Adapun frekuensi pengamatan adalah sebagai berikut :

Pengamatan dilakukan secara kontinyu selama 24 jam, dengan menggunakan mobil unit Laboratorium Polusi Udara seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1, dan untuk beberapa lokasi dilakukan semi kontinyu dengan menggunakan larutan kimia (Absorbant). Metoda pengukuran yang dilakukan diperlihatkan secara jelas pada Tabel 1. sebagai berikut :

Tabel 1.
Metoda Pengukuran Polusi Udara

No	Pengukuran	Metoda
1	SO ₂	Ultraviolet Fluorescence
2	NO _x	Chemiluminescent
3	O ₃	Ultraviolet absorption
4	Dust < 10 µm	β-absorption
5	CO	Non-dispersive infrared
6	HC	Gas chromatography
7	Partikulat	HVS



Gambar 1. Mobil Polusi Udara dan Kebisingan

Sedangkan untuk standar kualitas udara, mengacu pada peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 tahun 1999 tentang standar kualitas udara ambien adalah seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2.
Standar Baku Mutu Udara Ambient

Parameter	Baku mutu yang diperkenankan
NO _x	0,05 ppm/24 jam
CO	20 ppm/8 jam
SO _x	0,10 ppm/24 jam
O ₃	0,10 ppm/24 jam
SPM ₁₀	100 ppm/24 jam
HC	0,24 ppm/3 jam

HASIL PENGUKURAN PENCEMARAN UDARA

1) Karakteristik Pencemaran Udara di Ruas Jalan Kota Bandung

BPLH kota Bandung, telah bekerja sama dengan Puslitbang Jalan dan Jembatan dalam

kegiatan monitoring pencemaran udara ambien yang secara rutin dilakukan setiap tahun. Pengamatan dilakukan mewakili hari kerja dan hari libur dimana sebagian hasilnya terlihat pada Tabel 3. Bila memperhatikan data lokasi "*background*" (lokasi Dago Pakar), yang merupakan lahan wisata hutan dengan permukiman penduduk yang relatif tidak padat, tampak bahwa tingkat pencemaran udara masih sangat rendah atau masih jauh di bawah nilai ambang batas udara ambien.

Sedangkan untuk data kualitas udara di sekitar ruas jalan, terlihat adanya perbedaan yang mencolok khususnya untuk parameter NO_x, CO, SPM₁₀ dan hidrokarbon. Hal ini dapat dipastikan bahwa kendaraan bermotor merupakan sumber utama untuk parameter NO_x, CO, dan hidrokarbon, sedangkan untuk parameter partikel (SPM) disamping dari emisi kendaraan, juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang kotor dan kecepatan angin.

Bila dilakukan evaluasi secara umum, bahwa tingkat pencemaran udara disekitar ruas jalan masih dibawah baku mutu yang diperkenankan, kecuali untuk parameter hidrokarbon yang rata-rata setiap tahun sudah melebihi nilai ambang baku mutu yang diperkenankan.

2) Karakteristik Pencemaran Udara Kota-Kota Besar

Sementara itu hasil pengukuran di tujuh kota besar Pulau Jawa dan Bali terlihat pada Tabel 4. Dari tabel tersebut terlihat bahwa konsentrasi maksimum untuk polutan HC, NO_x, dan SPM₁₀ sudah melebihi standar kualitas udara ambien. Dari ketiga polutan tersebut diatas yang perlu mendapat perhatian dari semua pihak, baik pemerintah, pemilik kendaraan dan masyarakat adalah polutan SPM₁₀ karena dampak

partikel debu terhadap kesehatan (hasil uji toksikologi) menunjukkan bahwa partikel debu dengan ukuran di bawah 10 µm akan terisap langsung ke dalam paru-paru dan mengendap di alveoli, sehingga dapat membahayakan sistem pernapasan. Sementara partikel debu yang mengandung Pb akan merusak otak, dan pada tanaman dapat menyebabkan kekeringan pada daun yang pada akhirnya akan menyebabkan tanaman tersebut mati.

Tabel 3.
Rata-rata Tingkat Pencemaran Udara di Ruas Jalan Kota Bandung

No	Parameter	Tahun						
		Background Dago Golf	1996*	1997**	2001**	2002**	2003**	2005**
1	Oksida Nitrogen (NOx) ppm	0.0060	0.270	0,132	0,0593	0,072	0,065	0,0563
2	Ozon (O ₃) ppm	0.0371	0.044	0,056	0,048	0,057	0,05	0,036
3	Sulfur oksida (SOx) ppm	0.0278	0.015	-	0,033	0,056	0,04	0,02
4	Karbon monoksida (CO) ppm	1.21	5.11	4,616	3,1102	3,953	3,366	2,557
5	Partikel/SPM ₁₀ µg/m ³	69	104	87,64	69,945	100,46	84,76	113,2
6	Methan (CH ₄) ppm	1.0	1.90	1,97	1,674	1,37	1,99	1,41
7	Non-methan hidrokarbon ppm	1.5	2.50	3,00	1,833	2,52	3,78	1,63

Catatan : * Lokasi Cicaheum

** di lokasi jalan kota Bandung (Diponegoro, Cicaheum, Leuwipanjang, Balai Kota, Cibiru, Sarijadi, Margahayu, Cibeureum, Ujung Berung, Ledeng dan Pasir Impun)
Data pada Tabel ini merupakan nilai rata-rata dari pengamatan pada lokasi-lokasi tersebut di atas, yang mewakili hari kerja dan hari libur dari jam 07.00 s/d 17.00.

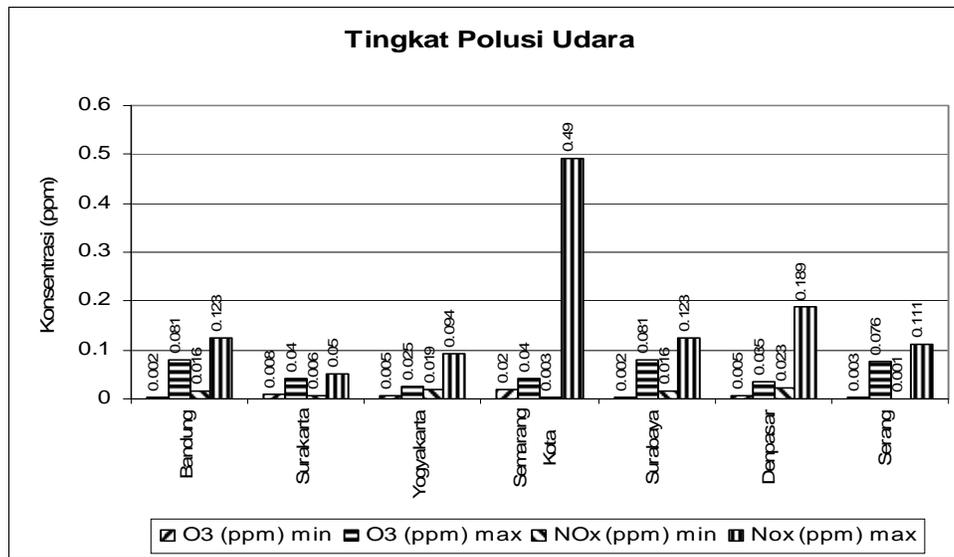
Tabel 4
Interval Tingkat Pencemaran Udara di Ruas Jalan Kota Kota Besar

No	Lokasi/Kota	HC ppm	NO _x ppm	CO ppm	O ₃ ppm	SPM ₁₀ µg/m ³	SO _x ppm
1	Bandung	0,1 –5,0	0,016-0,123	0,01-6,67	0,002-0,081	6,0-212	0,001-050
2	Surakarta	0,10-2,85	0,006-0,050	0,06-4,87	0,008-0,040	10,0-114,0	0,003-0,020
3	Yogyakarta	0,10-6,80	0,019-0,094	1,31-7,86	0,005-0,025	34,0-131,0	0,001-0,010
4	Semarang	2,50-5,12	0,003-0,490	0,64-5,68	0,020-0,040	41,0-189,0	0,003-0,040
5	Surabaya	2,50-6,70	0,016-0,123	0,01-6,67	0,002-0,081	6,0-212,0	0,001-0,050
6	Denpasar (Bali)	2,60-8,30	0,023-0,189	0,48-11,53	0,005-0,035	15,0-239,0	0,001-0,010
7	Serang (Banten)	0,80-8,00	0,001-0,111	0,061-4,206	0,003-0,076	9,0-260,0	0,049-0,276

Untuk parameter pencemaran udara HC (methan dan non-methan), NO_x dan CO konsentrasi tertinggi terjadi di kota Denpasar yaitu berturut-turut 8,30 ppm (HC); 0,189 ppm (NO_x); 11,53 ppm (CO). Sementara untuk polutan ozon konsentrasi tertinggi terjadi di kota Surabaya dan Bandung dengan konsentrasi 0,081 ppm, sedangkan untuk polutan SPM₁₀ dan SO_x konsentrasi tertinggi terjadi di kota Serang, sementara jika dilihat dari

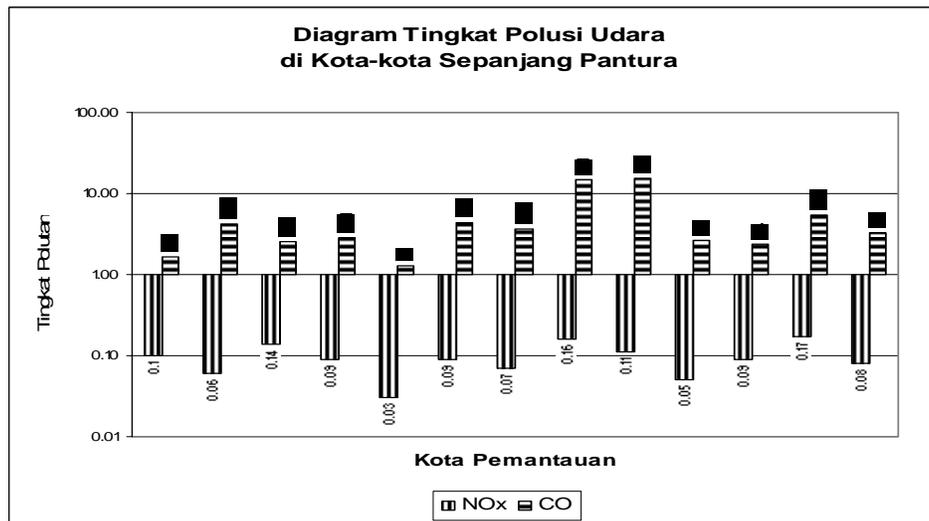
sudut volume lalu lintas rata-rata sebenarnya lebih kecil dari pada di 6 kota lainnya. Melihat kondisi ini dapat dipastikan ada faktor lain yang mempengaruhi tingkat polusi udara dari polutan SPM₁₀ dan SO_x, antara lain banyaknya aktivitas industri di kota tersebut.

Pada Gambar 2 dibawah ini disajikan besarnya tingkat polusi udara ambien rata-rata untuk beberapa kota besar di Indonesia.



Gambar 2. Tingkat Polusi Udara Ambient Rata-Rata di Beberapa Kota Besar

Adapun untuk hasil pengukuran rata-rata tingkat pencemaran udara NOx, CO di kota-kota sepanjang jalan jalur Pantura dapat terlihat pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Tingkat Polusi Udara NOx, CO (Kota Jalur Pantura)

Fluktuasi tingkat polusi udara di ruas jalan perkotaan selama 24 jam menggambarkan kecenderungan secara umum akan naik dimulai dari aktivitas kendaraan sampai dengan menjelang malam hari sekitar jam 19.00 dan puncak konsentrasi terjadi pada siang hari sejalan dengan meningkatnya radiasi matahari yang dipancarkan.

Adapun peningkatan konsentrasi NOx sampai malam hari atau berkisar jam 22.00, lebih disebabkan adanya perbedaan tekanan udara dan kestabilan udara pada malam hari dan siang hari. Pada malam hari terjadi pemancaran radiasi matahari yang diserap oleh bumi, sehingga temperatur permukaan bumi lebih tinggi dari pada di udara, keadaan ini mengakibatkan tekanan di permukaan bumi rendah sehingga udara akan bergerak ke permukaan bumi sampai dengan kondisi udara cukup stabil sekitar jam 22.00 sehingga kondisi udara sampai dengan pagi hari relatif tidak berfluktuasi secara tajam.

Sementara untuk karakteristik fluktuasi ozon terlihat bahwa peningkatan ozon terjadi dimulai pada pagi hari jam 06.00 sampai dengan jam 07.00 dan puncaknya terjadi pada siang hari dan menurun sampai dengan sore hari, serta kemudian relatif konstan pada malam hari.

Fenomena ini dapat dijelaskan bahwa pada pagi hari bersamaan dengan radiasi matahari mulai terjadi, yang diakibatkan oleh reaksi-reaksi zat primer diantara NOx, HC, Udara, dan energi matahari. Konsentrasi ozon tertinggi relatif terjadi pada siang hari berkisar jam 12.00 dimana energi matahari yang dipancarkan memiliki intensitas yang paling besar. Fluktuasi SOx dan CO terjadi mulai jam 07.00 s/d 22.00, keadaan ini dimungkinkan karena emisi SOx dan CO di ruas jalan perkotaan terjadi akibat faktor emisi dari kendaraan, hal ini ditunjukkan dari hasil uji secara statistik regresi linier hubungan antara peningkatan konsentrasi CO dan SOx dengan volume kendaraan sangat signifikan, dimana nilai R square $> 0,5$. Faktor lain yang mempengaruhi fluktuasi tingkat pencemaran CO dan SOx adalah faktor meteorologi yaitu kestabilan udara dipermukaan bumi.

Adapun untuk fluktuasi Hidrokarbon karakteristiknya relatif konstan pada setiap saat, hal ini dapat dijelaskan bahwa kondisi konsentrasi HC di udara relatif tidak berfluktuasi dimungkinkan karena kestabilan unsur HC di udara. Sementara itu fluktuasi dari SPM₁₀ terlihat bahwa tingkat pencemaran udara SPM₁₀ cukup

tinggi terjadi pada selang waktu pagi dan sore hari hingga malam hari, hal ini salah satunya disebabkan pencemaran partikel (SPM_{10}) memiliki berat jenis yang cukup besar dibanding dengan pencemar gas lain. Sementara itu pada pagi hari dan sore hari hingga malam hari kecepatan angin relatif besar sehingga mampu untuk membawa partikel melayang di udara.

STRATEGI PENGENDALIAN

Dari hasil evaluasi tingkat pencemaran udara dari kota-kota besar, selain bahan bakar dan jenis kendaraan dan volume kendaraan yang mempengaruhi tingkat pencemaran udara, faktor lain adalah keadaan topografi daerah, faktor meteorologi dan reaktifitas kimia setiap parameter. Sehingga didalam melakukan pengelolaan dan pengendalian pencemaran udara, faktor tersebut diatas harus dipertimbangkan.

1) Penerapan Kebijakan

Dalam melakukan pengendalian pencemaran udara di kota-kota besar pemerintah melakukan pengelolaan terhadap dua sumber yaitu sumber tidak bergerak (industri dan rumah tangga) dan

sumber bergerak (kendaraan bermotor). Salah satu strategi yang diterapkan untuk pengendalian pencemaran udara dari sumber bergerak adalah penetapan kebijakan dan aturan serta program pengendalian lingkungan yang meliputi :

- Standar emisi kendaraan serta persyaratan pemeriksaan dan pemeliharaan kendaraan
- Menghentikan pemakaian atau retrofitting kendaraan yang boros bahan bakar dan menimbulkan pencemaran tinggi;
- Teknologi dan kualitas bahan bakar
- Manajemen efisiensi lalu lintas
- Investasi transportasi massal yang lebih baik, seperti bus dan kereta api;
- Program penghijauan dengan memanfaatkan lahan sekitar lingkungan jalan dan sekitar lingkungan rumah;
- Program pemeriksaan dan perawatan kendaraan bermotor dengan melibatkan peran serta masyarakat.

2) Pengendalian Lingkungan pada Siklus Proyek Jalan (Biaya Lingkungan)

Selain penerapan kebijakan, peraturan dan program pengendalian kualitas udara yang

dilakukan oleh pemerintah, pengalaman dilapangan menunjukkan bahwa kegiatan pengendalian kualitas udara masih mengalami beberapa kendala diantaranya pada pendanaan proyek, dimana umumnya proyek tidak menyediakan dana yang memadai untuk pengendalian kualitas udara tersebut dan juga proses kegiatan pengendalian kualitas udara pada proyek pembangunan/peningkatan jalan belum terintegrasi dengan baik. Untuk itu perlu dipertimbangkan adanya strategi manajemen kualitas udara (biaya lingkungan) pada proyek pembangunan/peningkatan jalan, yaitu dengan mengintegrasikan kegiatan pengendalian kualitas udara ini ke dalam siklus proyek jalan pada tahapan-tahapan sebagai berikut : pra studi kelayakan, studi kelayakan, perencanaan teknis, pra konstruksi, konstruksi, dan pasca konstruksi yang dalam pelaksanaannya dapat melibatkan peran masyarakat.

3) Penyertaan Masyarakat

Dalam kondisi negara yang masih berkembang maka strategi penyertaan masyarakat dalam melakukan pengelolaan dan pengendalian kualitas udara merupakan alternatif yang sangat penting. Bagian yang sangat kritis

dalam pengembangan konsep kota berkelanjutan dan pengelolaan lingkungan adalah mengubah atau mempengaruhi kebiasaan pola konsumsi atau pola pikir masyarakat.

Untuk itu perlu dikembangkan program atau strategi penyuluhan dan pendidikan yang melibatkan peran serta masyarakat, melakukan kampanye melalui mass-media mengenai keuntungan-keuntungan dalam penerapan program pengelolaan lingkungan berkelanjutan di masa yang akan datang.

Beberapa kegiatan yang dapat melibatkan peran serta masyarakat dalam pengelolaan dan pengendalian kualitas udara diantaranya adalah :

- Penghijauan sekitar lingkungan tempat tinggal dan jalan
- Pemeliharaan dan pengujian emisi kendaraan secara teratur
- Penggunaan dan cara mengendarai kendaraan yang efektif dan efisien
- Pemeliharaan lingkungan sekitar jalan dengan menjaga kebersihan
- Kesadaran masyarakat pengguna jalan untuk menjaga kelancaran lalu lintas dan kebersihan lingkungan.

4) Aplikasi Teknologi Pereduksi Pencemaran Udara

Dampak-dampak pencemaran udara kendaraan bermotor dapat dicegah dengan cara pemilihan rute lalu lintas yang cukup jauh dari areal berpenduduk dan mengurangi kemacetan lalu lintas, misalnya pembuatan jalan bypass tidak memasuki areal permukiman, mempertahankan integritas komersial dan sosial jalan, tapi masih membolehkan akses ke jalan raya.

Selain itu dapat dilakukan mitigasi perbaikan desain untuk meminimalkan pencemaran udara akibat kendaraan bermotor meliputi:

- pemilihan alinyemen jalan tidak melalui daerah dekat permukiman, sekolah dan perkantoran;
- menyediakan kapasitas jalan yang memadai untuk menghindari kemacetan lalu lintas, dengan proyeksi peningkatan arus lalu lintas di masa yang akan datang;
- menghindari penempatan perpotongan jalan yang sibuk;
- memperhitungkan pengaruh arah angin dalam penentuan lokasi jalan dan bangunan pelengkap, seperti pompa bensin di dekat permukiman;

- sedapat mungkin menghindari lereng curam dan belokan tajam yang akan mendorong penurunan atau peningkatan kecepatan serta shifting;
- Laburi jalan-jalan yang berdebu, terutama di daerah-daerah padat penduduk
- penanaman vegetasi yang tinggi, berdaun lebat dan rapat diantara jalan dan pemukiman untuk menyaring pencemaran. Hasil studi dari Puslitbang Jalan dan Jembatan (Nanny K, dkk, 1998), pengendalian polusi udara untuk polutan NO_x dan SO₂ dengan pemanfaatan tanaman jenis pohon dapat mereduksi 16,70 – 67,39%, jenis perdu 6,56 – 80,0% dan jenis semak 18,13 – 67,33%. Besarnya reduksi tersebut, antara lain tergantung dari : macam tanaman, kerapatan daun, konsentrasi polutan eksisting pada lokasi yang bersangkutan.

PENUTUP

Berdasarkan data-data diatas, maka empat pendekatan strategi yang mungkin diterapkan dalam upaya-upaya pengendalian di ruas jalan adalah:

- a. Penurunan laju emisi pencemaran udara dari setiap kendaraan untuk kilometer

- jalan yang ditempuh, diantaranya : penerapan baku mutu emisi kendaraan bermotor, dan pemeliharaan, konversi bahan bakar gas, perbaikan aliran arus lalu lintas, jalan searah dan waktu kerja.
- b. Penurunan jumlah dan kepadatan total kendaraan di dalam suatu daerah tertentu, diantaranya : pembatasan dan pengaturan lalu lintas, pengaturan parkir dengan tarif tinggi dan perbaikan angkutan umum.
 - c. Penyertaan Masyarakat dalam program-program pengelolaan lingkungan jalan
 - d. Penataan dan penerapan teknologi pereduksi polusi udara diantaranya : penataan land-scape diruas-ruas jalan dengan tanaman pereduksi polusi udara.

DAFTAR PUSTAKA

- Gunawan, dkk, 1997, *Analisis Kerugian Akibat Polusi Udara dan kebisingan lalu lintas*, Puslitbang Jalan, p 30-31, Bandung.
- Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup, 1997, *Agenda 21 Indonesia, Strategi Nasional untuk Pembangunan Berkelanjutan*, Jakarta.
- Kusminingrum, Nanny,dkk., 1997, *Pengaruh Tanaman Jalan terhadap Baku Mutu Lingkungan Jalan*, Puslitbang Jalan, hal 11 – 26, Bandung.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 41, 1999, tentang Standar Kualitas Udara Ambien, Jakarta.
- Soedomo M., Usman K, Djajadiningrat S T., Darwin, 1990, *Model Pendekatan dalam Analisis Kebijakan Pengendalian Pencemaran Udara, Studi Kasus di Jakarta, Bandung dan Surabaya*, Penelitian KLH – Jurusan Teknik Lingkungan ITB, Bandung.
- The World Bank Country Studi, 1994, *Indonesia Environment and Development*, Washinton DC, p 67-93