

EFEK KINERJA MOTOR BENSIN TERHADAP GAS BUANG

Edison

Staf Pengajar Institut Teknologi Padang.

Abstract

Emission control is not only used to gather the emission data of the tested vehicles and compare its standart quality, but the most important is to analize the machine condition based on that emission control. Because the emission of the exhaust describer the machine work and the vehicle owner should know that over emission is able to increase the use of fuel in effectively, increase the frequency of oil substitution and shortened the interval of each vehicle treatment. If these condition left in a long time there will be a total damaged on the machine.

Keywords: Emission Control

PENDAHULUAN

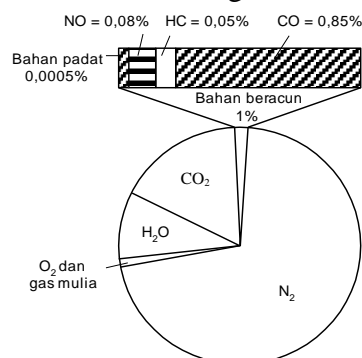
Perkembangan teknologi di dunia industri akan meningkatkan pencemaran udara. Hal ini adalah merupakan efek samping dari perkembangan teknologi dan perkembangan dunia industri yang dapat merusak lingkungan serta berbahaya bagi manusia. Beberapa diantaranya adalah asap kendaraan bermotor, asap dari cerobong pabrik, dimana asap ini mengandung zat yang beracun. Pada kendaraan bermotor baik motor bensin maupun motor diesel akan menghasilkan gas buang yang terdiri dari zat yang beracun dan tidak beracun. Dalam penulisan yang ditinjau hanya pada motor bensin, dimana komposisi zat tersebut adalah Nitrogen (N_2), Karbon dioksida (CO_2), Uap air (H_2O) untuk yang tidak beracun dan Karbon monoksida (CO), Hidro karbon (HC), Oksida nitrogen (NO_x), Sulfur oksida (SO_x), Zat debu timbal (Pb) untuk yang beracun. Untuk lebih jelasnya komposisi yang dikeluarkan knalpot kendaraan bermotor digambarkan pada "Gambar (1)".

Sebagai dasar dari *Standard Emission Control Amerika* adalah kampanye atau aksi udara bersih yang dipelopori Senator Edmund Muskie pada tahun 1970 dimana dia menetapkan *Level Standard Emission Control* yang ketat untuk karbon monoksida (CO), hidro karbon (HC) dan oksida nitrogen (NO_x) untuk semua kendaraan produksi Amerika

Tabel 1 *Standard Emission Control Amerika*

Yurisdiksi	CO	HC	NO_x
Federal	3,4	0,41	1
California	7	0,39	0,4

Satuan: g/mile



Gambar 1. Komposisi gas buang.

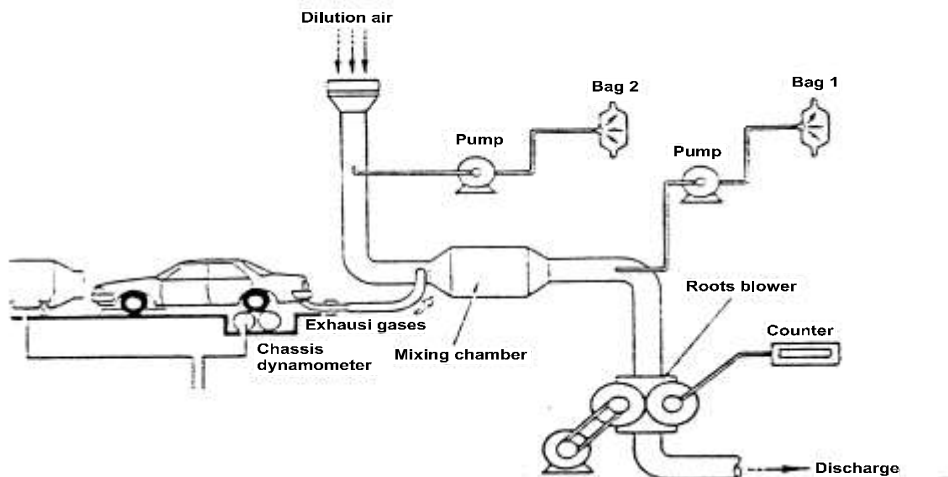
Nitrogen (N₂) = 72%, Karbon dioksida (CO₂) = 18,1%, Uap air (H₂O) = 8,2%, Gas mulia = 1,2%, Oksigen (O₂) = 1,1%, Oksida nitrogen (NO_x) = 0,13%, Hidro karbon (HC) = 0,09%, Karbon monoksida (CO) = 0,9%

Dengan metoda pengukuran yang dipakai adalah metode *Constant Volume Sampler (CVS)* dengan prinsip kerjanya adalah : Kendaraan yang akan diuji ditempatkan pada *chassis dynamometer* selama 24 jam dengan temperatur sekelilingnya antara 20°-30° dalam laboratorium, kemudian distart dingin setelah itu semua gas dari pipa buang dilarutkan dengan udara yang dimasukkan ke ruang pencampur (*mixing chamber*) oleh *Root Blower*, jumlah gas buang dan udara yang dilarutkan diukur dengan *counter* dan sebgaaian besar gas campuran ini dikeluarkan dari *sampler* dan sebagian kecil ditampung dalam bag 1 serta berat jenis masing-masing gas (CO, HC, NO_x) diukur. Berat dari setiap gas diperoleh dengan mengalikan konsentrasi setiap gas dalam bag 1 dengan berat jenis gas dan dengan volume yang dikeluarkan *Root Blower* yang diukur oleh *Counter*.

$$W = C D V \quad \dots (1)$$

dimana

- W = berat gas
- C = konsentrasi gas
- D = berat jenis gas
- V = volume yang keluar dari blower



Gambar 2. Pengukuran gas buang

Pada umumnya negara-negara eropa selain menggunakan standar Amerika juga menggunakan *Standar Emisi EEC (European Economic Community)*. Standar EEC ini ada tiga tipe yaitu tipe 1, tipe 2 dan tipe 3. Pada tipe 1 kendaraan dijalankan pada *chassis dynamometer* sama dengan pengujian CVS tapi selama pengujian kendaraan dijalankan dalam metode termasuk *idling*, percepatan, perlambatan, putaran tetap dan keadaan ini diulang sampai tiga kali, sedangkan pada tipe 2 berat jenis karbon monoksida (CO) diukur pada rpm *idling* dan pada tipe 3 yang diukur *blow by gas*.

Tabel 2 Nilai Standard Emisi EEC

Displacement (cc)	CO (g/test)	HC + NO _x (g/test)
< 1400	45	15 (NO _x = 6)
1400 – 2000	30	8
> 2000	25	6,5 (NO _x =)

		3,5)
--	--	------

Pada Standar Emisi Jepang pengujiannya dilakukan dengan dua metode yaitu:

1. Pengujian metode start panas ini terdiri dari 10 mode yang berbeda dalam pengendaraan termasuk akselerasi, kecepatan konstan, decelerasi dan *idling*, dimana kendaraan dipanaskan pada chassis dynamometer selama 15 menit dengan kecepatan 40 Km/jam. Kemudian kendaraan dijalankan dalam enam siklus masing-masing terdiri dari 10 mode pengujian dimana jumlah gas buang dari siklus kedua sampai keenam dikumpulkan dan diukur seperti dalam metoda CVS.
2. Pengujian metode start dingin ini terdiri dari 11 mode dengan kecepatan yang relatif tinggi dari pada pengujian 10 mode. Dimana pada pengujian ini kendaraan disimpan selama 6 jam pada temperatur antara 20°-30°C. Pengukuran segera dimulai setelah mesin dihidupkan yang mana kendaraan dijalankan dalam empat siklus dan setiap siklus terdiri dari 11 mode pengujian dan gas buang dikumpulkan dari saat mesin dihidupkan sampai akhir pengujian kemudian diukur seperti dalam metode CVS.

Tabel 3 Nilai standar emisi Jepang

Kendaraan penumpang yang dapat mengangkut 10 atau beberapa penumpang	Metode start panas			Metode start dingin		
	CO g/km	HC g/km	NO _x g/km	CO g/test	HC g/test	NO _x g/test
	2,10	0,25	0,25	60	7,0	4,4

Berdasarkan keputusan menteri lingkungan hidup nomor: Kep 35/MENCH/10/1993 tanggal 15 oktober 1993 maka semua kendaraan bermotor yang beroperasi di jalan harus memenuhi batas baku mutu emisi yang telah ditetapkan "Tabel (4)".

Tabel 4 Batas Baku mutu emisi (Kep 35/MENLH/10/1993, 15 oktober 1993)

Tipe kendaraan	BBM	Baku Mutu Emisi		
		Co (%)	HC (ppm)	Asap (%)
Mobil	Bensin	4,5	1200	-
Mobil	Gas	4,5	1200	-
Mobil/bus/truk	Solar	-	-	50
Sepeda motor 4 tak	Bensin	4,5	2400	-
Sepeda motor 2 tak	Bensin	4,5	3000	-

Penelitian bertujuan untuk mendapatkan data emisi kendaraan yang diuji sekaligus membandingkannya dengan baku mutu emisi serta menganalisa kondisi mesin berdasarkan hasil uji emisi tersebut sehingga dapat menggambarkan kinerja dari mesin kendaraan dan

bermanfaat bagi pemilik kendaraan agar dapat mengetahui kemungkinan kerusakan yang akan terjadi.

Produksi Gas Buang

Perbandingan Udara dan Bahan bakar

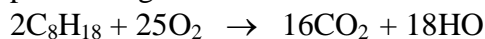
Perbandingan udara dan bahan bakar secara teoritis adalah perbandingan berat udara di dalam campuran udara dan bahan bakar dengan berat bahan bakar atau menurut teori Stoikiometri yaitu untuk membakar 1 gram bensin dengan sempurna diperlukan 14,7 gram oksigen. Jadi dengan kata lain perbandingan campuran yang ideal adalah 14,7 : 1 dan perbandingan campuran ini disebut dengan *Air Fuel Ratio* (AFR).

Perbandingan udara dan bahan bakar secara teoritis mempunyai peranan penting dalam memahami bagaimana campuran terbakar. Sebagai contoh: apabila perbandingan suatu campuran lebih rendah dari pada perbandingan teoritisnya, misal 10: 1 (AFR < 14,7). Maka campuran yang terjadi adalah campuran gemuk (kaya) dan pembakaran yang terjadi kekurangan oksigen dan sebaliknya apabila perbandingan campuran lebih tinggi dari perbandingan teoritis misalnya 20: 1 (AFR > 14,7). Maka campuran yang terjadi adalah campuran kurus (miskin) dan pembakaran yang terjadi kebanyakan oksigen.

Proses Pembakaran pada Motor Bensin

Pembakaran terjadi apabila ada tiga komponen yang bereaksi yaitu bahan bakar (bensin), oksigen dan panas. Jika salah satu dari ketiga komponen itu tidak ada maka tidak akan terjadi reaksi pembakaran. Proses pembakaran pada motor baik bensin maupun diesel ada dua macam yaitu pembakaran sempurna dan pembakaran tidak sempurna.

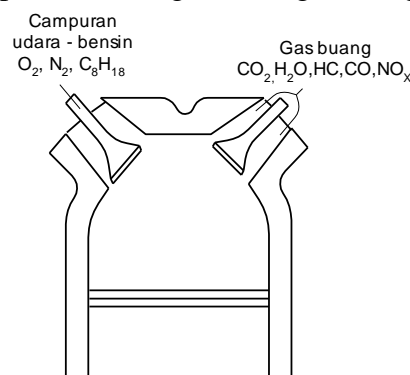
Pada pembakaran sempurna diasumsikan semua bensin terbakar dengan sempurna dengan perbandingan udara dan bahan bakar 14,7 : 1 dimana reaksinya adalah sebagai berikut:



Pada motor bakar bensin maupun diesel pembakaran yang terjadi tidak pernah sempurna meskipun mesin telah dilengkapi dengan sistem control, hal ini disebabkan oleh:

- Waktu pembakaran yang singkat
- *Over Lopping* katup
- Udara yang masuk tidak murni oksigen
- Bahan bakar yang masuk tidak murni C_8H_{18}
- Kompresi tidak terjamin rapat sempurna

Dan pembakaran yang tidak sempurna ini menghasilkan gas buang beracun.



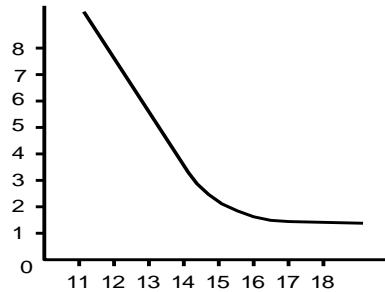
Gambar 3. Proses pembakaran dan gas buang

Proses Terbentuknya Gas Buang

Karbon Monoksida (CO)

Karbon Monoksida ini dihasilkan oleh pembakaran yang tidak sempurna jadi dengan kata lain terbentuknya karbon monoksida ini dipengaruhi oleh perbandingan campuran bahan bakar dengan udara (*Air Fuel Ratio*).

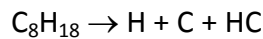
Pada “Gambar (4)” dapat dilihat perubahan konsentrasi (perbandingan volumetrik karbon monoksida di dalam gas buang) terhadap perubahan perbandingan bahan bakar dengan udara dimana campuran yang semakin kurus menghasilkan konsentrasi CO semakin rendah begitu juga sebaliknya.



Gambar 4. Hubungan antara AFR dengan CO

Hidro Karbon (HC)

Pada pembakaran yang tidak sempurna ada bahan bakar (bensin) yang tidak terbakar, dimana bahan bakar yang tidak terbakar ini keluar dari ruang bakar dalam bentuk gas HC mentah dan juga menyebabkan bahan bakar terpecah karena reaksi panas berubah menjadi gugusan HC yang keluar bersama gas buang dengan reaksi sebagai berikut :

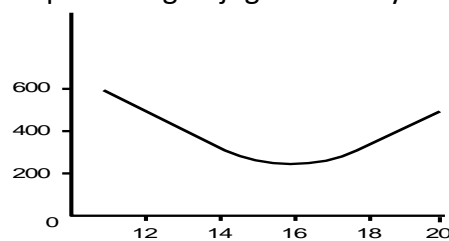


Tabel 5 Jenis, Sifat dan Pengaruh Gas Buang Terhadap Manusia

Emisi	Sifat	Penyebab	Dampak
CO (gas)	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak berwarna - Tidak berbau - Tidak mudah larut dalam air - Didalam udara bila diberikan api akan terbakar dengan mengeluarkan asap biru dan menjadi CO₂. 	<ul style="list-style-type: none"> - Kendaraan bermotor 93% terutama saat idling - Pembangkit listrik dan pabrik 7% 	<ul style="list-style-type: none"> - Mengikat hemoglobin darah (Hb) dengan daya ikat yang lebih besar dibandingkan dengan oksigen terhadap Hb, akibatnya darah kekurangan oksigen dan mengganggu saraf pusat - Pada konsentrasi yang tinggi dan jangka waktu tertentu dapat mengakibatkan pingsan dan kematian
HC (Uap organik)	<ul style="list-style-type: none"> - Mudah menguap - Berbau - Bereaksi dengan NO_x menjadi senyawa fotokimia (ozon) - Bentuk kimianya : benzene, parafin, olefin 	<ul style="list-style-type: none"> - Kendaraan bermotor 57% - Penyulingan minyak dan pemakaian pelarut 43% 	<ul style="list-style-type: none"> - Menyebabkan mata pedih, tenggorokan sakit - Memicu serangan asma - Menyebabkan kanker
NO _x (gas)	<ul style="list-style-type: none"> - Berbentuk NO, NO₂, N₂O 	<ul style="list-style-type: none"> - Kendaraan bermotor 	<ul style="list-style-type: none"> - NO₂ mengikat sel darah

	<ul style="list-style-type: none"> - NO tidak berwarna, tidak berbau, sukar larut dalam air - NO₂ berwarna agak kemerahan dan sedikit berbau, mudah larut dalam air, bereaksi dengan air menjadi asam nitrat - NO_x bereaksi dengan hidro karbon membentuk ozon 	<ul style="list-style-type: none"> 39% - Pabrik, pembangkit listrik dan penyulingan minyak 61% - Proses pembakaran terutama pada suhu relatif tinggi 	<p>merah</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menyebabkan gangguan syaraf pusat - Menimbulkan iritasi tenggorokan, mata dan hidung - Batuk dan susah tidur
SO _x (gas)	<ul style="list-style-type: none"> - Korosif terhadap metal - Menimbulkan hujan asap 	<ul style="list-style-type: none"> - Kendaraan bermotor 50% - Pabrik, pembangkit listrik dan pemanas 50% 	<ul style="list-style-type: none"> - Menyebabkan bronehites - Menimbulkan iritasi saluran pernafasan
Pb (Partikel halus)	<ul style="list-style-type: none"> - Berbau - Beracun - Korosif terhadap metal 	<ul style="list-style-type: none"> - Kendaraan bermotor 70% - Pemakaian cat, pipa yang mengandung timbal 	<ul style="list-style-type: none"> - Menyebabkan gangguan perkembangan otak pada janin dan anak-anak - Menyebabkan tekanan darah tinggi

Pada “Gambar (5)” dapat dilihat perubahan konsentrasi hidro karbon terhadap perubahan perbandingan bahan bakar dengan udara, dimana konsentrasi HC semakin kecil dengan semakin gemuknya campuran begitu juga sebaliknya.

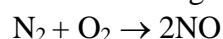


Gambar 5. Hubungan antara AFR dengan HC.

Penyebab lain terbentuknya hidro karbon ini adalah terjadinya *over loping* katup selama waktu yang singkat (katup masuk dan katup buang terbuka secara bersamaan dalam waktu yang singkat) sehingga sebagian HC terbuang melalui katup buang sebelum terbakar. Kejadian ini disebut dengan *over lap blow by*.

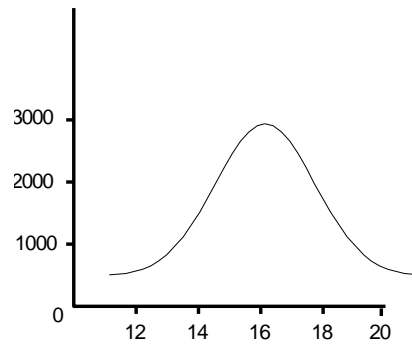
Nitrogen oksida (NO_x)

Nitrogen oksida ini dihasilkan oleh nitrogen dan oksigen didalam campuran yang bereaksi bila temperatur ruang bakar naik diatas 1800°C. Dengan reaksi sebagai berikut :



Jadi dalam hal ini faktor yang menentukan terbentuknya konsentrasi NO_x ini adalah perbandingan udara dan bahan bakar serta temperatur maksimum diruang bakar.

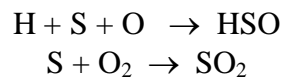
Pada “Gambar (6)” dapat dilihat bahwa konsentrasi NO_x yang paling besar terjadi pada perbandingan udara dan bahan bakar 16: 1. Pada perbandingan yang aktual diatas atau dibawah ini mengasilkan nilai NO_x yang lebih rendah.



Gambar 6. Hubungan antara NO_x dengan Campuran

Sulfur Oksida (SO_x)

Pada saat terjadi pembakaran karena bensin mengandung unsur belerang atau (sulfur) maka sulfur ini akan bereaksi dengan H dan O untuk membentuk senyawa sulfat dan sulfur oksida dengan reaksi :



Plumbum (Pb)

Timah hitam yang terdapa dalam bensin tidak bereaksi dalam proses pembakaran sehingga setelah pembakaran akan tetap keluar sebagai timah hitam (Pb).

Uap Air (H_2O)

Uap air ini merupakan hasil reaksi pembakaran dalam ruang bakar dimana kadar air yang dihasilkan tergantung dari mutu bahan bakar itu sendiri, makin banyak kadar uap air dalam pipa gas buang mengindikasikan pembakaran semakin baik dan pipa knalpot tetap kelihatan bersih dan ini sekaligus menunjukkan makin bersih emisi yang dihasilkan.

PENGUJIAN GAS BUANG

Persyaratan Pengujian

Beberapa syarat yang harus dipenuhi dalam proses pengujian pada kendaraan bermotor yang akan diuji maupun oleh alat uji itu sendiri agar mendapatkan hasil yang optimal. Pengujian emisi ini tidak hanya dimaksudkan untuk mendapatkan data kendaraan yang diuji dan membandingkannya dengan baku mutu emisi tapi yang lebih penting lagi adalah menganalisis kondisi mesin berdasarkan hasil uji emisi tersebut. Karena emisi gas buang dapat menggambarkan kinerja mesin kendaraan.

Adapun syarat-syarat yang harus dipenuhi adalah:

1. Kondisi suhu udara luar untuk pengujian kendaraan dan peralatan ukur berkisar + 30°C .
2. Kendaraan yang diuji berada pada tempat yang datar dan semua alat tambahan kecuali perlengkapan operasi standar mesin harus dimatikan dan posisi tanpa beban.
3. Posisi gigi harus pada posisi netral baik transmisi biasa maupun otomatis dan kopling pada posisi bebas.
4. Mesin terlebih dahulu dipanaskan hingga mencapai suhu kerja mesin serta *choke* dalam keadaan tidak bekerja.
5. Putaran *idling* mesin harus stabil dan waktu pengapian harus sesuai dengan spesifikasi mesin.
6. Jika kendaraan memiliki dua atau tiga pipa gas buang harus diusahakan agar gas buang keluar melalui satu pipa jika hal ini tidak memungkinkan maka pengukuran atau pengujian harus dilakukan pada setiap pipa gas buang.

7. Jika mesin dilengkapi dengan turbo yang dapat dihidupkan dan dimatikan secara manual maka pengujian harus dilakukan dua kali yaitu dengan turbo dan tanpa turbo.

Metode Pengujian

Untuk memperoleh nilai *Emission Control* gas buang pada kendaraan dapat menggunakan metode representative CVS sebagaimana telah dijelaskan pada bab sebelumnya tapi untuk menentukan pengujian satu tipe konsentrasi gas buang dapat dilakukan dengan cara dibawah ini :

1. Pengujian Konsentrasi CO dan CO₂
Pada pengujian ini metode yang digunakan adalah cahaya NDIR (*non dispersive infra red*) dengan prinsip apabila sinar infra merah bersinar melalui campuran CO, CO₂ dan NO_x dan gas lainnya maka sinar infra merah dengan panjang gelombang tertentu diserap oleh setiap gas dan derajat penyerapan panjang gelombang ini sebanding dengan konsentrasi CO, CO₂, NO_x dan gas lainnya.
2. Pengujian Konsentrasi Hydro Carbon (HC)
Pengujian konsentrasi HC ini menggunakan metode FID (*flame ionization detektor*) dengan prinsip apabila sejumlah kecil hydro carbon terdapat dalam hydrogen yang mempunyai temperatur nyala yang tinggi akan menyebabkan hydro carbon tersebut terpisah dan menghasilkan ion, dimana ion yang dihasilkan ini sebanding dengan konsentrasi hydro carbon.
3. Pengujian Konsentrasi Oksida Nitrogen (NO_x)
Pada pengujian konsentrasi NO_x ini dapat menggunakan metode NDIR atau CLD (*chemi luminescence detektor*) dimana pada penggunaan metode CLD ini adalah apabila NO bersentuhan dengan O₃ (*ozone*) maka akan terjadi reaksi kimia, disamping itu dilepaskan cahaya dengan panjang gelombang tertentu dimana jumlah cahaya yang dilepaskan sebanding dengan konsentrasi NO, selanjutnya pada temperatur tinggi NO_x berubah menjadi NO yang menghasilkan reaksi kimia.

Pengaruh Gas Buang Terhadap Kinerja Mesin

Dalam hal ini hanya ditinjau untuk beberapa emisi saja yang cukup mempengaruhi kinerja mesin diantaranya:

1. Karbon Monoksida (CO)
Substansi CO ini merupakan hasil gabungan antara karbon dan oksigen dimana gabungan ini tidak mencukupi untuk membentuk karbon dioksida (CO₂). CO ini dihasilkan dari pembakaran yang tidak sempurna yang disebabkan oleh kurangnya oksigen pada proses pembakaran dalam mesin. Pada umumnya emisi CO disebabkan oleh beberapa hal :
 - putaran idle terlalu rendah
 - sistem choke tidak berfungsi
 - air jet pada karburator tersumbat
 - filter udara kotor
 - penyetelan campuran terlalu kaya
 - penyetelan katup tidak tepat
 - kerusakan pada karburator
 - pada mesin EFI tekanan bahan bakar terlalu tinggi
 - injektor tidak bisa menutup dengan sempurna
 - pada mesin EFI sensor untuk aliran udara, posisi throttle dan suhu rusak
 - dan prosesor pengolah data di ECU rusak
 -

Jadi disini dapat disimpulkan emisi CO yang berlebihan disebabkan oleh kesalahan dari pencampuran udara dan bahan bakar yang masuk ke dalam mesin dan ini akan mempunyai pengaruh buruk pada mesin seperti pembentukan deposit karbon yang berlebihan pada katup ruang bakar, kepala piston dan busi. Deposit karbon tersebut secara alami mengakibatkan fenomena *self ignition* dan mempercepat kerusakan mesin disamping konsumsi bahan bakar yang boros sedangkan tenaga mesin makin berkurang.

2. Hydro Carbon (HC)

Hidro karbon adalah bahan bakar mentah yang tidak terbakar selama proses pembakaran didalam ruang bakar yang berasal dari bahan bakar yang tersisa pada dinding silinder setelah terjadinya pembakaran dan dikeluarkan saat langkah buang dan gas yang tidak terbakar setelah terjadinya gagal pengapian (*misfiring*) pada saat mesin diekselerasi ataupun deselerasi. Pada umumnya emisi HC disebabkan oleh beberapa hal:

- Penyetelan campuran tidak tepat
- Penyetelan *valve clearance* tidak tepat
- Ring piston aus dan *seal valve* rusak
- Karburator rusak
- Timing pengapian terlalu advance (voor)
- *Air Cleaner* tersumbat

Jadi makin tinggi kandungan emisi HC ini akan menyebabkan tenaga mesin makin berkurang dan konsumsi bahan bakar semakin meningkat

3. Nitrogen Oksida (NO_x)

Nitrogen oksida ini terjadi karena adanya nitrogen (N₂) dalam campuran udara dan bahan bakar serta suhu pembakaran 1800°C dan ini biasanya terjadi pada saat mesin bekerja pada beban yang berat atau karena kesalahan pencampuran udara dan bahan bakar.

Jadi makin tinggi kandungan emisi NO_x ini akan menyebabkan tenaga mesin berkurang dan konsumsi bahan bakar semakin meningkat karena efisiensi pembakaran tidak baik.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa uji emisi bukan hanya dimaksudkan untuk mendapatkan data emisi kendaraan yang diuji dan membandingkannya dengan baku mutu emisi. Tapi yang lebih penting lagi adalah menganalisa kondisi mesin berdasarkan hasil uji emisi tersebut karena emisi gas buang menggambarkan kinerja mesin kendaraan dan pemilik kendaraan harus mengetahui bahwa emisi yang berlebihan berarti pemborosan bahan bakar, jangka waktu perawatan kendaraan menjadi lebih pendek dan oli pelumas mesin harus cepat diganti. Apabila kondisi ini dibiarkan mesin akan cepat rusak

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, Wiranto, *Motor Bakar Torak*, ITB, 1980.
Training Manual Step 2, Toyota Service Training, 1994.
SP. Sen, Khana, *Internal Combustion Engine Theory and Practice*, Publishers, 1980.
LC Lichty, *Internal Combustion Engines*, McGraw Hill, 1981.