

ANALISIS KANDUNGAN KARBON MONOKSIDA (CO) PADA MESIN DIESEL DAN BENSIN

Markus Sampe Banne

Dosen Jurusan Mesin, Politeknik Katolik Saint Paul Sorong

Email : markus_sampe@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini mempelajari untuk mengetahui kandungan karbon monoksida pada mesin bensin dan diesel dengan putaran mesin yang sama. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat test emisi gas buang untuk mengetahui kandungan karbon monoksida pada mesin diesel yanmar L-40 dan mesin bensin endure XL.

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar putaran maka kandungan karbon semakin meningkat. Pada mesin bensin dan diesel penambahan bahan bakar tidak mempengaruhi kenaikan prosentase karbon monoksida tetapi pada kenaikan putaran mesin ini telah terbentuk karbon monoksida. Hal ini disebabkan oleh adanya domonasi Bahan bakar dalam ruang pembakaran sehingga sebahagian bahan bakar tidak terbakar menyebabkan terbentuknya karbon monoksida pada gas buang. semakin besar efisiensi thermal maka kadar karbon monoksida semakin meningkat.

Dengan demikian Karbon monoksida yang dihasilkan oleh gas buang Mesin Diesel Yanmar L 40 lebih sedikit sedangkan pada mesin bensin Enduro XL karbonmonoksida yang dihasilkan cukup banyak.

Kata kunci: Kapasitas udara, Prestasi mesin

ABSTRACT

This research studies to know monoxide carbon content at gasoline engine and diesel with revolution of the same engine. Assaying is done by using exhaust emission of gas test device to know monoxide carbon content at diesel engine yanmar L-40 and gasoline engine endure XL.

From result of assaying indicates that ever greater of revolution hence carbon content increasingly increases. At gasoline engine and addition diesel of fuel doesn't influence increase of percentage of monoxide carbon but at increase of revolution of this engine has been formed monoxide carbon. This thing because of existence of domonasi Fuel in combustion chamber so that partly fuel is not combustibile causes the forming of monoxide carbon at exhaust gas. ever greater of efficiency thermal hence monoxide carbon grade increasingly increases.

Thereby Monoxide carbon yielded by Diesel Engine exhaust gas Yanmar L 40 slimmer while at gasoline engine Enduro XL karbonmonoksid yielded quite a lot.

Keywords: Monoxide Carbon (CO), Engine performance

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di Indonesia, yang ditandai dengan meluasnya penggunaan mesin-mesin. Dalam perkembangan teknologi permesinan, pada masa sekarang ini khususnya mesin diesel dan mesin bensin, dapat dilihat berbagai macam manfaat serta kegunaannya bagi masyarakat. Meskipun peranannya banyak membantu, secara tidak sadar gas buang yang dihasilkan oleh mesin diesel banyak memberikan dampak negatif bagi lingkungan dan kesehatan manusia, dimana hasil pembakaran tersebut berupa gas buang seperti Nox dan CO₂.

Proses pembakaran atau penguapan bahan bakar tersebut akan menghasilkan gas buang (emisi). Atmosfer yang bisa disebut "udara" terdiri dari gas utama, yaitu Oksigen (O₂) sebanyak kurang lebih 21% volume dan Nitrogen (N₂) sebanyak kira-kira 78% dari bagian atmosfer. Sisa 1% lainnya dari berbagai gas, yaitu Argon (Ar) sebanyak 0,94%, sisanya 0,06% terdiri dari CO₂, CO, HC, NO_x, SO_x, dan lain-lain.

Mesin Diesel merek Yanmar type L-40 E- DT dan Mesin Bensin Honda Enduro XL yang digunakan sebagai objek penelitian. Pengujian Mesin mesin yang sudah beroperasi dirasa perlu diadakan studi kelayakan tingkat pencemaran gas buangnya.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan karbon monoksida pada mesin bensin dan diesel dengan putaran mesin yang sama.

Motor bakar secara garis besar dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu :

a. Mesin Pembakaran Luar

Proses pembakaran terjadi diluar mesin. Energi thermal dari gas hasil pembakaran dipindahkan ke fluida kerja mesin melalui beberapa dinding pemisah. Seperti pada mesin uap, semua energi yang diperlukan oleh mesin itu mula-mula meninggalkan gas hasil pembakaran yang tinggi temperaturnya, melalui dinding pemisah kalor atau ketel uap, energi itu kemudian masuk ke dalam fluida kerja yang kebanyakan terdiri dari air atau uap.

Dalam proses ini temperatur uap dan dinding ketel harus jauh lebih rendah daripada temperatur gas hasil pembakaran untuk mencegah kerusakan material. Jadi dalam hal ini tinggi fluida kerja dan efektifitasnya sangat dibatasi oleh kekuatan material yang dipakai.

b. Mesin Pembakaran Dalam

Proses pembakaran berlangsung di dalam motor itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus berfungsi sebagai fluida kerja.

Seperti pada motor bakar, torak mempergunakan beberapa silinder yang didalamnya terdapat torak yang bergerak translasi (bolak-balik). Didalam silinder itulah terjadi pembakaran antara bahan bakar dengan oksigen dari udara. Gas pembakaran yang dihasilkan oleh proses tersebut mampu menggerakkan torak yang oleh batang penghubung (batang penggerak) dihubungkan dengan proses engkol, gerak translasi torak tadi menyebabkan gerak rotasi pada poros engkol dan sebaliknya gerak tersebut menimbulkan gerak translasi pada torak.

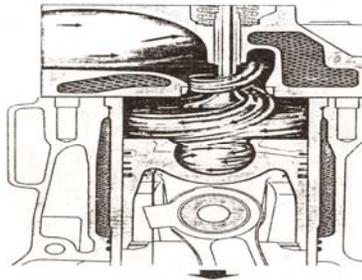
LANDASAN TEORI

Kerja Motor Diesel

- Langkah masuk (isap)

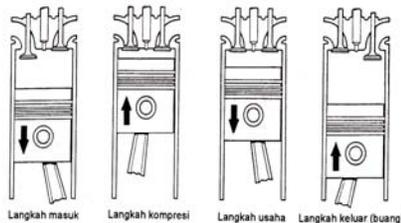
Katup masuk membuka, torak bergerak dari TMA (titik mati atas) ke TMB (titik mati bawah). Jadi poros engkol memutar (terus) 180° . Tekanan di dalam silinder rendah.

Disebabkan selisih tekanan antara udara luar dan tekanan rendah di dalam silinder, maka udara mengalir ke dalam silinder. Tidak terdapat katup pengatur seperti pada motor bensin. Udara dapat mengalir masuk tidak terbatas. Motor diesel bekerja dengan sisa udara. Pada motor-motor besar dengan muatan penuh kira-kira mencapai jumlah 100 %. Pada motor-motor kecil sekitara 40%.



Pusaran Udara selama langkah masuk

Dengan cara demikian sebuah motor diesel juga bekerja dengan penyemprotan bahan bakar maksimal, tanpa asap. Dengan menggunakan kompresor silinder yang bertekanan, menyebabkan lebih banyak udara mengalir dalam silinder-silinder daripada pengisian secara alami.



Cara Kerja Motor Diesel 4 Langkah

- Langkah kompresi

Selama langkah kompresi katup masuk dan katup keluar tertutup. Torak bergerak dari TMB ke TMA. Poros engkol berputar terus 180° lagi. Udara yang ada dalam silinder, dimampatkan kuat di atas torak dan menyebabkan temperature naik.

- Langkah Usaha

Selama langkah usaha, katup masuk dan katup keluar dalam keadaan tertutup. Pada akhir langkah kompresi, pompa penyemprotan bertekanan tinggi itu menyebabkan sejumlah bahan bakar dengan ketentuan sempurna ke dalam udara yang dimampatkan panas oleh sebuah pengabut. Bahan bakar itu terbagi sangat halus dan bercampur dengan udara panas. Karena temperature tinggi dari udara yang dimampatkan, maka bahan baker itu langsung terbakar.

Akibatnya, tekanan naik dan torak bergerak dari TMA ke TMB. Poros engkol terus berputar lagi 180° . Untuk pembakaran bahan baker 1 gram, secara toritis diperlukan 15, 84 gram udara. Secara praktis, untuk pembakaran yang baik campuran bahan baker-udara yang sempurna memerlukan perbandingan sempurna 20-25 gram udara.

- Langkah keluar (Pembuangan)

Pada akhir langkah keluar katup pembuangan membuka. Torak bergerak dari TMB ke TMA dan mendorong gas-gas pembakaran ke luar melalui katup buang yang terbuka. Jadi, dipandang secara toritis pada motor disel empat tak, katup masuk (isap) dan katup keluar (buang) bersama-sama menutup dan hanya selama 180° menghasilkan usaha.

Semakin banyak silinder sebuah motor, maka langkah usaha akan semakin banyak setiap 720° atau membuat dua putaran.

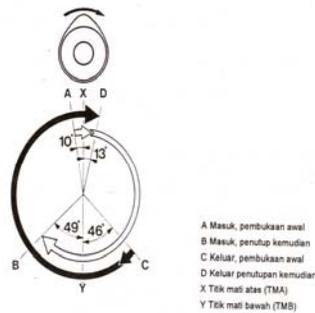


Diagram katup motor Diesel 4 langkah

Siklus Termodinamika Motor Diesel

Dalam usaha menganalisa proses motor bakar umumnya digunakan siklus udara sebagai siklus ideal, dimana siklus udara menggunakan beberapa keadaan yang sama dengan siklus yang sebenarnya, yaitu urutan proses, perbandingan kompresi dan pemilihan temperature dan tekanan.

Siklus toritis untuk penyalan kompresi 4 langkah dapat dilihat pada gambar 2.5 dengan pemanasan pada tekanan konstant, dimana udara dikompresikan sampai mencapai temperatur nyala bahan bakar, kemudian bahan bakar diinjeksikan dengan laju penyemprotan sedemikian rupa sehingga dihasilkan proses pembakaran pada tekanan constant, dimana penyalaan bahan bakar diakibatkan oleh suatu kompresi.

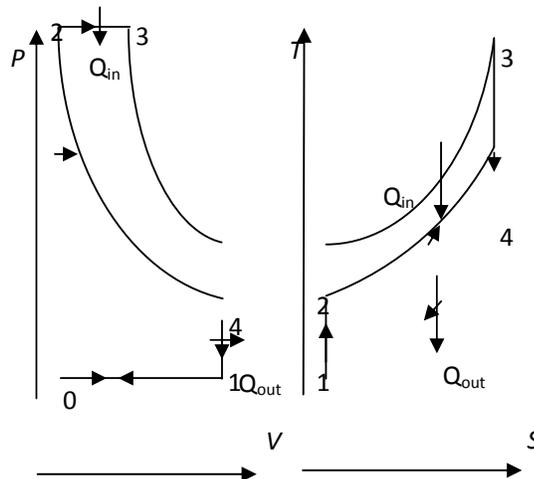


Diagram P-V dan T-S Siklus Diesel

Prses – proses yang terjadi :

- Proses (0 – 1) = Langkah isap (Pemasukan udara murni).
- Proses (1 – 2) = Langkah kompresi isentropik
- Proses (2 – 3) = Proses pembakaran (Pemasukan kalor pada tekanan konstant)
- Proses (3 – 4) = Langkah ekspansi (kerja) dalam keadaan isentropic
- Proses (4 – 1) = Proses Pembuangan (pengeluaran kalor) pada volume konstant
- Proses (1 – 0) = Langkah buang

Prinsip Kerja Motor Bensin

Diinjau dari langkah torak dalam satu kali proses pembakaran, maka motor bensin terdiri dari :

➤ Motor Dua Langkah :

Pada motor dua langkah, untuk satu langkah usaha diperlukan dua kali langkah torak atau satu kali putaran poros engkol. Pada motor jenis ini tidak memiliki katup isap dan katup buang, melainkan dilengkapi dengan celah bilas dan celah buang. Fluida kerja masuk ke dalam silinder melalui celah pembilasan dan sisa hasil pembakaran keluar melalui celah pembuangan.

➤ Motor Empat Langkah :

Motor empat langkah adalah motor yang menghasilkan satu kali usaha dalam empat kali langkah torak atau dua kali putaran poros engkol. Adapun langkah-langkah yang dimaksud adalah langkah isap (pemasukan bahan bakar-udara), langkah kompresi (pemampatan), langkah ekspansi (usaha) dan langkah pembuangan.

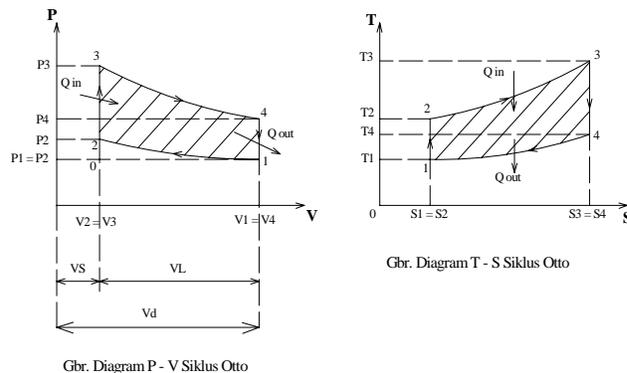


Diagram P-V dan T-S Siklus Otto

Proses – proses yang terjadi :

- Proses (0 – 1) = Langkah isap (udara murni) pada tekanan konstan.
 Pada langkah isap, piston bergerak dari TMA menuju TMB. Saat piston bergerak turun, katup masuk dalam keadaan terbuka, sehingga campuran bahan bakar dan udara terhisap ke dalam silinder. Ketika piston mencapai TMB, katup masuk dalam keadaan tertutup, dapat dikatakan bahwa langkah isap selesai.

$$W_{0-1} = P_0 (V_1 - V_2) \quad (1)$$
- Proses (1 – 2) = Langkah kompresi isentropik.
 Pada langkah kompresi, kedua katup (katup masuk dan katup buang) dalam keadaan tertutup. Piston bergerak naik dari TMB menuju TMA mendorong campuran bahan bakar dan udara dalam silinder, sehingga menyebabkan tekanan udara dalam silinder meningkat. Sebelum piston mencapai TMA campuran bahan bakar dan udara yang bertekanan tinggi dibakar oleh loncatan bunga api busi.

$$W_{1-2} = \frac{1}{K-1} (P_1 V_1 - P_2 V_2) \quad (2)$$
- Proses (2 – 3) = Proses pembakaran (pemasukan kalor pada volume konstan).
 Pada proses ini kedua katup tertutup. Piston berada di TMA dan loncatan api busi yang bereaksi dengan campuran udara dan bahan bakar bertekanan tinggi akan menimbulkan pembakaran.

$$Q_{in} = C_v (T_3 - T_2) \quad (3)$$
- Proses (3 – 4) = Langkah ekspansi (kerja)
 Pada langkah kerja loncatan api busi yang bereaksi dengan campuran bahan bakar dan udara bertekanan tinggi akan menimbulkan letusan. Letusan ini akan menghasilkan tenaga yang mendorong

piston bergerak turun menuju TMB. Tenaga yang dihasilkan oleh langkah kerja diteruskan oleh poros engkol untuk menggerakkan gigi transmisi yang menggerakkan *gear* depan.

$$W_{3-4} = \frac{1}{k-1} (P_3 V_3 - P_4 V_4) \quad (4)$$

- Proses (4 – 1) = Proses pembuangan (pengeluaran kalor) pada volume konstan.

Pada proses ini katup isap tertutup dan katup buang terbuka. Posisi piston berada di TMB.

$$Q_{out} = C_v (T_4 - T_1). \quad (5)$$

- Proses (1 – 0) = Langkah buang pada tekanan konstan.

Pada langkah pembuangan, piston bergerak naik dari TMB menuju TMA. Katup masuk dalam keadaan tertutup dan katup buang dalam keadaan terbuka. Gas sisa hasil pembakaran terdorong keluar menuju saluran pembuangan. Dengan terbuangnya gas sisa pembakaran, berarti kerja dari langkah – langkah mesin untuk satu kali proses kerja (siklus) telah selesai.

$$W_{1-0} = P_1 (V_2 - V_1) \quad (5)$$

METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan :

1. Tachometer
Dipakai untuk mengukur besarnya putaran mesin .
2. Stop Watch
Digunakan untuk mengetahui waktu pemakaian bahan bakar
3. Alat Tes Emisi gas buang
Digunakan untuk mengukur zat-zat yang terkandung dalam gas buang.



Alat test emisi gas buang

Prosedur Penelitian

Adapun langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut:

- a. Jalankan mesin
- b. Atur pembebanan mesin
- c. Ukur putaran mesin
- d. Ukur waktu pemakaian bahan bakar
- e. Ukur beda tekanan orifice
- f. Ukur Zat- zat yang terkandung pada gas buang
- g. Ulangi point c hingga point f pada setiap perubahan pembebanan

HASIL DAN PEMBAHASAN

- Tabel data pengamatan mesin diesel
 Temperatur udara (t_u) : 30°C
 Tekanan udara ruang (p) : 756 mmhg
 Beban : 1000 gram

Data Pengamatan mesin diesel

NO	PUTARAN (rpm)	WAKTU (sekon)	Δh (mm)	VOLUME (ml)	Kandungan Co (%)
1	1400	212	10	10	0,9
2	1600	193	18	10	1,5
3	1800	173	20	10	2,3
4	2000	163	24	10	2,6
5	2200	150	34	10	2,6
6	2400	139	49	10	3,4
7	2600	130	58	10	4,1
8	2800	124	65	10	4,2

- Tabel data pengamatan mesin bensin
 Temperatur udara (t_u) : 30°C
 Tekanan udara ruang (p : 756 mmhg
 Beban : 1000 gram

Data Pengamatan mesin bensin

NO	PUTARAN (rpm)	WAKTU (sekon)	Δh (mm)	Torsi (Nm)	VOLUME (ml)	Kandungan Co (%)	T. Exhaust (°C)
1	1400	98	1.5	2,1	10	2,1	320
2	1600	86	2	2,8	10	3,0	340
3	1800	80	2.5	3,5	10	3,7	360
4	2000	75	3	4	10	3,9	370
5	2200	72	3	4,2	10	5,8	390
6	2400	64	3.2	4,3	10	6,3	410
7	2600	57	3.5	4,7	10	7,3	440
8	2800	52	3.5	5	10	8,0	460

- Tabel data perhitungan mesin diesel

Data Perhitungan mesin diesel

No	Ne (kW)	Pe (kpa)	Fc (kg/jam)	SFC (kg/kW.jam)	Q_a (kg/m ³)	M_a (kg/jam)	M_{at} (kg/jam)	AFR	η_v (%)	η_{th} (%)
1	0.352	196.022	0.139	0.39537	0.00046	1.900	7.438	13.645	25.545	20.600
2	0.402	196.022	0.153	0.38001	0.00062	2.549	8.501	16.667	29.988	21.433
3	0.453	196.022	0.171	0.37684	0.00065	2.687	9.563	15.748	28.098	21.614
4	0.503	196.022	0.181	0.35996	0.00071	2.944	10.626	16.253	27.702	22.627
5	0.553	196.022	0.197	0.35560	0.00085	3.504	11.689	17.803	29.974	22.905
6	0.604	196.022	0.212	0.35176	0.00102	4.206	12.751	19.805	32.985	23.154
7	0.654	196.022	0.227	0.34718	0.00111	4.576	13.814	20.152	33.126	23.460
8	0.704	196.022	0.238	0.33798	0.00117	4.844	14.876	20.348	32.563	24.098

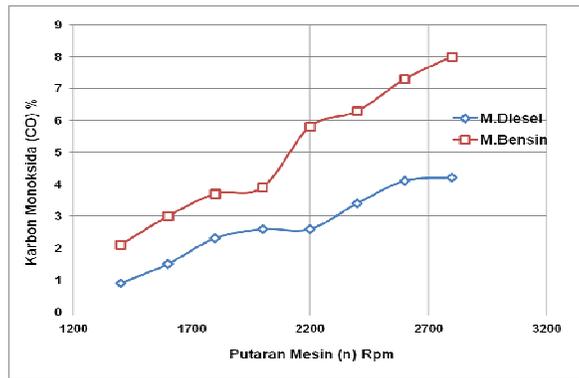
- Tabel data perhitungan mesin bensin

Data Perhitungan mesin bensin

No	Ne (kW)	FC (kg/jam)	SFC (kg/kW.jam)	M _a (kg/jam)	AFR	λ	η _v (%)	η _{th} (%)
1	0.308	0.246	0.799	2.190	8.906	0.606	23.052	10.409
2	0.469	0.280	0.598	2.74	9.778	0.665	25.236	13.920
3	0.659	0.301	0.457	3	9.959	0.677	24.560	18.209
4	0.837	0.321	0.384	3.42	10.644	0.724	25.199	21.677
5	0.967	0.335	0.346	3.42	10.218	0.695	22.908	24.036
6	1.080	0.377	0.349	4	10.623	0.723	24.560	23.862
7	1.279	0.423	0.331	4.7	11.117	0.756	26.639	25.165
8	1.465	0.463	0.316	4.7	10.142	0.690	24.736	26.302

Analisa Hasil Perhitungan

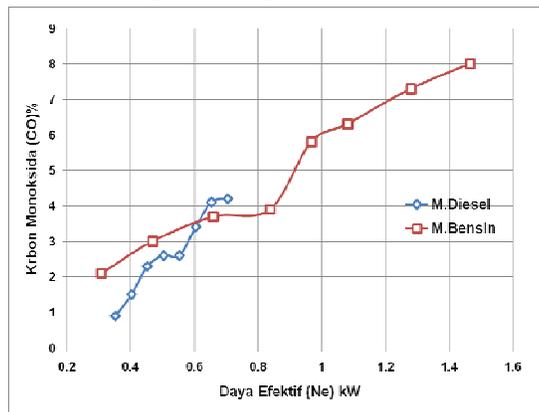
- Hubungan antara putaran dengan kandungan karbon monoksida



Grafik hubungan antara putaran Mesin dengan kandungan karbon monoksida

Grafik hubungan antara putaran mesin dengan kandungan karbon monoksida. Hal ini dapat dilihat pada gambar 3.1 menunjukkan bahwa semakin besar putaran maka kandungan karbon semakin meningkat. Besar kecilnya kadar karbon monoksida (CO) tergantung dari proses pembakaran apakah berlangsung dengan sempurna atau tidak. Pada mesin bensin kadar karbon yang dihasilkan lebih tinggi yaitu 2,1 – 8 % sedangkan pada mesin diesel relatif kecil yaitu sebesar 0,9 – 4,2%. Konsentrasi karbon monoksida terbentuk akibat kekurangan oksigen sehingga proses pembakaran berlangsung tidak sempurna karena banyak atom karbon (C) yang tidak mendapatkan cukup oksigen.

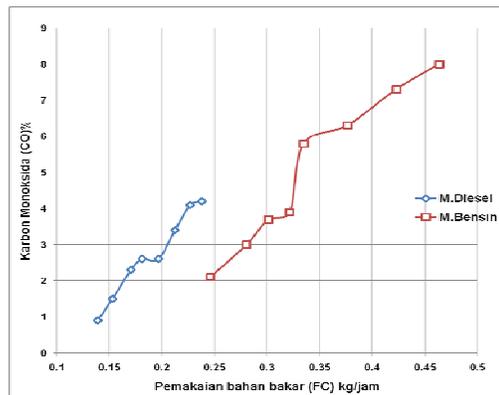
- Hubungan antara Daya Efektif dengan kandungan karbon monoksida



Grafik hubungan antara daya efektif dengan kandungan karbon monoksida

Dari perhitungan daya poros efektif (N_e) yang hasilnya dapat dilihat pada tabel hasil perhitungan kemudian digambarkan pada gambar 3.2. Dari gambar tersebut menjelaskan bahwa semakin besar daya yang diberikan semakin meningkatkan kadar karbon monoksida. Pada mesin diesel daya mesin yang dihasilkan sebesar 0,352 kW – 0,704 kw dengan kandungan karbon monoksida 0,9 – 4,2% sedangkan pada mesin bensin besarnya daya yang dihasilkan sebesar 0,308 kW – 1,465 kW. Penyebabnya adalah; pada mesin diesel perbandingan udara dan bahan bakar pada proses pembakaran tidak signifikan yang berarti tidak memberikan pengaruh terhadap terbentuknya karbon monoksida, karena laju aliran udara masih seimbang dengan konsumsi pemakaian bahan bakar. Sangat berbeda pada mesin bensin, reaksi bahan bakar dengan udara pada proses pembakaran memberikan perbandingan sangat signifikan yang berarti perbandingan udara dan bahan bakar tidak seimbang lagi. Akibat ketidak seimbangan tersebut menyebabkan bahan bakar tidak semuanya ikut terbakar, inilah yang menyebabkan terbentuknya Karbonmonoksid yang sangat membahayakan kehidupan makhluk hidup.

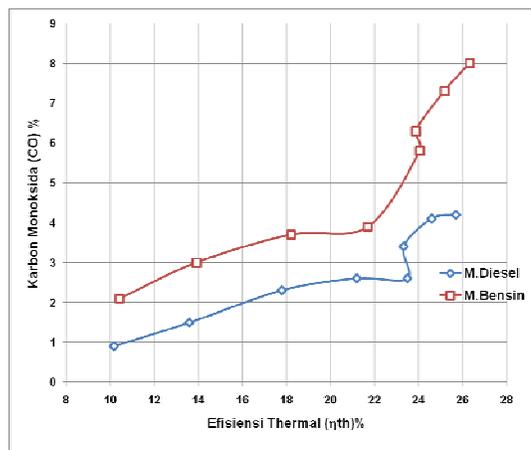
- Hubungan antara Pemakaian Bahan Bakar dengan kandungan karbon monoksida



Grafik hubungan antara pemakaian bahan bakar dengan kandungan karbon monoksida

Dari pemakaian bahan bakar (FC) Yang hasilnya dapat dilihat pada tabel hasil perhitungan kemudian digambarkan pada gambar 3.3. Dari gambar tersebut menjelaskan bahwa pada mesin bensin dan diesel penambahan bahan bakar tidak mempengaruhi kenaikan prosentase karbon monoksida hal ini diakibatkan karena pembakaran masih dalam keadaan seimbang sehingga tidak terbentuk karbon monoksida tetapi pada kenaikan putaran mesin ini telah terbentuk karbon monoksida. Hal ini disebabkan oleh adanya domonasi Bahan bakar dalam ruang pembakaran sehingga sebahagian bahan bakar tidak terbakar menyebabkan terbentuknya karbon monoksida pada gas buang.

- Hubungan antara Efisiensi Thermal dengan kandungan karbon monoksida



Grafik hubungan antara Efisiensi Thermal dengan kandungan karbon monoksida

Grafik hubungan antara efisiensi thermal dengan kandungan karbon monoksida. Hal ini dapat dilihat pada gambar 3.4. menunjukkan bahwa semakin besar efisiensi thermal maka kadar karbon monoksida semakin meningkat. Pada mesin bensin besarnya efisiensi thermalnya sebesar 10,409% - 26,302 kadar karbon monoksida yang dihasilkan sebesar 2,1% - 8 % sedangkan pada mesin diesel

efisiensi thermal sebesar 20,600% - 24,408%. kenaikan Efisiensi thermal tidak mempengaruhi kenaikan Carbonmonoksida, tetapi pada pembebanan ini telah terbentuk Carbon monoksida. Hal ini disebabkan oleh adanya dominasi Bahan bakar dalam ruang pembakaran sehingga terjadi campuran kaya menyebabkan sebahagian bahan bakar tidak ikut terbakar, maka terbentuklah carbonmonoksida dan terdeteksi pada gas buang

KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Semakin besar putaran yang diberikan semakin meningkatkan kandungan carbon monoksida.
2. Karbon monoksida yang dihasilkan oleh gas buang Mesin Diesel Yanmar L 40 sebesar 0,9% - 4,2 % sedangkan pada mesin bensin Enduro XL karbonmonoksida yang dihasilkan sebesar 2,1% - 8 %.

DAFTAR PUSTAKA

Petrovesky. N, *Marine Internal Combustion Engine*, Translated from the Russian By Horace, E. Isakson Mir Publisher Moscow.

Streeter Victor L, Wylie Benjamin E, Prijono arko, *Mekanika Fluida*, Edisi Delapan Jilid 2, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Trommelmans. J, *Prinsip-Prinsip Mesin Diesel untuk Otomotif*, Penerbit PT Rosda Jayaputra Jakarta

Wiranti Arismunandar, *Motor Diesel Putaran Tinggi*, Edisi IV, Penerbit ITB, Bandung, 1983

Wiranto Arismunandar, *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*, Edisi III, Penerbit ITB, Bandung, 1980

