

STUDI EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMESIN BENSIN PADA BERBAGAI MERK KENDARAAN DAN TAHUN PEMBUATAN

Joko Winarno

Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Janabadra
Jl. TR. Mataram No. 55 – 57 Yogyakarta 55231 Telp./Fax : (0274) 543676

E-Mail : hjwinarno25@yahoo.com

ABSTRACT

The growing of gas emission produced by motor vehicle has become a major environmental concern globally and this can be attributed to the increase in motor vehicle usage as well as population especially in areas of large population and highly industrialized nations. In the present work, gas emission producing by petrol-engined vehicles was investigated. The study was conducted for various vehicle brand in different years of manufacture using descriptive analytical methods. The exhaust gas emission level that are examined including carbonmonoxide (CO) and hydrocarbons (HC) using Exhaust Gas Analyzer in idle mode. The collected data and its analysis showed that the younger the age, the number of motor vehicle who do not pass the test (failed) tend to decline and A motor vehicle that had failed to test as much as 28,86 % dominated by old motor vehicle (production in 2000 and earlier). The Motor vehicles produced in 2004 and afterward mostly have met a threshold limit of 1.5 % CO and 200 ppm HC.

Keywords : *Gas Emission, Petrol-Engined Vehicles, Gas Analyzer*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan pangsa pasar yang sangat potensial bagi penjualan kendaraan bermotor berbagai jenis dan merk, hal ini dapat dilihat dari besarnya tingkat pertumbuhan kendaraan bermotor yang menembus angka 15% per tahun (BPS, 2011) atau 7,9 juta kendaraan per tahun. Pertumbuhan kendaraan bermotor yang tinggi tidak hanya didukung oleh jumlah penduduknya Indonesia yang besar (240 juta), akan tetapi juga didukung oleh karakteristik orang Indonesia yang senang berganti-ganti kendaraan untuk menunjukkan eksistensi dan gengsi mereka di masyarakat. Di samping itu, regulasi pemerintah yang tidak melakukan pembatasan terhadap pertumbuhan kendaraan bermotor turut menyumbang tingginya tingkat pertumbuhan kendaraan bermotor di Indonesia.

Tingkat pertumbuhan kendaraan bermotor yang tinggi, di satu sisi dapat

mendorong tingkat pertumbuhan ekonomi, akan tetapi di sisi lain dapat menimbulkan dampak lingkungan yang sangat serius. Dampak lingkungan yang ditimbulkan di antaranya kemacetan, kebisingan hingga pencemaran atau polusi udara yang diakibatkan oleh emisi gas buang yang dihasilkan oleh mesin kendaraan bermotor. Saat ini emisi gas buang hasil pembakaran mesin kendaraan bermotor merupakan faktor penyebab polusi yang paling dominan, terutama di kota-kota besar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kontribusi pencemaran udara yang berasal dari sektor transportasi mencapai 60%, selebihnya sektor industri 25%, rumah tangga 10% dan sampah 5% (Saepudin dan Admono, 2005). Hasil studi juga menunjukkan bahwa bahan pencemar udara di kota-kota besar seperti karbonmonoksida (CO), hidrokarbon (HC), ozon (O₃) dan partikulat telah melampaui ambang batas baku mutu udara.

Kondisi di atas tentu saja sangat mengkhawatirkan, karena emisi gas buang yang dihasilkan akan terus mengalami peningkatan seiring dengan laju pertumbuhan kendaraan bermotor. Oleh karena itu polusi udara yang ditimbulkan oleh emisi gas buang ini harus segera dikendalikan mengingat di dalam gas buang kendaraan bermotor banyak mengandung senyawa kimia yang berbahaya bagi manusia. Beberapa senyawa yang dinyatakan dapat membahayakan kesehatan manusia adalah oksida sulfur (SO_x), oksida nitrogen (NO_x), oksida karbon (CO_x), hidrokarbon (HC), logam berat tertentu (Pb) dan partikulat. Dampak yang ditimbulkan dapat berupa gangguan saluran pernafasan, gangguan organ dalam seperti paru-paru hati dan lainnya, gangguan syaraf, gangguan reproduksi, menurunkan kecerdasan pada anak serta dapat menimbulkan kematian.

Pada dasarnya jenis bahan pencemar yang dikeluarkan semua jenis kendaraan adalah sama hanya komposisinya saja yang berbeda karena adanya perbedaan kondisi dan sistem operasi antara mesin kendaraan yang satu dengan yang lainnya. Mesin kendaraan terbaru umumnya memiliki emisi gas buang dengan kadar yang lebih rendah dibandingkan dengan mesin kendaraan yang lebih tua umurnya, hal ini dikarenakan adanya kesadaran masyarakat akan pencemaran udara akibat emisi gas buang kendaraan yang semakin tinggi dan adanya peraturan yang lebih tegas mengenai batasan emisi gas buang bagi kendaraan baru sehingga mampu mendorong industri untuk memproduksi kendaraan bermotor yang lebih ramah lingkungan serta menerapkan standar ekonomi dalam pengisian bahan bakar. Namun demikian tidak semua pemilik kendaraan bermotor memiliki kesadaran yang tinggi, sehingga banyak dari para pemilik kendaraan yang tidak peduli dengan kondisi kendaraannya, di samping juga umumnya enggan untuk

mengeluarkan biaya perawatan yang mahal.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dalam penelitian ini akan dilakukan investigasi terhadap emisi gas buang kendaraan khususnya yang bermesin bensin dari berbagai merk kendaraan pada berbagai tahun pembuatan. Senyawa kimia dari emisi gas buang yang dikaji adalah karbonmonoksida (CO) dan hidrokarbon (HC), karena kedua senyawa berdampak langsung bagi kesehatan manusia. Tujuan dari investigasi ini adalah untuk mengetahui kadar emisi gas buang kendaraan bermotor bermesin bensin dari berbagai merk kendaraan dan untuk mengetahui pola emisi gas buang kendaraan bermotor bermesin bensin yang didasarkan pada tahun pembuatannya. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran bagi para pihak terutama bagi para pengambil kebijakan untuk segera mengambil langkah-langkah dalam mengurangi dampak emisi gas buang kendaraan dengan memperketat ambang batas emisi gas buang kendaraan demi kehidupan yang lebih baik di masa yang akan datang.

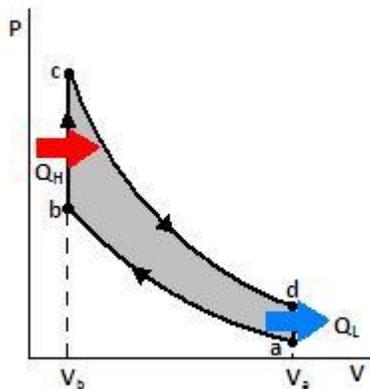
DASAR TEORI

1. Prinsip Kerja Motor Bensin

Motor atau mesin bensin atau sering disebut mesin otto adalah salah satu jenis mesin pembakaran dalam yang menggunakan percikan bunga api listrik dari busi untuk menciptakan penyalaan dan membakar bahan bakar di dalam ruang bakar. sehingga mesin bensin juga dikenal dengan istilah mesin penyalaan cetus api (*spark ignition engine*). Mesin ini dirancang dengan bahakan bakar bensin (*gasoline*) atau yang sejenisnya.

Pada mesin bensin, pada umumnya udara dan bahan bakar dicampur sebelum masuk ke ruang bakar, sebagian kecil mesin bensin modern mengaplikasikan injeksi bahan bakar langsung ke silinder ruang bakar termasuk mesin bensin 2 tak untuk mendapatkan emisi gas buang yang

ramah lingkungan. Proses pencampuran udara dan bahan bakar dilakukan oleh karburator atau sistem injeksi, keduanya mengalami perkembangan dari sistem manual sampai dengan penambahan sensor-sensor elektronik. Sistem Injeksi Bahan bakar di motor otto terjadi diluar silinder, tujuannya untuk mencampur udara dengan bahan bakar seproporsional mungkin. Siklus kerja dari mesin bensin dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Siklus Motor Bensin

Siklus di atas tersiri dari 4 proses, yakni :

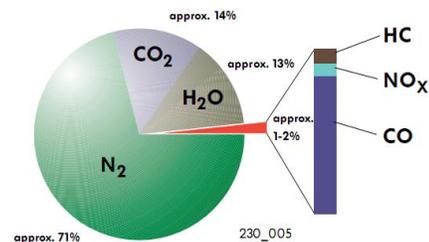
1. Proses pemasukan campuran bahan bakar-udara yang dilanjutkan dengan langkah kompresi (a – b)
2. Pada akhir langkah kompresi campuran bahan bakar-udara di dalam ruang bakar (silinder) terjadi proses pembakaran pada volume konstan. Pada proses pembakaran ini sejumlah kalor akan dihasilkan dan dapat digunakan untuk proses berikutnya (b – c).
3. Proses ekspansi atau langkah tenaga (kerja). Dalam proses ini, gas panas hasil pembakaran akan mendorong piston melakukan ekspansi dan menghasilkan tenaga atau kerja (c – d).
4. Langkah pembuangan gas hasil pembakaran keluar dari ruang bakar (silinder) atau langkah buang (d – a).

Keempat proses di atas akan terjadi secara berulang-ulang hingga membentuk siklus motor bensin atau siklus otto.

2. Emisi Gas Buang Kendaraan

Emisi gas buang kendaraan adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar di dalam mesin kendaraan yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin, sedangkan proses pembakaran adalah reaksi kimia antara oksigen di dalam udara dengan senyawa hidrokarbon di dalam bahan bakar untuk menghasilkan tenaga. Dalam reaksi yang sempurna, maka sisa hasil pembakaran adalah berupa gas buang yang mengandung karbondioksida (CO_2), uap air (H_2O), Oksigen (O_2) dan Nitrogen (N_2). Dalam prakteknya, pembakaran yang terjadi di dalam mesin kendaraan tidak selalu berjalan sempurna sehingga di dalam gas buang mengandung senyawa berbahaya seperti karbonmonoksida (CO), hidrokarbon (HC), Nitrogenoksida (NO_x) dan partikulat. Di samping itu untuk bahan bakar yang mengandung timbal dan sulfur, hasil pembakaran di dalam mesin kendaraan juga akan menghasilkan gas buang yang mengandung sulfurdioksida (SO_2) dan logam berat (Pb).

Secara umum komposisi gas buang kendaraan bermesin bensin dapat dilihat pada gambar 2 (Anonim, 2012).



Gambar 2. Komposisi gas buang motor bensin

Motor bensin dapat juga mengeluarkan emisi gas sulfurdioksida (SO_2) dalam jumlah yang kecil.

3. Dampak Emisi Gas Buang

Emisi gas buang kendaraan yang mencemari udara dan lingkungan dapat mengganggu kesehatan manusia, terutama bagi manusia yang tinggal di kota besar,

yang bermukim di daerah industri dan padat lalu lintas kendaraan bermotor. Dampak yang ditimbulkan berupa asap dan uap yang berbau dan akan mempengaruhi pernafasan, penciuman, penglihatan, badan menjadi lemas, IQ berkurang dan bila dibiarkan secara terus menerus akan mengakibatkan kematian massal. Dampak yang ditimbulkan oleh emisi gas buang kendaraan tidak hanya berdampak pada manusia saja tetapi juga pada hewan dan tumbuhan.

Tugaswati (2008) menyatakan bahwa setelah berada di udara, beberapa senyawa yang terkandung dalam emisi gas buang kendaraan bermotor dapat berubah karena terjadinya suatu reaksi, misalnya dengan sinar matahari dan uap air, atau juga antara senyawa-senyawa tersebut satu dengan yang lain. Proses reaksi tersebut ada yang berlangsung cepat dan terjadi saat itu juga di lingkungan jalan raya, dan ada pula yang berlangsung dengan lambat. Reaksi kimia di atmosfer kadangkala berlangsung dalam suatu rantai reaksi yang panjang dan rumit, dan menghasilkan produk akhir yang dapat lebih aktif atau lebih lemah dibandingkan senyawa aslinya. Sebagai contoh, adanya reaksi di udara yang mengubah nitrogen monoksida (NO) yang terkandung di dalam gas buang kendaraan bermotor menjadi nitrogen dioksida (NO₂) yang lebih reaktif, dan reaksi kimia antara berbagai oksida nitrogen dengan senyawa hidrokarbon yang menghasilkan ozon dan oksida lain, yang dapat menyebabkan asap awan fotokimi (*photochemical smog*). Pembentukan *smog* ini kadang tidak terjadi di tempat asal sumber (kota), tetapi dapat terbentuk di pinggiran kota. Jarak pembentukan *smog* ini tergantung pada kondisi reaksi dan kecepatan angin. Photocemical *smog* akan menghalangi pandangan, iritasi mata dan dapat menjadi penyebab kanker.

Untuk bahan pencemar yang sifatnya lebih stabil seperti limbah (Pb), beberapa hidrokarbon-halogen dan hidrokarbon poliaromatik, dapat jatuh ke

tanah bersama air hujan atau mengendap bersama debu, dan mengkontaminasi tanah dan air. Senyawa tersebut selanjutnya juga dapat masuk ke dalam rantai makanan yang pada akhirnya masuk ke dalam tubuh manusia melalui sayuran, susu ternak, dan produk lainnya dari ternak hewan. Karena banyak industri makanan saat ini akan dapat memberikan dampak yang tidak diinginkan pada masyarakat kota maupun desa.

Bahaya gas buang kendaraan bermotor terhadap kesehatan tergantung dari toksitas (daya racun) masing-masing senyawa dan seberapa luas masyarakat terpajan olehnya. Tugaswati (2009) menyatakan berdasarkan sifat kimia dan perilakunya di lingkungan, dampak bahan pencemar yang terkandung di dalam gas buang kendaraan bermotor digolongkan sebagai berikut :

1. Bahan-bahan pencemar yang terutama mengganggu saluran pernafasan. Yang termasuk dalam golongan ini adalah oksida sulfur, partikulat, oksida nitrogen, ozon dan oksida lainnya.
2. Bahan-bahan pencemar yang menimbulkan pengaruh racun sistemik, seperti hidrokarbon monoksida dan timbel/timah hitam.
3. Bahan-bahan pencemar yang dicurigai menimbulkan kanker seperti hidrokarbon.
4. Kondisi yang mengganggu kenyamanan seperti kebisingan, debu jalanan, dll.

Dampak masing-masing senyawa di dalam gas buang terhadap kesehatan adalah sebagai berikut (anonim, 2013) :

1. CO (Karbon Monoksida) dapat mengurangi jumlah oksigen dalam darah, sehingga bisa mengganggu cara berfikir, penurunan refleks dan gangguan jantung, dan apabila terkonsumsi dalam jumlah besar akan mengakibatkan kematian.
2. HC (Hidrokarbon) dapat mengakibatkan iritasi pada mata, batuk, rasa mengantuk, bercak kulit dan perubahan kode genetik.

3. PM10 (Partikulat) jika masuk dalam sistem pernafasan sampai ke bagian paru-paru terdalam sehingga menimbulkan infeksi saluran pernafasan atas, jantung, bronchitis, asma.
4. Pb (Timbal) dapat meracuni sistem pembentukan darah merah, sehingga mengakibatkan gangguan pembentukan sel darah merah, anemia, tekanan darah tinggi dan mengurangi fungsi pada ginjal, pengaruh pada anak-anak adalah penurunan kemampuan otak dan kecerdasan.
5. SOx (Oksida Belerang) dapat menimbulkan efek iritasi pada saluran nafas, sehingga menimbulkan batuk sampai sesak nafas, meningkatkan kasus asma
6. NOx (Oksida Nitrogen) bisa menimbulkan gangguan jaringan paru seperti, melemahkan sistem pertahanan paru, asma, infeksi saluran nafas.

Mengingat besarnya bahaya yang ditimbulkan oleh beberapa senyawa-senyawa di dalam emisi gas buang kendaraan bermotor, maka Pemerintah melalui Menteri Negara Lingkungan Hidup menetapkan Peraturan Menteri No. 05 Tahun 2006 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan lama sebagai berikut :

Tabel 1. Ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor kategori M, N dan O

Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter			Metode Uji
		CO (%)	HC (ppm)	Opasitas (% HSU)	
Berpengerak motor bakar cetus api (bensin)	< 2007	4,5	1200		Idle
	≥ 2007	1,5	200		
Berpengerak motor bakar penyalan kompresi (diesel)					Percepatan bebas
- GW ≤ 3,5 ton	< 2010			70	
	≥ 2010			49	
- GW > 3,5 ton	< 2010			70	
	≥ 2010			50	

3. Uji Emisi Gas Buang

Uji emisi gas buang kendaraan bermotor adalah proses pengukuran kadar dari senyawa-senyawa yang terkandung di dalam emisi gas buang kendaraan bermotor. Uji emisi gas buang dimaksudkan untuk mengetahui

karakteristik dari emisi gas buang kendaraan bermotor, Selanjutnya hasil dari uji emisi gas buang ini dapat digunakan untuk pengendalian dan penyusunan regulasi terhadap emisi buang kendaraan bermotor.

Pada negara-negara yang memiliki standar emisi gas buang kendaraan yang ketat, ada 5 unsur dalam gas buang kendaraan yang akan diukur yaitu senyawa HC, CO, CO₂, O₂ dan senyawa NO_x. Sedangkan pada negara-negara yang standar emisinya tidak terlalu ketat, hanya mengukur 4 unsur dalam gas buang yaitu senyawa HC, CO, CO₂ dan O₂, termasuk Indonesia. (Gunandi, 2010).

Di Indonesia, cara uji emisi gas buang kendaraan bermesin bensin kategori M, N dan O pada kondisi *idle* menggunakan SNI 19-7118.1-2005. Kondisi *idle* adalah kondisi dimana mesin kendaraan pada putaran dengan :

- a. Sistem kontrol bahan bakar (misal : choke, akselerator) tidak bekerja;
- b. Posisi transmisi netral untuk kendaraan manual atau semi otomatis;
- c. Posisi transmisi netral atau parkir untuk kendaraan otomatis;
- d. Perlengkapan atau asesoris kendaraan yang dapat mempengaruhi putaran tidak dioperasikan atau dapat dijalankan atas rekomendasi manufaktur.

Pengujian *idle* dilakukan dengan cara menghisap gas buang kendaraan bermotor dengan alat uji gas analyser kemudian diukur kandungan karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC).

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dan analitik. Sampel pada penelitian ini adalah kendaraan roda empat yang melakukan uji emisi di Unit Pengujian Kendaraan Bermotor Dinas Perhubungan

Kabupaten Bantul bulan Desember 2012 – Januari 2013. Kendaraan bermotor yang digunakan sebagai obyek penelitian adalah kendaraan bermotor bermesin bensin jenis roda empat (mobil) merk Suzuki, Mitsubishi, Daihatsu dan Toyota. Kadar emisi gas buang yang dikaji meliputi karbonmonoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) yang pengukurannya dilakukan dengan menggunakan *analyzer digital* merk *protech*.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Alat ukur gas (analyzer), yakni alat uji emisi gas buang yang digunakan sebagaimana persyaratan yang diberikan oleh ISO 3930 atau OIML R99.
- b. Alat ukur temperatur oli mesin;
- c. Alat ukur putaran mesin;
- d. Alat ukur temperatur lingkungan.

Prosedur penelitian dilaksanakan sebagai berikut :

1. Persiapan kendaraan uji

Persiapan kendaraan uji dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

- a. Kendaraan yang akan diukur komposisi gas buang harus diparkir pada tempat yang datar.
- b. Pipa gas buang (knalpot) tidak bocor.
- c. Temperatur mesin normal 60 °C sampai dengan 70 °C atau sesuai rekomendasi manufaktur.
- d. Sistem asesoris (lampu, AC) dalam kondisi mati.
- e. Kondisi temperatur tempat kerja pada 20 °C sampai dengan 35 °C

2. Persiapan peralatan

Persiapan gas analyzer dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

- a. Pastikan bahwa alat dalam kondisi telah terkalibrasi;
- b. Hidupkan sesuai prosedur pengoperasian (sesuai dengan rekomendasi manufaktur alat uji) .

3. Pengukuran dan pencatatan

Pengujian komposisi gas CO dan HC dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

- a. Persiapkan kendaraan uji sesuai langkah 1.
- b. Siapkan alat uji sesuai langkah 2.
- c. Naikkan (akselerasi) putaran mesin hingga mencapai 2.900 rpm sampai dengan 3.100 rpm kemudian tahan selama 60 detik dan selanjutnya kembalikan pada kondisi *idle*.
- d. Selanjutnya lakukan pengukuran pada kondisi *idle* dengan putaran mesin 600 rpm sampai dengan 1000 rpm atau sesuai rekomendasi manufaktur.
- e. Masukkan probe alat uji ke pipa gas buang sedalam 30 cm, bila kedalaman pipa gas buang kurang dari 30 cm maka dapat dipasang pipa tambahan.
- f. Tunggu 20 detik dan lakukan pengambilan data kadar konsentrasi gas CO dalam satuan persen (%), dan HC dalam satuan ppm yang terukur pada alat uji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil-Hasil Penelitian

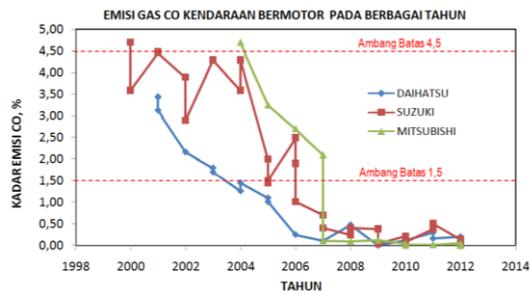
a. Analisis Karakteristik Demografi

Hasil analisis karakteristik demografi dari kendaraan yang diuji dapat dilihat pada tabel berikut :

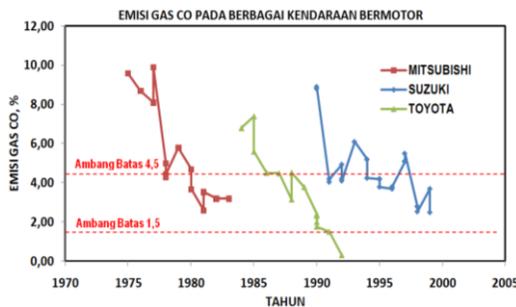
Tabel 2. Analisis karakteristik demografi

Umur Kendaraan (th)	Jumlah Sampel	Hasil Uji	
		Lulus Uji	Gagal Uji
≤ 5	41	80,24 %	9,76 %
6 – 10	33	78,79 %	21,21 %
11 – 15	23	60,87 %	39,13 %
16 – 20	19	36,84 %	63,16 %
21 – 25	13	61,54%	38,46 %
26 – 30	12	75,00 %	25,00 %
30 – 35	8	50,00 %	50,00 %
Jumlah	149	71,14%	28,86%

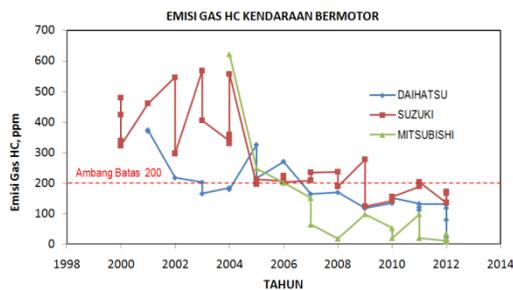
Sebaran emisi gas buang kendaraan untuk berbagai jenis kendaraan dapat dilihat pada gambar berikut ini.



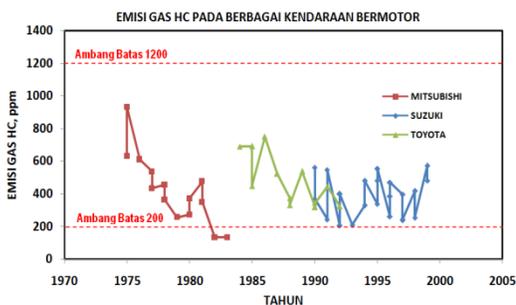
Gambar 3. Emisi gas CO kendaraan bermotor produksi tahun 2000 ke atas



Gambar 4. Emisi gas CO kendaraan bermotor produksi tahun sebelum 2000



Gambar 5. Emisi gas HC kendaraan bermotor produksi tahun 2000 ke atas



Gambar 6. Emisi gas HC kendaraan bermotor produksi tahun 2000 dan sebelumnya

2. Pembahasan

Dari hasil analisa karakteristik demografi yang ditunjukkan oleh tabel 2 dapat diketahui bahwa semakin muda umur kendaraan, maka jumlah kendaraan bermotor yang tidak lulus uji (gagal) cenderung mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa industri otomotif memiliki komitmen yang tinggi untuk mengembangkan teknologi kendaraan yang lebih ramah lingkungan. Kecenderungan ini juga menunjukkan bahwa kepedulian masyarakat terhadap lingkungan yang bersih dan nyaman mengalami peningkatan sehingga lebih memperhatikan program perawatan kendaraan yang dimiliki, karena perawatan merupakan salah faktor yang mempengaruhi buruknya kadar emisi gas buang kendaraan. Secara keseluruhan dengan menggunakan ketentuan ambang batas bagi mobil lama (< 2007), yakni CO 4,5 % dan HC 1200 ppm, maka hanya 28,86 % dari seluruh kendaraan bermotor yang dikaji mengalami gagal uji emisi, akan tetapi jika menggunakan ketentuan ambang batas bagi mobil baru (≥ 2007), yakni CO 1,5 % dan HC 200 ppm, maka hanya 32,89 % dari seluruh kendaraan bermotor yang dikaji mengalami lulus uji emisi atau 67,11 % kendaraan memiliki emisi gas buang yang melebihi ambang batas yang ditetapkan.

Dari hasil analisis sebaran emisi gas CO seperti yang ditunjukkan oleh gambar 3 dan 4, maka dapat diketahui bahwa kadar emisi gas CO dari berbagai kendaraan yang dikaji cenderung mengalami penurunan seiring dengan semakin muda usia kendaraan. Emisi gas CO yang dihasilkan kendaraan yang diproduksi tahun 2004 ke atas sebagian besar telah memenuhi ambang batas 1,5 %, sedangkan emisi gas CO kendaraan yang diproduksi antara tahun 1980 – 2004 menunjukkan hampir tidak ada kendaraan yang memenuhi ambang batas 1,5 %. Sebagian besar kendaraan ini memang masih memenuhi ambang batas 4,5 %. Kendaraan yang diproduksi pada tahun

1980 dan sebelumnya cenderung tidak memenuhi ambang batas yang ditentukan untuk mobil lama, yakni 4,5 %.. Oleh karena itu kendaraan ini sebaiknya tidak diijinkan lagi untuk dioperasikan di jalan raya, kecuali dengan monitoring yang ketat.

Tren yang sama juga diperlihatkan oleh emisi gas HC dari berbagai kendaraan bermotor seperti ditunjukkan oleh gambar 5 dan 6. Emisi gas HC kendaraan yang diproduksi tahun 2004 ke atas sebagian besar telah memenuhi ambang batas 200 ppm, sedangkan emisi gas HC kendaraan yang diproduksi antara tahun 1980 – 2004 sebagian besar tidak memenuhi ambang batas 200 ppm. Walaupun denujuab, sebagian besar kendaraan yang diproduksi antara tahun 1980 – 2004 masih memenuhi ambang batas 1200 ppm.

Dari hasil analisis data yang ditunjukkan oleh tabel 2 dan gambar 3 hingga gambar 6, maka umur ideal kendaraan, terutama kendaraan umum, adalah berkisar antara 7 – 10 tahun. Hal ini karena hampir semua merek kendaraan yang dikaji dapat memenuhi ambang batas yang ditentukan untuk mobil baru, yakni 1,5 %. Hasil kajian ini selaras dengan hasil kajian umur ekonomis kendaraan umum yang dilaporkan oleh Zuriantomy, Busmart (2002).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Semakin muda usia kendaraan, jumlah kendaraan bermotor yang tidak lulus uji (gagal) cenderung mengalami penurunan.
2. Emisi gas CO yang dihasilkan oleh berbagai kendaraan bermotor yang dikaji cenderung mengalami penurunan seiring dengan semakin muda usia kendaraan dan Emisi gas CO yang dihasilkan kendaraan yang diproduksi

tahun 2004 ke atas sebagian besar telah memenuhi ambang batas 1,5.

3. Emisi gas HC yang dihasilkan oleh berbagai kendaraan bermotor yang dikaji cenderung mengalami penurunan seiring dengan semakin muda usia kendaraan dan Emisi gas CO yang dihasilkan kendaraan yang diproduksi tahun 2004 ke atas sebagian besar telah memenuhi ambang batas 1,5.
4. Dari hasil kajian secara keseluruhan diketahui bahwa umur ideal kendaraan, terutama kendaraan umum, adalah berkisar antara 7 – 10 tahun karena umur kendaraan dengan umur tersebut mampu memenuhi ambang batas yang ditentukan untuk mobil baru, yakni CO 1,5 % dan HC 200 ppm, dan masih memberikan nilai ekonomi bagi pemiliknya.

SARAN

Perlu kiranya dipikirkan untuk membuat regulasi yang mengatur mengenai umur kendaraan yang diijinkan dioperasikan di jalan raya, terutama untuk mobil umum, karena dari hasil kajian yang telah dilakukan diketahui bahwa kendaraan umum yang diproduksi tahun 1980 dan sebelumnya tidak mampu lagi memenuhi ambang batas emisi yang telah ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2006, *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama*, Kementerian Negara Lingkungan Hidup RI.
- Anonim, 2012, *Self-Study Programme 230: Motor Vehicle Exhaust Emissions*, AUDI, Volkswagen AG., Wolfsburg.
- Anonim, 2013, *Parameter Pencemar Udara Dan Dampaknya Terhadap*

- Kesehatan, www.depkes.go.id diakses pada tanggal 10 Desember 2013.
- Arismunandar W., 1988, *Motor Bakar Torak*, ITB, Bandung.
- Gunandi. 2010. *Pengaruh Waktu Pengapian (Ignition Timing) Terhadap Emisi Gas Buang Pada Mobil Dengan Sistem Bahan Bakar Injeksi (EFI)*. Laporan Hasil Penelitian, www.digilib.its.ac.id. Diakses pada tanggal
- Tugaswati, A.T., 2008, *Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Dampaknya Terhadap Kesehatan*, <http://www.kpbb.org>. Diakses 7 Desember 2013.
- Majewski, W.A., Burtscher, H., 2011 *Measurement of Emissions*, Ecopin Inc., www.dieselnet.com. Diakses tanggal 25 Januari 2014.
- Saepudin, A. dan Admono, T., 2005, *Kajian Pencemaran Udara Akibat Emisi Kendaraan Bermotor di DKI Jakarta*, Jurnal Teknologi Indonesia 28 (2) 2005, 29-39, LIPI Press.
- Zuriantomy, Busmart, 2002, *Tinjauan Umur Ekonomis Operasi Angkutan Umum Penumpang (Studi Kasus : Angkutan Umum Penumpang 1000 cc dan 1300 cc di Kota Pekanbaru)*. Masters thesis, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro. Institutional Repository, <http://eprints.undip.ac.id/11313/>, Diakses pada tanggal 27 Januari 2014.