

STUDI LITERATUR TENTANG PENCEMARAN UDARA AKIBAT AKTIVITAS KENDARAAN BERMOTOR DI JALAN KOTA SURABAYA

Yusrianti

Dosen Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya
Email: yusrianti_sabang@uinsby.ac.id

ABSTRAK

Surabaya merupakan kota kedua terbesar di Indonesia. Permasalahan transportasi di kota ini hampir sama dengan di DKI Jakarta, Bandung dan Medan. Kota Surabaya, sebagai sebuah kota metropolitan, mempunyai volume lalu lintas yang sangat tinggi. Volume lalu lintas yang tinggi akan menimbulkan konsekuensi terhadap peningkatan polusi udara akibat gas buang dari kendaraan bermotor (Abubakar, 2006). 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). Berbagai studi yang dilaksanakan menunjukkan bahwa transportasi merupakan sumber utama pencemaran udara. Pencemaran udara dan sektor transportasi rata – rata berkisar 70% dari total pencemaran udara. Di dalam laporan WHO (1992) dinyatakan paling tidak 90% dari CO di udara perkotaan berasal dari emisi kendaraan bermotor. Menggunakan bahan bakar alternatif merupakan salah satu bentuk upaya perbaikan kualitas udara di Kota Surabaya. Bahan bakar alternatif, selain BBM, yang dapat digunakan diantaranya : CNG (*compressed natural gas*), LPG (*Liquid Petroleum Gas*) dan bensin super TT sudah mulai digunakan di Indonesia walaupun masih dalam skala terbatas. Untuk masyarakat yang mempunyai kendaraan bermotor agar memeriksakan kendaraannya jangan sampai kadar emisi gas buang melebihi ambang batas, terutama dengan pemeliharaan kendaraan yang baik dan benar.

Kata kunci: pencemaran udara, kendaraan bermotor, transportasi, emisi

1. PENDAHULUAN

Surabaya merupakan kota kedua terbesar di Indonesia. Permasalahan transportasi di kota ini hampir sama dengan di DKI Jakarta, Bandung dan Medan. Kota Surabaya, sebagai sebuah kota metropolitan, mempunyai volume lalu lintas yang sangat tinggi. Volume lalu lintas yang tinggi akan menimbulkan konsekuensi terhadap peningkatan polusi udara akibat gas buang dari kendaraan bermotor (Abubakar, 2006). Apalagi sebagian besar kendaraan bermotor yang beroperasi di Kota Surabaya masih menggunakan bahan bakar minyak (BBM) berupa Premix, Premium atau Solar. Penggunaan BBM menjadi penyumbang besar terhadap polusi udara karena di dalam bahan bakar tersebut terkandung bahan – bahan yang membahayakan terhadap kesehatan manusia dan merusak lingkungan. Bahan – bahan yang terkandung dalam BBM diantaranya: CO, HC, NO_x, SO_x, timbal dalam bentuk senyawa TEL (Tetra Ethil Lead) dan sejenisnya (Abubakar, 2006).

Kendaraan bermotor akan menyebabkan pencemaran udara. Semakin meningkatnya jumlah kendaraan bermotor di daerah perkotaan akan mengakibatkan penurunan kualitas udara bersih akibat emisi dari hasil pembakaran bahan bakar kendaraan tersebut. Asap dari kendaraan bermotor akan mengeluarkan gas – gas yang beracun. Data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2004, 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% (Simanjuntak, 2007).

Di dalam udara terkandung gas yang terdiri dari 78% nitrogen, 20% oksigen, 0,93% argon, 0,03% karbon dioksida, dan sisanya terdiri dari neon, helium, metan dan hidrogen. Komposisi tersebut dikatakan sebagai udara normal dan dapat mendukung kehidupan manusia. Namun, akibat aktivitas manusia yang tidak ramah lingkungan, udara sering kali menurun kualitasnya. Perubahan ini dapat berupa sifat-sifat fisis maupun kimiawi. Perubahan kimiawi dapat

berupa pengurangan maupun penambahan salah satu komponen kimia yang terkandung dalam udara. Kondisi seperti itu lazim disebut dengan pencemaran (polusi) udara. Permasalahan polusi udara akibat emisi kendaraan bermotor sudah mencapai titik yang mengkhawatirkan terutama di kota-kota besar, salah satunya adalah di kota Surabaya (Wardhana, 1995).

Pencemaran udara adalah masuknya atau tercampurnya unsur-unsur berbahaya ke dalam atmosfer yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan sehingga menurunkan kualitas lingkungan. Dengan demikian akan terjadi gangguan pada kesehatan manusia. Terdapat dua jenis sumber pencemaran udara, yang pertama adalah pencemaran akibat sumber alamiah (*natural sources*) seperti letusan gunung berapi dan yang kedua berasal dari kegiatan manusia (*anthropogenic sources*) seperti yang berasal dari transportasi, emisi pabrik, dan lain-lain. Pencemaran udara dapat terjadi dimana-mana, seperti di dalam rumah, sekolah, dan kantor. Pencemaran seperti ini sering disebut dengan pencemaran dalam ruangan (*indoor pollution*). Sedangkan 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 di darat dan transportasi laut (Simanjuntak, 2007).

Dengan kemajuan ekonomi yang sangat pesat mendorong semakin bertambahnya kebutuhan akan transportasi, di lain sisi lingkungan alam yang mendukung hajat hidup manusia semakin terancam kualitasnya, sehingga efek negatif polusi udara terhadap kehidupan manusia semakin hari semakin bertambah. Tingkat pencemaran udara di Surabaya sudah mencapai tingkat mengkhawatirkan dan sektor transportasi merupakan kontributor utama bagi pencemaran udara ini.



Gambar 1. Kondisi Jalan Blauran-Praban (2014)

Menurut data Kasatlantas Polrestabes Surabaya pada tahun 2014, setiap bulan penambahan kendaraan di Surabaya selalu di atas 17 ribu. Rata-rata, setiap bulan sepeda motor di Surabaya bertambah 13.441. Sementara itu, kendaraan roda empat atau lebih tiap bulan rata-rata bertambah 4.042. Jika ditotal, setiap bulan rata-rata kendaraan di Surabaya bertambah 17.483. Data kepolisian menyebutkan, saat ini jumlah kendaraan di Surabaya mencapai angka 4,5 juta (4.521.629). Jumlah kendaraan roda dua di Surabaya mencapai 3.625.999, sisanya merupakan kendaraan roda empat atau lebih. Total keseluruhan ada 915.630 kendaraan (<http://www.jawapos.com/baca/artikel/9796/kendaraan-di-surabaya-tambah-17-ribu-lebih-sebulan>). Dengan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor akan menyebabkan penurunan kualitas udara akibat emisi polutan dari hasil pembakaran bahan bakar sehingga beberapa penelitian telah membahas pencemaran udara akibat emisi polutan pada kendaraan bermotor.

2. STUDI LITERATUR

Menurut Simanjuntak (2007), pencemaran udara dapat disebabkan oleh sumber bergerak dan sumber tidak bergerak yang meliputi sektor transportasi, industri, dan domestik. Pencemaran udara merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang serius di Indonesia saat ini, sejalan dengan semakin meningkatnya jumlah kendaraan bermotor dan peningkatan ekonomi transportasi.

Dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara :

1. Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang

- menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya;
2. Pengendalian pencemaran udara adalah upaya pencegahan dan/atau penanggulangan pencemaran udara serta pemulihan mutu udara;
 3. Sumber pencemar adalah setiap usaha dan/atau kegiatan yang mengeluarkan bahan pencemar ke udara yang menyebabkan udara tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya;
 4. Udara ambien adalah udara bebas dipermukaan bumi pada lapisan troposfir yang berada di dalam wilayah yurisdiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya;
 5. Mutu udara ambien adalah kadar zat, energi, dan/atau komponen lain yang ada di udara bebas;
 6. Status mutu udara ambien adalah keadaan mutu udara di suatu tempat pada saat dilakukan inventarisasi;
 7. Baku mutu udara ambien adalah ukuran batas atau kadar zat, energi, dan/atau komponen yang ada atau yang seharusnya ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam udara ambien;
 8. Perlindungan mutu udara ambien adalah upaya yang dilakukan agar udara ambien dapat memenuhi fungsi sebagaimana mestinya;
 9. Emisi adalah zat, energi dan/atau komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk dan/atau dimasukkannya ke dalam udara ambien yang mempunyai dan/atau tidak mempunyai potensi sebagai unsur pencemar;
 10. Mutu emisi adalah emisi yang boleh dibuang oleh suatu kegiatan ke udara ambien;
 11. Sumber emisi adalah setiap usaha dan/atau kegiatan yang mengeluarkan emisi dari sumber bergerak, sumber bergerak spesifik, sumber tidak bergerak maupun sumber tidak bergerak spesifik;
 12. Sumber bergerak adalah sumber emisi yang bergerak atau tidak tetap pada suatu tempat yang berasal dari kendaraan bermotor;
 13. Sumber bergerak spesifik adalah sumber emisi yang bergerak atau tidak tetap pada suatu tempat yang berasal dari kereta api, pesawat terbang, kapal laut dan kendaraan berat lainnya;
 14. Sumber tidak bergerak adalah sumber emisi yang tetap pada suatu tempat;
 15. Sumber tidak bergerak spesifik adalah sumber emisi yang tetap pada suatu tempat yang berasal dari kebakaran hutan dan pembakaran sampah;
 16. Baku mutu emisi sumber tidak bergerak adalah batas kadar maksimum dan/atau beban emisi maksimum yang diperbolehkan masuk atau dimasukkan ke dalam udara ambien;
 17. Ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor adalah batas maksimum zat atau bahan pencemar yang boleh dikeluarkan langsung dari pipa gas buang kendaraan bermotor;
 18. Sumber gangguan adalah sumber pencemar yang menggunakan media udara atau padat untuk penyebarannya, yang berasal dari sumber bergerak, sumber bergerak spesifik, sumber tidak bergerak, atau sumber tidak bergerak spesifik;
 19. Baku tingkat gangguan adalah batas kadar maksimum sumber gangguan yang diperbolehkan masuk ke udara dan/atau zat padat;
 20. Ambang batas kebisingan kendaraan bermotor adalah batas maksimum energi suara yang boleh dikeluarkan langsung dari mesin dan/atau transmisi kendaraan bermotor;
 21. Kendaraan bermotor adalah kendaraan yang digerakkan oleh peralatan teknik yang berada pada kendaraan itu;
 22. Kendaraan bermotor tipe baru adalah kendaraan bermotor yang menggunakan mesin dan/atau transmisi tipe baru yang siap diproduksi dan dipasarkan, atau kendaraan yang sudah beroperasi tetapi akan diproduksi ulang dengan perubahan desain mesin dan sistem transmisinya, atau kendaraan bermotor yang diimpor tetapi belum beroperasi di jalan wilayah Republik Indonesia;
 23. Kendaraan bermotor lama adalah kendaraan yang sudah diproduksi, dirakit atau diimpor dan sudah beroperasi di jalan wilayah Republik Indonesia;
 24. Uji tipe emisi adalah pengujian emisi terhadap kendaraan bermotor tipe baru;
 25. Uji tipe kebisingan adalah pengujian tingkat kebisingan terhadap kendaraan bermotor tipe baru;
 26. Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) adalah angka yang tidak mempunyai satuan yang menggambarkan kondisi mutu udara ambien di lokasi tertentu, yang didasarkan kepada dampak terhadap kesehatan manusia, nilai estetika dan makhluk hidup lainnya;
 27. Inventarisasi adalah kegiatan untuk mendapatkan data dan informasi yang berkaitan dengan mutu udara;
 28. Instansi yang bertanggung jawab adalah instansi yang bertanggung jawab di bidang pengendalian dampak lingkungan;
 29. Menteri adalah Menteri yang ditugasi untuk mengelola lingkungan hidup;
 30. Gubernur adalah Gubernur Kepala Daerah Tingkat I.

Tabel 1. Baku Mutu Udara Ambien Nasional

No.	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Metode Analisis	Peralatan
1	SO ₂ (Sulfur Dioksida)	1 Jam	900 µg/Nm ³	Pararosanilin	Spektrofotometer
		24 Jam	365 µg/Nm ³		
		1 Thn	60 µg/Nm ³		
2	CO (Karbon Monoksida)	1 Jam	30.000 µg/Nm ³	NDIR	NDIR Analyzer
		24 Jam	10.000 µg/Nm ³		
		1 Thn	-		
3	NO ₂ (Nitrogen Dioksida)	1 Jam	400 µg/Nm ³	Saltzman	Spektrofotometer
		24 Jam	150 µg/Nm ³		
		1 Thn	100 µg/Nm ³		
4	O ₃ (Oksidan)	1 Jam	235 µg/Nm ³	Chemiluminescent	Spektrofotometer
		1 Thn	50 µg/Nm ³		
		3 Jam	160 µg/Nm ³		
5	HC (Hidro Karbon)	3 Jam	160 µg/Nm ³	Flame Ionization	Gas
		24 Jam	150 µg/Nm ³	Gravimetric	Chromatogarfi
		1 Thn	15 µg/Nm ³	Gravimetric	Hi - Vol
6	PM ₁₀ (Partikel < 10 µm)	24 Jam	150 µg/Nm ³	Gravimetric	Hi - Vol
		1 Thn	65 µg/Nm ³		
		1 Thn	15 µg/Nm ³		
7	TSP (Debu)	24 Jam	230 µg/Nm ³	Gravimetric	Hi - Vol
		1 Thn	90 µg/Nm ³		
		1 Thn	1 µg/Nm ³		
8	Pb (Timah Hitam)	24 Jam	2 µg/Nm ³	Gravimetric	Hi - Vol
		1 Thn	1 µg/Nm ³		
		30 hari	10 Ton/km ² /Bulan (Pemukiman)		
30 hari	20 Ton/km ² /Bulan (Industri)				
24 Jam	3 µg/Nm ³				
10	Total Fluorides (as F)	90 hari	0,5 µg/Nm ³	Specific Ion	Impinger atau
		30 hari	40 µg/100 cm ² dari kertas limed filter	Electrode	Countinuous Analyzer
11	Fluor Indeks	24 Jam	150 µg/Nm ³	Colourimetric	Limed Filter
		24 Jam	150 µg/Nm ³	Specific Ion	Paper
12	Khlorine & Khlorine Dioksida	24 Jam	150 µg/Nm ³	Specific Ion	Impinger atau
		24 Jam	150 µg/Nm ³	Electrode	Countinuous Analyzer
13	Sulphat Indeks	30 hari	1 mg SO ₃ /100 cm ³	Colourimetric	Lead
		30 hari	Dari Lead		
		30 hari	Peroksida		

*Catatan :

Nomor 10 s/d 13 hanya diberlakukan untuk daerah/kawasan Industri Kimia Dasar
(Sumber: PP RI Nomor 41 Tahun 1999)



Gambar 2. Sumber bergerak pencemaran udara dari bus



Gambar 3. Sumber bergerak pencemaran udara dari mobil

Menurut Anna, dkk (2011) emisi kendaraan bermotor di jalan disebabkan oleh tiga faktor yaitu volume total kendaraan bermotor, karakteristik kendaraan bermotor dan kondisi umum lalu lintas saat itu. Menurut Soedomo, dkk (1990) transportasi darat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap setengah dari total emisi SPM₁₀, untuk sebagian besar timbal, CO, HC dan NO_x 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 dan 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.

Tabel 2. 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	0,10-5,0	0,016-0,123	0,01-6,67	0,002-0,081	6,0-212,0	0,001-0,50
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

(Sumber: Nanny, Puslitbang Jalan dan Jembatan, 2008)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis-jenis zat pencemar udara

Zat-zat pencemar udara, yang berasal dari kegiatan manusia adalah sebagai berikut :

a. Karbon Monoksida (CO)

Gas buang kendaraan bermotor merupakan sumber utama bagi karbon monoksida di berbagai perkotaan. Data mengungkapkan 60%-70% pencemaran udara di Indonesia 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 terbaik antara udara dan bahan bakar terutama yang terjadi pada mesin-mesin yang menggunakan *Turbocharge* merupakan salah satu strategi untuk meminimalkan emisi CO. Karbon monoksida 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 dapat mengubah bahan karbon monoksida menjadi karbon dioksida dan penggunaan bahan bakar terbarukan yang rendah polusi bagi kendaraan bermotor.

b. Nitrogen Oksida (NOx)

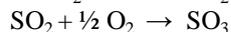
Sampai tahun 2000 NOx yang berasal dari alat transportasi laut di Jepang menyumbang 38% dari total emisi NOx (25.000 ton/tahun). Gas NOx terbentuk atas tiga fungsi yaitu Suhu (T), Waktu Reaksi (t) dan konsentrasi Oksigen (O₂), $NO_x = f(T, t, O_2)$. Ada 3 jenis teori yang mengemukakan terbentuknya Nox yaitu :

1. Thermal NOx (*Extended Zeldovich Mechanism*) : Proses ini disebabkan gas nitrogen yang beroksidasi pada suhu tinggi pada ruang bakar (>1800 K). Thermal Nox didominasi oleh emisi NO ($NO_x \rightarrow NO + NO_2$).
2. Prompt NOx : Formasi NOx ini akan terbentuk cepat pada zona pembakaran.
3. Fuel NOx : NOx formasi ini terbentuk karena kandungan N dalam bahan bakar.

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

c. Sulfur Oxide (SOx)

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 :



Kandungan SO₃ dalam SOx sangat kecil sekali yaitu sekitar (1-5)% saja. Gas yang berbau tajam, tapi tidak berwarna ini dapat menimbulkan serangan asma, gas ini pun apabila bereaksi di atmosfer akan membentuk zat asam. Badan kesehatan dunia (WHO) juga menyatakan tahun 1997-2003 jumlah sulfur dioksida di udara telah mencapai ambang batas.

d. HydroCarbon (HC)

Emisi Hidrokarbon (HC) terbentuk dari bermacam-macam mesin merupakan sumber pencemar. Penyebabnya adalah karena tidak terbakarnya bahan bakar secara sempurna dan tidak terbakarnya minyak pelumas silinder. 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 methan (CH₄). Jenis emisi ini dapat menyebabkan leukemia dan kanker.

e. Partikulat Matter (PM)

Partikel debu dalam emisi gas buang ini terdiri dari bermacam-macam komponen. Bukan hanya berbentuk padatan, tapi juga berbentuk cairan yang mengendap dalam partikel debu. Pada proses pembakaran debu terbentuk dari pemecahan unsur hidrokarbon dan setelah proses oksidasi. Dalam debu tersebut terkandung debu sendiri dan beberapa kandungan metal oksida. Dalam kelanjutan proses ekspansi di atmosfer, kandungan metal dan debu tersebut membentuk partikulat. Beberapa unsur kandungan partikulat adalah karbon, SOF (*Soluble Organic Fraction*), debu, SO₄ dan H₂O. 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.

Dampak kendaraan bermotor terhadap tingkat polusi udara di kota Surabaya

Berbagai studi yang dilaksanakan menunjukkan bahwa transportasi merupakan sumber utama pencemaran udara. Pencemaran udara dan sektor transportasi rata-rata berkisar 70% dari total pencemaran udara. Di dalam laporan WHO (1992) dinyatakan paling tidak 90% dari CO di udara perkotaan berasal dari emisi kendaraan bermotor. Pada umumnya, dari berbagai sektor yang potensial dalam mencemari udara, maka, sektor transportasi memegang peran yang sangat besar dibanding dengan sektor yang lainnya. Di kota-kota besar, kontribusi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara mencapai 60-70%, sementara, kontribusi gas buang dari cerobong asap industri hanya berkisar 10-15%, dan sisanya berasal dari sumber pembakaran lain; misalnya rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan dan lain-lain (BPLH DKI Jakarta, 2013). Pada jam-jam tertentu ada beberapa titik padat kendaraan bermotor yang tingkat polusinya sudah melampaui ambang batas. Ada tempat-tempat tertentu mulai terlihat penurunan kualitas udara terutama karena macet. Keracunan akibat dari emisi gas buang kendaraan bermotor sangat rentan terkena bagi masyarakat yang menjadikan jalanan sebagai tempat untuk mengais rejeki.

Menurut Hickman (1999) setiap liter bahan bakar yang dibakar akan bisa mengemisikan sekitar 100 gram Karbon Monoksida; 30 gram Oksida Nitrogen; 2,5 kg Karbon Dioksida dan berbagai senyawa lainnya termasuk senyawa sulfur ini akan memberikan kontribusi terhadap polusi udara atmosfer. Secara visual selalu terlihat asap dari knalpot kendaraan dengan bahan bakar solar dan tidak terlihat pada kendaraan berbahan bakar bensin. Emisi kendaraan bermotor berupa nitrogen, karbon dioksida dan uap air bukan merupakan gas yang berbahaya namun selain dari gas-gas tersebut ternyata emisi kendaraan bermotor mengandung karbon monoksida (CO), senyawa hidrokarbon (HC), berbagai oksida nitrogen (NOx), oksida sulfur (SOx) dan partikulat debu termasuk timbal (Pb). Menurut *Department of Environment and Conservation* (2005) kendaraan bermotor merupakan sumber utama polusi udara di daerah perkotaan dan menyumbang 70% emisi NOx, 52% emisi VOC dan 23% partikulat.

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 45 Tahun 1997 tentang Indeks Standar Pencemar Udara, Pemerintah menetapkan Indeks Standar Pencemar Udara merupakan angka yang tidak mempunyai satuan untuk menggambarkan kondisi kualitas udara ambien di lokasi dan waktu tertentu didasarkan pada dampak terhadap kesehatan manusia, nilai estetika dan makhluk hidup lainnya sebagaimana tabel di bawah ini.

Tabel 3. Indeks standar pencemar udara

No.	Kategori	Rentang	Penjelasan
1.	Baik	0 – 50	Tingkat kualitas udara yang tidak memberikan efek bagi kesehatan manusia atau hewan dan tidak berpengaruh pada tumbuhan, bangunan, ataupun estetika
2.	Sedang	51 – 100	Tingkat kualitas udara yang tidak berpengaruh pada kesehatan manusia atau hewan tetapi berpengaruh pada tumbuhan yang sensitif, dan nilai estetika
3.	Tidak sehat	101 – 199	Tingkat kualitas udara yang bersifat merugikan pada manusia ataupun kelompok hewan yang sensitif atau bisa menimbulkan kerusakan pada tumbuhan ataupun nilai estetika
4.	Sangat tidak sehat	200 – 299	Tingkat kualitas udara yang dapat merugikan kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar
5.	Berbahaya	300 – lebih	Tingkat kualitas udara berbahaya yang secara umum dapat merugikan kesehatan yang serius pada populasi

(Sumber: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.45 Tahun 1997)

Ismiyati, dkk (2014) mengemukakan bahwa ada beberapa faktor penting yang menyebabkan dominannya pengaruh sektor transportasi terhadap pencemaran udara perkotaan di Indonesia, antara lain :

- Perkembangan jumlah kendaraan yang cepat (*eksponensial*);
- Tidak seimbangnya antara prasarana transportasi dengan jumlah kendaraan yang ada;
- Pola lalu lintas perkotaan berorientasi memusat akibat terpusatnya kegiatan perekonomian dan perkantoran;
- Masalah turunan akibat pelaksanaan kebijakan pengembangan kota yang ada, misalnya daerah pemukiman penduduk yang semakin menjauhi pusat kota;
- Kesamaan waktu aliran lalu lintas;
- Jenis, umur dan karakteristik kendaraan bermotor;
- Faktor perawatan kendaraan;
- Jenis bahan bakar yang digunakan;
- Jenis permukaan jalan;
- Siklus dan pola mengemudi (*driving pattern*).

Menurut Yanismai bahwa kendaraan baru umumnya pembakaran dalam mesinnya bagus sehingga kadar CO yang dikeluarkan sedikit. Mobil atau kendaraan tua banyak mengeluarkan gas CO karena proses pembakaran dalam mesin jelek. Pembakaran yang tidak sempurna dari proses pembakaran bahan bakar akan menimbulkan gas CO yang tinggi dan hal ini sering terjadi pada proses pembakaran dari kendaraan bermotor terutama kendaraan yang kurang pemeliharaannya. Selain itu karburator atau injector, saringan udara atau bensin yang kotor, serta kualitas bensin yang rendah juga bisa jadi penyebab meningkatnya CO.

Menurut Suksmeri (2003) menyatakan bahwa banyak faktor lain yang menyebabkan tinggi rendahnya konsentrasi CO diudara, misalnya kecepatan angin dapat mendistribusikan polutan ke lokasi lain, faktor kelembaban udara yang mampu mengikat polutan sehingga konsentrasinya relatif tinggi dan juga dari tanaman itu sendiri karena setiap jenis tanaman memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam menyerap polutan. Dilihat dari jenis bahan bakar yang digunakan oleh kendaraan, besarnya kontribusi emisi gas buang dapat ditunjukkan pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Kontribusi gas buang berdasarkan jenis bahan bakar

No.	Jenis gas buang	Kontribusi berdasarkan jenis BBM	
		Bensin (%)	Diesel (%)
1.	Karbonmonoksida (CO)	89,0	11,0
2.	Hidrokarbon	73,0	27,0
3.	NOx	61,0	39,0
4.	SO ₂	15,0	85,0
5.	Timah Hitam (Pb)	100,0	0,0
6.	CO ₂	53,0	47,0
7.	Asap	1,0	99,0

(Sumber: Pertamina Jakarta, 2001) 1997)

Kendaraan bermotor yang menggunakan Bahan Bakar Minyak (BBM) mengandung timah hitam (*leaded*) berperan sebagai penyumbang polusi cukup besar terhadap kualitas udara dan kesehatan. Kondisi tersebut semakin diperparah lagi oleh terjadinya krisis ekonomi yang melanda negara kita sejak tahun 1997, dimana kondisi kendaraan bermotor dan angkutan sangat buruk akibat mahalannya beberapa suku cadang dan perawatan yang kurang baik sehingga proses pembakaran menjadi kurang sempurna.

Upaya untuk mengurangi dampak polusi/pencemaran udara

Upaya pengendalian pencemaran udara akibat kendaraan bermotor mencakup upaya-upaya pengendalian baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga dapat menurunkan tingkat emisi dari kendaraan bermotor secara efektif, antara lain (Sudrajad, 2006) :

- Mengurangi jumlah mobil lalu lalang, misalnya dengan jalan kaki, naik sepeda, kendaraan umum atau naik satu kendaraan pribadi bersama teman-teman (*car pooling*);
- Melakukan perawatan mobil dengan saksama agar tidak boros bahan bakar dan asapnya tidak mengotori udara,
- Meminimalkan pemakaian AC dengan memilih AC non-CFC dan hemat energi;
- Memilih bensin yang bebas timbal.

Menurut Widyawati (2011) solusi untuk pengendalian pencemaran polusi udara di Kota Surabaya, antara lain :

- Dengan Hukum Kesehatan Lingkungan pencemaran udara bisa dikendalikan dalam upaya pencegahan dan/atau penanggulangan dampak dari pencemaran udara;
- Pemerintah melakukan sosialisasi Peraturan Pemerintah dan Undang-Undang yang mengatur lingkungan hidup agar dapat menimbulkan kesadaran pada masyarakat terhadap pentingnya pelestarian lingkungan hidup untuk masa kini dan juga mendatang.

Menurut Irawan (2009) yaitu dengan menggunakan pemanfaatan teknologi pengontrolan gas emisi, antara lain :

- Modifikasi mesin;
- Modifikasi pada saluran gas buang;
- Modifikasi penggunaan bahan bakar atau sistem bahan bakarnya.

Menurut Machsus (2008) menyatakan bahwa dengan menggunakan bahan bakar alternatif merupakan salah satu bentuk upaya perbaikan kualitas udara di Kota Surabaya. Bahan bakar alternatif, selain BBM yang dapat digunakan diantaranya : CNG (*Compressed Natural Gas*), LPG (*Liquid Petroleum Gas*) dan juga bensin super TT sudah mulai digunakan di Indonesia walaupun masih dalam skala terbatas.

Menurut Nanny (2008) menyatakan bahwa dampak-dampak pencemaran udara kendaraan bermotor dapat juga dicegah dengan cara pemilihan rute lalu lintas yang cukup jauh dari areal berpenduduk dan mengurangi kemacetan lalu lintas, misalnya dengan pembuatan jalan *bypass* tidak memasuki areal permukiman, mempertahankan integritas komersial dan sosial jalan, tapi masih membolehkan akses ke jalan raya. Selain itu juga, dapat dilakukan mitigasi perbaikan desain untuk meminimalkan pencemaran udara akibat kendaraan bermotor yang meliputi :

- a. Pemilihan alinyemen jalan tidak melalui daerah dekat permukiman, sekolah dan perkantoran;
- b. Menyediakan kapasitas jalan yang cukup memadai untuk menghindari kemacetan lalu lintas dengan proyeksi peningkatan arus lalu lintas di masa yang akan datang;
- c. Menghindari penempatan perpotongan jalan yang sibuk;
- d. Memperhitungkan pengaruh arah angin dalam penentuan lokasi jalan dan bangunan pelengkapannya, seperti penempatan pompa bensin di dekat permukiman;
- e. Sebisa mungkin harus menghindari lereng curam dan belokan tajam yang akan mendorong penurunan atau peningkatan kecepatan serta *shifting*;
- f. Laburi jalan-jalan yang berdebu terutama di daerah-daerah padat penduduk;
- g. Penanaman vegetasi yang tinggi, berdaun lebat dan juga rapat diantara jalan dan pemukiman untuk menyaring pencemaran udara.

Selanjutnya berbagai upaya yang dapat juga dilakukan dengan cara, antara lain :

- a. Mengupayakan reboisasi sebab menghasilkan oksigen yang sangat kita perlukan, sementara karbondioksida yang dihasilkan oleh mesin-mesin kendaraan bermotor maupun industri pabrik akan diserap oleh tumbuhan tersebut. Selain itu, tumbuh-tumbuhan yang rindang dapat mengatasi panasnya suhu yang diakibatkan oleh pembakaran pada mesin kendaraan bermotor terutama pada saat lalu lintas macet;
- b. Beberapa negara maju telah mencoba membuat sistem pengendali mesin mobil yang dapat menurunkan kadar karbon monoksida dan nitrogen sebagai akibat dari pembakaran mesin mobil;
- c. Dengan pembatasan izin bagi angkutan umum kecil dan memperbanyak kendaraan angkutan massal seperti bus atau kereta api semakin diperbanyak. Kemudian, kontrol terhadap jumlah kendaraan pribadi juga harus sering dilakukan seiring dengan perbaikan pada sejumlah angkutan umum.

4. KESIMPULAN

Dari berbagai penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa orang dapat kita simpulkan :

1. Aktivitas transportasi khususnya kendaraan bermotor merupakan sumber utama pencemaran udara di daerah perkotaan. Pencemaran udara dapat didefinisikan sebagai kondisi atmosfer yang terdiri atas senyawa-senyawa dengan konsentrasi tinggi diatas kondisi udara ambien normal, sehingga menimbulkan dampak negatif bagi manusia, hewan vegetasi, maupun benda lainnya.
2. Seringkali peraturan sudah dikeluarkan tetapi seiring berjalannya waktu, aturan kadang pelan-pelan terkikis seolah dilupakan. Tindakan yang pernah dilakukan dengan melibatkan pihak berwajib, misalnya SAMSAT dan POLANTAS. Setiap kendaraan diwajibkan menjalani uji emisi untuk persyaratan kir. Namun kenyataannya banyak kendaraan yang tak layak jalan masih tetap beroperasi di jalan. Hal ini karena di Indonesia yang kesadaran masyarakatnya masih rendah tentang arti pentingnya kesehatan dan keamanan berkendara masih rendah. Kebijakan yang mengatur masalah emisi kendaraan sudah ada dalam Undang-Undang Nomor 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas Angkutan Jalan dan juga Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Kendaraan Bermotor Lama.
3. Selanjutnya, pembatasan usia kendaraan terutama bagi angkutan umum juga perlu mendapatkan pertimbangan secara khusus, mengingat, semakin tua kendaraan, apalagi yang kurang terawat, sangat berpotensi besar sebagai penyumbang polutan udara. Selaras dengan itu, pembangunan MRT dan *Electronic Road Pricing* (ERP), juga mendesak untuk direalisasikan. Di samping itu, pengaturan lalu lintas, rambu-rambu dan tindakan tegas terhadap pelanggaran berkendara benar-benar dapat diwujudkan, begitu juga uji emisi yang dilakukan secara berkala, serta penanaman pohon berdaun lebar di pinggir jalan, terutama yang lalu lintasnya padat, dapat juga mengurangi polusi udara.
4. Masalah lingkungan adalah tanggung jawab masyarakat dan pemerintah yang tentunya pemerintah sendiri harus melaksanakan program untuk masyarakat dalam hal menangani sekaligus mengantisipasi pencemaran udara. Dalam hal ini pemerintah harus membuat sarana untuk meminimalisir pencemaran udara tersebut misalnya dengan pembuatan paru-paru kota berupa taman di tengah kota, penyuluhan kepada masyarakat agar mau menanam tumbuh-tumbuhan disekitar pekarangan rumah. Selain upaya pemerintah terhadap industri yang mengeluarkan asap yang berbahaya bagi pencemaran udara janganlah diberikan ijin untuk mendirikannya di tengah kota atau disekitar kota. Untuk masyarakat yang mempunyai kendaraan bermotor agar memeriksakan kendaraannya jangan sampai kadar emisi gas buang melebihi ambang batas, terutama dengan pemeliharaan kendaraan yang baik dan benar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar Iskandar, 2006. *Perkiraan Penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM) untuk Transportasi Darat*, Badan Litbang Perhubungan Departemen Perhubungan RI Jakarta.
- Anna, dkk, 2011. *Pengaruh Keberadaan Parkir dan Pedagang Kaki Lima Terhadap Biaya Kemacetan dan Polusi Udara di Jalan Kolonel Sugiono Malang*, Jurnal Rekayasa Sipil Volume 5, No.3 – 2011 ISSN 1978 – 5658.
- Bovi, Naniek, _____. *Tingkat Kemampuan Penyerapan Tanaman Hias Dalam Menurunkan Polutan Karbon Monoksida*, Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol.4 No.1. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
- Department of Environment & Conservation (NSW), 2005, *Clean Car for NSW*, ISBN 1 74137 1074.
- Hickman A J. 1999. *Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption*. Transport Research Laboratory.
- Kementerian Menteri Lingkungan Hidup RI, Keputusan Menteri Lingkungan Hidup NO. 45 Tahun 1997 tentang *Indeks Standar Pencemar Udara*.
- Nanny K, G. Gunawan, 2008. *Polusi Udara Akibat Aktivitas Kendaraan Bermotor di Jalan Perkotaan Pulau Jawa dan Bali*, Puslitbang Jalan dan Jembatan.
- Ismiyati, Marlita D, Saidah D. 2014. *Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Motor*. Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JM TransLog)-Vol.01 No.03.
- Widyawati.B . 2011. *Dampak Kepadatan Lalu Lintas Terhadap Polusi Udara Kota Surabaya*. Jurnal Fakultas Hukum Universitas Narotama Volume XX, No.20, April.
- Machsus, Basuki R. 2008. *Penggunaan BBG pada Kendaraan Bermotor di Kota Surabaya*. Jurnal Aplikasi: Media Informasi & Komunikasi Aplikasi Teknik Sipil Terkini, Volume 4, Nomor 1, Februari.
- Irawan RM Bagus. 2009. *Efektivitas Pemasangan Catalytic Converter Kuningan Terhadap Penurunan Emisi Gas Carbon Monoksida pada Kendaraan Motor Bensin*. Traksi. Vol. 9. No. 1, Juni, <http://jurnal.unismus.ac.id>.
- Simanjuntak A.G. 2007. *Pencemaran Udara*. Buletin Limbah Vol. 11 No.1. Pusat Teknologi Limbah Radioaktif.
- Sudrajad, A. 2006. *Pencemaran Udara, Suatu Pendahuluan*. <http://kamase.ugm@yahoo.co.id> [3 Januari 2013].
- Soedomo, dkk. 1990. *Model Pendekatan dalam Analisis Kebijakan Pengendalian Pencemaran Udara*. Studi Kasus di Jakarta, Bandung dan Surabaya, Penelitian KLH-Jurusan Teknik Lingkungan ITB Bandung.
- Suskmeri, 2003. *Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Kadar Karbonmonoksida di Beberapa Ruas Jalan di Kota Padang*. Tesis.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41, 1999. *Tentang Standar Kualitas Udara Ambien*. Jakarta.
- Yanismai, _____. *Hubungan Antara Kepadatan Lalu Lintas dengan Kualitas Udara di Kota Padang*, http://repository.unand.ac.id/412/1/yanismai_01209040.rtf.
- Wardhana, A.W, 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Edisi Revisi, Penerbit Andi, Yogyakarta.