

Naif Fuhaid¹⁾

ABSTRAK

Untuk itu hal terpenting yang dilakukan oleh semua produsen mobil adalah membuat pengatur suhu agar mesin segera mencapai suhu kerjanya dan menjaganya agar tetap konstan (stabil). Dari kondisi diatas maka peneliti ingin mengetahui hubungan perubahan temperatur air pendingin terhadap emisi gas buang pada kendaraan yang bisa digunakan oleh masyarakat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui Analisa Perubahan Temperatur Pendingin Terhadap Emisi gas buang Pada Toyota Tipe 4AFE 1600 CC Temperatur kerja yang baik 80°C dapat menurunkan tahanan ($0,3\ \Omega$) dan tegangan sensor $0,48\ \text{Volt}$ pada putaran $1000\ \text{rpm}$ hingga pada akhir putaran mesin masih dalam kondisi stabil untuk membakar bahan bakar $0,0012\ \text{Kg/s}$. Karakteristik mutu gas buang pada temperatur 80°C meliputi : Kandungan CO sebesar $4,78\ \%$ pada putaran $2500\ \text{rpm}$, Kandungan CO_2 sebesar $8,86\ \%$ pada putaran $2500\ \text{rpm}$, Kandungan HC sebesar $255\ \text{ppm}$ pada putaran $2500\ \text{rpm}$, Kandungan O_2 sebesar $27,63\ \%$ pada putaran $2500\ \text{rpm}$. Mutu gas buang standart pemerintah pada putaran $1000\ \text{rpm}$ Kandungan C O sebesar $3,5\ \%$ Max, Kandungan CO_2 sebesar $12\ \% - 15\ \%$, Kandungan HC sebesar $400\ \text{ppm}$ Max, Kandungan O_2 sebesar $0,5\ \% - 2\ \%$.

Kata kunci: Putaran, Temperatur dan Emisi Gas Buang.

PENDAHULUAN

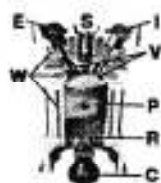
Ahli-ahli teknologi mesin menyimpulkan mesin semakin irit, namun toh tetap harus bertenaga. Maka, industri mesin otomotif berpacu dengan teknologi baru, dan sekaligus mengalami perkembangan yang cukup mengesankan. Belum lagi ditambah faktor jalanan raya yang semakin hari semakin mulus.

Mesin mobil bekerja secara optimal pada suhu yang cukup tinggi (sekitar 93°C). Jika mesin bekerja pada suhu yang rendah akan membuat komponen mesin cepat mengalami kerusakan, detonasi, membuat polusi dan boros bahan bakar. Untuk itu hal terpenting yang dilakukan oleh semua produsen mobil adalah membuat pengatur suhu agar mesin segera mencapai suhu kerjanya dan menjaganya agar tetap konstan (stabil).

Dari kondisi diatas maka peneliti ingin mengetahui hubungan perubahan temperatur air pendingin terhadap emisi gas buang pada kendaraan yang bisa digunakan oleh masyarakat.

Motor Bakar Bensin

Motor bensin merupakan motor yang menggunakan bahan bakar bensin untuk menghasilkan tenaga penggerak, bensin tersebut terbakar (setelah dicampur dengan udara) untuk memperoleh tenaga panas dan tenaga panas tersebut diubah kedalam bentuk tenaga penggerak sebagaimana gambar berikut ini.

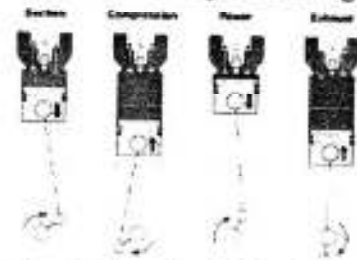


Gambar 1. Mekanisme Piston dan Crankshaft

Campuran udara dan bensin dihisap kedalam silinder, dimampatkan dengan torak dibakar untuk memperoleh tenaga panas. Terbakarnya gas akan menaikkan suhu dan tekanan. Torak bergerak naik turun didalam silinder menerima tekanan yang tinggi, yang memungkinkan torak terdorong kebawah. Mesin ini juga dilengkapi dengan pembuangan gas sisa pembakaran dan menyediakan campuran udara bensin pada saat yang tepat agar torak dapat bekerja secara periodik. Kerja periodik yang dimulai dari pemasukkan campuran udara dan bensin, kompresi, pembakaran dan pembuangan sisa pembakaran dalam silinder itu disebut siklus mesin. Pada motor bensin terdapat 2 macam penggolongan untuk mendapatkan siklus mesin yaitu:

- Motor bensin 4 langkah (4 tak), dimana satu siklus diperlukan 4 langkah torak dan 2 kali putaran poros engkol.
- Motor bensin 2 langkah (2 tak), dimana satu siklus diperlukan 2 langkah torak dan 1 kali putaran poros engkol.

Cara Kerja Motor Bensin adalah sebagai berikut torak bergerak naik turun didalam silinder. Titik tertinggi yang dicapai disebut titik mati atas (TMA) dan titik terendah disebut titik mati bawah (TMB). Pada Motor 4 tak terdapat 4 langkah yaitu langkah hisap, kompresi, kerja dan buang.



Gambar.2. Cara Kerja Four Stroke Engine.

a. Langkah Hisap

Pada langkah hisap campuran bahan bakar dan udara dihisap kedalam silinder karena tekanan didalam lebih rendah dari tekanan udara luar. Torak bergerak turun dari TMA ke TMB menyebabkan kekosongan pada silinder sehingga campuran udara bensin dapat dihisap. Pada langkah ini katup terbuka dan katup buang tertutup.

b. Langkah Kompresi

Torak bergerak dari TMB ke TMA. Katup hisap dan katup buang tertutup. Langkah ini memberikan tekanan pada campuran udara bensin sehingga tekanannya bertambah.

c. Langkah Kerja

Terjadi pembakaran terhadap campuran udara dan bahan bakar yang menghasilkan tenaga untuk mendorong torak dari TMA ke TMB. Katup isap dan buang masih tertutup.

d. Langkah Buang

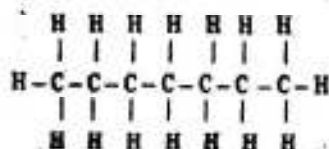
Torak bergerak dari TMB ke TMA untuk menekan gas sisa pembakaran. Katup buang terbuka dan katup isap tertutup. Setelah torak sampai ke TMA maka Siklus akan terjadi lagi dari awal yaitu langkah isap.

Langkah torak ke atas adalah langkah kompresi dan langkah turun adalah langkah ekspansi untuk memberikan langkah usaha. Langkah Kompresi dan ekspansi berlaku sama dengan motor 4 tak tetapi tidak ada kebebasan langkah-langkah untuk gerak isap dan gerak buang. Penghisapan campuran udara bensin dan pembuangan sisa pembakaran dilakukan dengan meminjam sebagian tenaga (gaya) yang terjadi pada langkah kompresi.

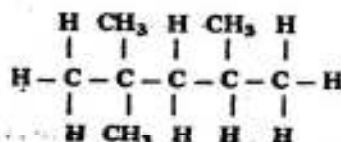
2.2. Karakteristik Bahan Bakar Bensin

Bahan bakar bensin merupakan senyawa yang terdiri dari unsur karbon (C) dan hidrogen (H). Dari hubungan senyawa karbon pada bahan bakar bensin menyebabkan terbentuknya rantai hidrogen seperti dibawah ini:

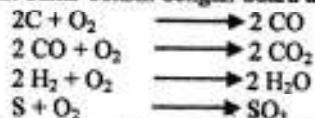
Normal Heptana C_7H_{16}



Iso Oktana C_8H_{18}



Adapun unsur-unsur yang dapat terbakar dalam bahan bakar bensin dengan udara adalah :



Belerang (S) dapat terbakar dan menghasilkan panas, akan tetapi beberapa dalam

bahan bakar tidak dikehendaki, disebabkan karena sifat oksida belerang adalah jenis oksida asam kuat yaitu asam sulfat (H_2SO_4) yang bersifat korosif terhadap logam. Untuk menaikan Tetra Etil Lead (TET). Bilangan oktan menunjukkan kualitas bahan bakar bensin terhadap kecenderungan terjadinya detonasi dalam pembakaran. Detonasi merupakan peristiwa pembakaran dalam motor bensin yang terjadi secara ekplusif (spontan) yang berakibat tekanan naik secara mendadak dan menyebabkan terjadi ledakan-ledakan kecil (*knocking*). Dengan adanya *knocking* maka gas CO yang terbawa pada gas buang akan semakin besar intensitas kadar racunnya.

Unsur-unsur gas buang

Dalam mendukung usaha pelestarian lingkungan hidup, negara-negara di dunia mulai menyadari bahwa gas buang kendaraan merupakan salah satu polutan atau sumber pencemaran udara terbesar oleh karena itu, gas buang kendaraan harus dibuat "sebersih" mungkin agar tidak mencemari udara. Pada negara-negara yang memiliki standar emisi gas buang kendaraan yang ketat, ada 5 unsur dalam gas buang kendaraan yang diukur yaitu senyawa HC, CO, CO_2 , O_2 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, CO_2 dan O_2 .

Emisi Senyawa Hidrokarbon

Bensin adalah senyawa hidrokarbon, jadi setiap HC yang didapat di gas buang kendaraan menunjukkan adanya bensin yang tidak terbakar dan terbuang bersama sisa pembakaran. Apabila suatu senyawa hidrokarbon terbakar sempurna (bereaksi dengan oksigen) maka hasil reaksi pembakaran tersebut adalah karbondioksida (CO_2) dan air

Emisi Karbon Monoksida (CO)

Gas karbonmonoksida adalah gas yang relative tidak stabil dan cenderung bereaksi dengan unsur lain. Karbon monoksida, dapat diubah dengan mudah menjadi CO_2 dengan bantuan sedikit oksigen dan panas. Saat mesin bekerja dengan AFR yang tepat, emisi CO pada ujung knalpot berkisar 0.5% sampai 1% untuk mesin yang dilengkapi dengan sistem injeksi atau sekitar 2.5% untuk mesin yang masih menggunakan karburator. Dengan bantuan air injection system atau CC, maka CO dapat dibuat serendah mungkin mendekati 0%.

Emisi Karbon Dioksida (CO_2)

Konsentrasi CO_2 menunjukkan secara langsung status proses pembakaran di ruang bakar. Semakin tinggi maka semakin baik. Saat AFR berada di angka ideal, emisi CO_2 berkisar antara 12% sampai 15%. Apabila AFR terlalu kurus atau terlalu kaya, maka emisi CO_2 akan turun secara drastis. Apabila CO_2 berada dibawah 12%, maka kita harus melihat emisi lainnya yang menunjukkan apakah AFR terlalu kaya atau terlalu kurus.

hanya ruang bakar dan CC. Apabila CO₂ terlalu rendah tapi CO dan HC normal, menunjukkan adanya kebocoran *exhaust pipe*.

Oksigen

Konsentrasi dari oksigen di gas buang kendaraan berbanding terbalik dengan konsentrasi CO₂. Untuk mendapatkan proses pembakaran yang sempurna, maka kadar oksigen yang masuk ke ruang bakar harus mencukupi untuk setiap molekul hidrokarbon.

Emisi senyawa NO_x

Selain keempat gas diatas, emisi NO_x tidak dipentingkan dalam melakukan diagnose terhadap mesin. Senyawa NO_x adalah ikatan kimia antara unsur nitrogen dan oksigen. Dalam kondisi normal *atmosphere*, nitrogen adalah gas inert yang amat stabil yang tidak akan berikatan dengan unsur lain.

Emisi CO

Emisi CO tinggi menunjukkan kondisi dimana AFR terlalu kaya ($\lambda < 1.00$). Secara umum CO menunjukkan angka efisiensi dari pembakaran di ruang bakar. Tingginya emisi CO disebabkan karena kurangnya oksigen untuk menghasilkan pembakaran yang tuntas dan sempurna. Hal-hal yang menyebabkan AFR terlalu kaya antara lain :

- > Setelan pelampung karburator yang tidak tepat menyebabkan bensin terlalu banyak.
- > *Air filter* yang kotor.
- > Pelumas mesin yang terlalu kotor
- > *Charcoal Canister* yang jenuh.
- > *PCV valve* yang tidak bekerja.
- > Kinerja *fuel delivery system* yang tidak normal.
- > *Air intake temperature sensor* yang tidak normal.
- > *Coolant temperature sensor* yang tidak normal.
- > *Catalytic Converter* yang tidak bekerja.

METODE PENELITIAN

Variabel Penelitian

Variabel Bebas : Temperatur dan rpm

Variabel Terikat: Tahanan, Tegangan dan konsumsi bahan bakar, serta emisi gas buang

Prosedur Penelitian

- a. Alat uji berupa seperangkat mesin jenis EFICorolla 4AFE 1.6.
- b. Tachometer manual dan digital
- c. Techno Test Emisi Gas Buang
- d. Gelas Ukur
- e. Injector
- f. ECT (*Engine Cooling Temperatur*)
- g. Alat Pengatur Nilai Tahanan pada ECT

Tabel 1. Pengambilan data pengujian

NO.	Putaran rpm	Beban (kgf)	Temperatur (°C)	Tahanan (ohm)	Tegangan (Volt)	Karakteristik mutu gas buang					Konsumsi BB(ml)
						CO	CO ₂	HC	O ₂	NO _x	
1	1000	0,5	20								
		0,5	40								
		0,5	60								
		0,5	80								
2	1500	0,5	20								
		0,5	40								
		0,5	60								
		0,5	80								
3	2000	0,5	20								
		0,5	40								
		0,5	60								
		0,5	80								
4	2500	0,5	20								
		0,5	40								
		0,5	60								
		0,5	80								

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan Data.

Data hasil pengujian kemudian dirata-rata dan kemudian dilakukan perhitungan. Adapun contoh perhitungan pada pengujian temperatur pendingin ECT pada alat pengujian mempunyai spesifikasi mesin TOYOTA COROLLA 4A-FE memiliki data sebagai berikut :

Volume Langkah = 1600 CC

Putaran mesin = 1000 - 2500 rpm

Konsumsi bahan bakar = 24,4 ml

Waktu bahan bakar = 120 dt

F = Beban rem = 0.5 kg

r = Jarak atau panjang poros roda pembebanan = 0,6 m (diukur)

r₁ = Faktor penyusaiian jarak dari tuas rem = 0,15 m

Z = 4 (jumlah silinder)

a = jumlah siklus satu kali putaran motor 4 tak = 2

Perhitungan Daya

a. Daya Bahan Bakar

$$N_{bb} = Fc \times LHV \text{ (HP)}$$

Dimana Fc = Pemakaian Bahan Bakar (kg/dt)

Dari penelitian pada rpm 1000 untuk 24,4 ml membutuhkan waktu 120 detik.

$$Fc = (24,4 / 120) / 1000 = 0,000777 \text{ (kg/dt)}$$

$$N_{bb} = Fc \times LHV \text{ (HP)}$$

$LHV_{\text{bensin}} = 7892,95 \text{ kcal/lit}$ (John B. Heywood hal. 915)

Sehingga :

$$N_{bb} = Fc \times LHV \text{ (HP)}$$

$$= 0,0012 \times 7892,95 = 9,471 \text{ Kkal/dt}$$

$$= 9,471 \text{ Kkal/dt} \times 3600 \times 0,000868 = 29,596 \text{ HP}$$

b. Daya Radiasi

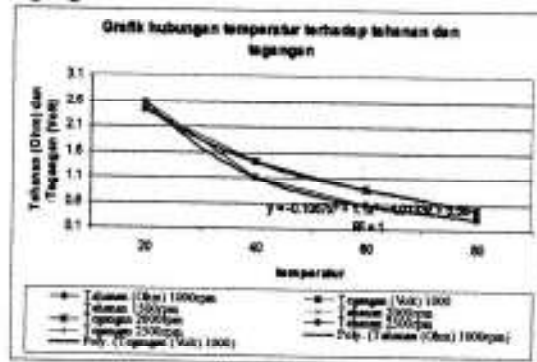
$$N_{rad} = 7 \% \times N_{bb}$$

$$= 7 \% \times 29,596 = 0,663 \text{ HP}$$

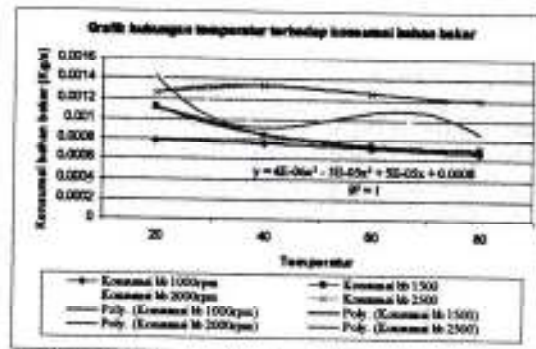
Analisa Data

Dari tabel tersebut kemudian dibuat grafik dan dianalisa. Adapun grafik dan analisa tersebut sebagai berikut:

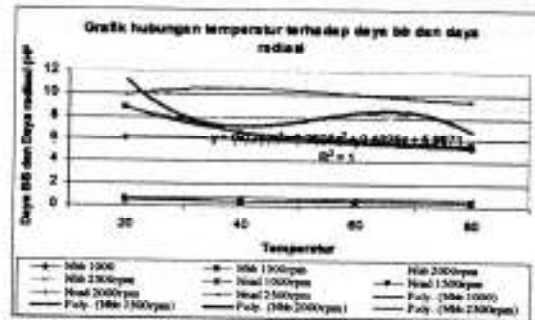
Hubungan temperatur terhadap tahanan dan tegangan.



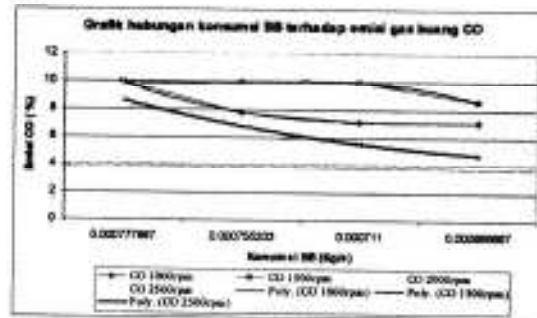
Hubungan temperatur terhadap konsumsi bahan bakar.



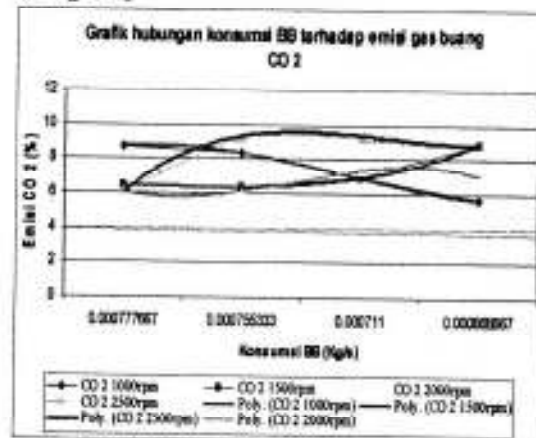
Hubungan temperatur terhadap daya BB dan daya radiasi.



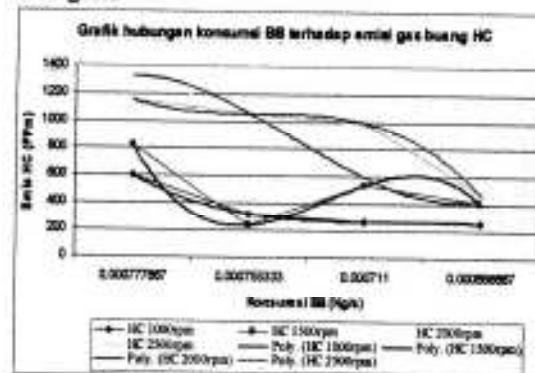
Hubungan temperatur terhadap emisi gas buang CO

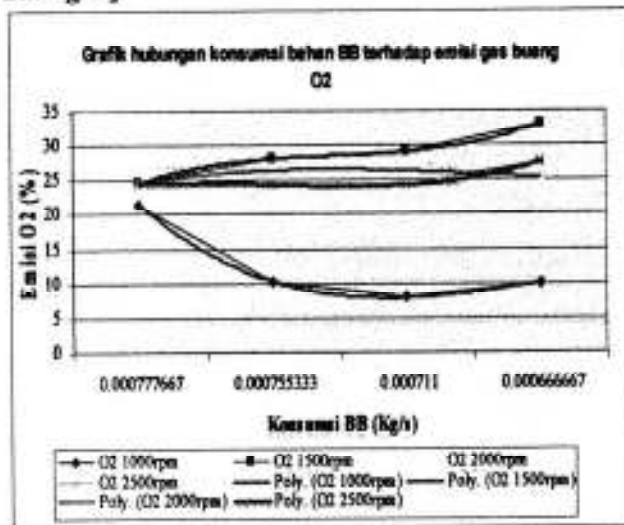


Hubungan konsumsi BB terhadap emisi gas buang CO₂.



Hubungan konsumsi BB terhadap emisi gas buang HC





KESIMPULAN

Temperatur kerja yang baik $80^\circ C$ dapat menurunkan tahanan ($0,3 \Omega$) dan tegangan sensor 0,48 Volt pada putaran 1000 rpm hingga pada akhir putaran mesin masih dalam kondisi stabil untuk membakar bahan bakar 0.0012 Kg/s.

Karakteristik mutu gas buang pada temperatur 80° meliputi :

- Kandungan CO sebesar 4,78 % pada putaran 2500 rpm.
- Kandungan CO_2 sebesar 8,86 % pada putaran 2500 rpm.
- Kandungan HC sebesar 255 ppm pada putaran 2500 rpm.
- Kandungan O_2 sebesar 27,63 % pada putaran 2500 rpm.

Mutu gas buang standart pemerintah pada putaran 1000 rpm

- Kandungan C O sebesar 3.5% Max
- Kandungan CO_2 sebesar 12% - 15%
- Kandungan HC sebesar 400 ppm Max
- Kandungan O_2 sebesar 0,5 % - 2%

DAFTAR PUSTAKA

Arismunandar, Wiranto, Motor Bakar Torak, ITB Bandung, Bandung, 1973.

N. Petrovsky, Marine Internal Combustion Engines, Mir Publisher, Moscow.

<http://www.britishv8.org/Articles/Ford-5L-EFI-Installation.htm>

http://en.wikipedia.org/wiki/Internal_combustion_engine

http://id.wikipedia.org/wiki/Injeksi_bahan_bakar

Toyota Astra Motor, Pedoman Reparasi Mesin
<http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/1204/03/otokir/utama1.htm>
<http://www.serayamotor.com/diskusi/viewtopic.php?p=28123&sid=d5e5cfb81c027dea3026c3656abe716a#28123>

Handbook Toyota

Ulrich, Yunisra 1994 Sistem Injeksi bensin V E D C
 Malang