

PENGARUH PEMANASAN BAHAN BAKAR PADA RADIATOR TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN KADAR EMISI GAS BUANG DAIHATSU HIJET 1000

Julius Hidayat⁽¹⁾ Agus Suyatno⁽²⁾.Suriansyah⁽³⁾

ABSTRAK

Emisi gas buang adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar didalam mesin pembakaran dan mesin pembakaran luar, yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin. Dari alat uji emisi ada 5 unsur dalam emisi gas buang yang akan dikaji yaitu CO, HC, CO₂, O₂ dan NO_x.

Dalam penelitian ini adalah melakukan suatu percobaan yaitu memberikan suatu *treatment* terhadap bahan bakar premium dengan memanaskan bahan bakar tersebut melalui pipa yang dipasang pada *upper tank* radiator, sehingga diharapkan memperoleh suatu kondisi dimana campuran bahan bakar dengan udara diharapkan dapat lebih baik, sehingga bahan bakar dapat terbakar dengan sempurna dan menghasilkan emisi gas buang yang relatif aman. Proses perlakuan pemanasan bahan bakar dilakukan dengan memanfaatkan fluida di radiator yang berada pada *upper tank* radiator yaitu dengan membuat saluran yang terbuat dari pipa tembaga melalui *upper tank* radiator dengan panjang pipa pemanas bahan bakar yaitu panjang 500 mm dan jenis bahan bakar yaitu : premium pada putaran mesin 1000, 1500, 2000, 2500 Rpm, serta temperatur kerja mesin (60° – 80°C) dan beban *output* yang tetap sebesar 3Kg.

Sistem pemanasan bahan bakar dengan media radiator, kadar kandungan emisi gas CO sebesar 0,21 %, CO₂ 6,30 %, HC 849 ppm, O₂ 9,6%, dan NO_x sebesar 1832,2 ppm. Hal ini dapat dikatakan bahwa gas buang mobil daihatsu hijet 1000 tergolong ramah lingkungan.

Kata kunci: radiator, bahan bakar dan gas buang.

PENDAHULUAN

Kesadaran masyarakat akan pencemaran udara akibat gas buang kendaraan bermotor dikota-kota besar saat ini makin tinggi. Dari berbagai sumber bergerak seperti mobil penumpang, truk, bus lokomotif kereta api, kapal terbang, dan kapal laut, kendaraan bermotor saat ini maupun dikemudian hari akan menjadi sumber yang dominan dari pencemaran udara di perkotaan. Di DKI Jakarta, kontribusi bahan pencemar kendaraan bermotor keudara adalah sekitar 70%.

Resiko kesehatan yang dikaitkan dengan pencemaran udara di perkotaan secara umum, banyak menarik perhatian dalam beberapa dekade belakangan ini. Di banyak kota besar, gas buang kendaraan bermotor menyebabkan ketidaknyamanan pada orang yang berada di tepi jalan dan menyebabkan masalah pencemaran udara juga. Beberapa studi epidemiologi dapat menyimpulkan adanya hubungan yang erat antara tingkat pencemaran udara perkotaan dengan angka kejadian penyakit pernapasan. Pengaruh dari pencemaran khususnya akibat kendaraan bermotor tidak sepenuhnya dapat dibuktikan karena sulit dipahami dan bersifat kumulatif. Kendaraan bermotor akan mengeluarkan berbagai gas jenis maupun partikulat yang terdiri dari berbagai senyawa anorganik dan organik dengan berat molekul yang besar yang dapat langsung terhirup melalui hidung dan mempengaruhi masyarakat di jalan raya dan sekitarnya.

Kajian ini kami tujukan untuk mengetahui tinggierendahnya kadar emisi gas buang dan pemakaian bahan bakar, kemudian membandingkan kadar emisi gas CO, HC, CO₂, O₂ dan NO_x dengan jenis

kendaraan daihatsu lainnya. Dari hasil penelitian tersebut disesuaikan dengan standar emisi yang ada.

TINJAUAN PUSTAKA

Prinsip Kerja Motor Bensin

Pada motor bensin, bensin dibakar untuk memperoleh energi termal. Energi ini selanjutnya digunakan untuk melakukan gerakan mekanik. Prinsip kerja motor bensin, secara sederhana dapat dijelaskan sebagai berikut : campuran udara dan bensin dari karburator di isap masuk ke dalam silinder, dimampatkan oleh gerak naik torak, dibakar untuk memperoleh tenaga panas. Bila torak bergerak turun naik di dalam silinder dan menerima tekanan tinggi akibat pembakaran, maka suatu tenaga kerja pada torak memungkinkan torak terdorong ke bawah. Bila batang torak dan poros engkol dilengkapi untuk merubah gerakan turun naik menjadi gerakan putar, torak akan menggerakkan batang torak dan akan memutar poros engkol. Dan juga diperlukan untuk membuang gas-gas sisa pembakaran dan penyediaan campuran udara dan bensin pada saat-saat yang tepat untuk menjaga agar torak dapat bergerak secara periodik dan melakukan kerja tetap.

Kerja periodik di dalam silinder dimulai dari pemasukan campuran udara dan bensin ke dalam silinder, sampai pada kompresi, pembakaran dan pengeluaran gas-gas sisa pembakaran dari dalam silinder inilah yang disebut dengan "siklus mesin". Pada motor bensin terdapat dua macam tipe yaitu: motor bakar 4 tak dan motor bakar 2 tak. Pada motor 4 tak, untuk melakukan satu siklus memerlukan 4 gerakan torak atau dua kali putaran

poros engkol, sedangkan pada motor 2 tak, untuk melakukan satu siklus hanya memerlukan 2 gerakan torak atau satu putaran poros engkol.

Bensin

Bensin adalah zat cair yang yang di hasilkan dari hasil pemurnian minyak bumi dan mengandung unsur karbon dan hidrogen. Sifat sifat utama bensin

1. Mudah menguap pada suhu biasa.
2. Tidak berwarna ,jernih,dan berbau merangsang
3. Titik nyala rendah
4. Berat jenis rendah(0,6-0,78).
5. Melarutkan minyak dan karet.
6. Menghasilkan panas yang tinggi antara 9.5000-10.500 kkal/kg.
7. Meninggalkan sedikit sisa karbon
8. Nilai oktan 72-82

Sifat sifat penting yang harus diperhatikan pada bahan bakar bensin :

1. Kecepatan menguap (volatility),
2. Kadar belerang,
3. Ketepatan penyimpanan,
4. Kadar dan titik beku,
5. Titik embun,
6. Titik nyala,
7. Berat jenis.

Proses Pembakaran

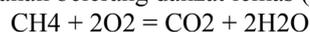
Pembakaran adalah reaksi kimia antara bahan bakar dengan oksigen diiringi kenaikan panas dan nyala. Pada pembakaran dalam silinder motor, pembentukan panas itulah yang dibutuhkan. Hasil-hasil reaksi kimia dibuang sebagai asap, dan tenaga panas itu selanjutnya akan diubah menjadi tenaga mekanis

Bahan bakar motor terutama terdiri dari hidrokarbon , yakni ikatan ikatan majemuk atom hidrogen dan karbon. Dikatakan ikatan majemuk karena ia dapat dipisahkan atau diuraikan secara kimia ke dalam dua atau lebih zat yang lebih sederhana

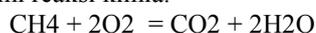
Reaksi kimia dari pembakaran elemen karbon dan hidrogen adalah :



Reaksi kimia pada pembakaran bensin yang yang merupakan campuran dari hidrokarbon dengan penambahan belerang dan zat lemas (N) adalah:



Kadar belerang di dalam bahan bakar sangat tidak diharapkan, karena dapat membentuk gas hidrogen sulfat yang sangat beracun. Kadar belerang di dalam bahan bakar pada saat ini sangat di batasi. Untuk mencari kebutuhan udara teoritis untuk sejumlah bahan bakar tertentu. Dilakukan dengan perhitungan berat molekul dari komponen-komponen yang mengalami reaksi kimia.



Untuk setiap gram bahan bakar dibutuhkan oksigen sebanyak 4 g. Berhubung oksigen diambil dari udara. Sedangkan di dalam udara juga terdapat zat lemas (N) dan komponen lainnya yang lebih sedikit kadarnya, maka dengan diketahui perbandingan kadar oksigennya dan zat lemas, dapat dicari kebutuhan udara teoritis. Kebutuhan udara teoritis adalah $4 : 0,232 = 17,24g$ dengan demikian setiap gram bahan bakar membutuhkan secara teoritis 17,24 gr udara agar terjadi pembakaran yang sempurna.

Radiator

Radiator mendinginkan cairan pendingin yang telah menjadi panas setelah mendinginkan mesin. Radiator terdiri dari tangki air bagian atas (*upper water tank*), tangki air bagian bawah (*lower water tank*) dan radiator *core* pada bagian tengahnya. Cairan pendingin masuk ke dalam *upper tank* dari selang atas (*upper hose*). *Upper tank* dilengkapi dengan tutup radiator untuk menambah air pendingin. Selain itu juga dihubungkan dengan selang ke *reservoir tank* sehingga air pendingin atau uap yang berlebihan dapat ditampung. *Lower tank* dilengkapi dengan *outlet* dan kran penguras. Inti radiator terdiri dari pipa-pipa yang dapat dilalui air pendingin dari *upper tank* ke *lower tank*. Selain itu juga dilengkapi dengan sirip-sirip pendingin fungsinya untuk menyerap panas dari cairan pendingin (*New Step 1 Toyota Astra Motor*).

Komposisi gas buang

Sumber emisi gas buang itu sendiri berupa H₂O (air), HC (senyawa hidrat), gas CO (karbon monoksida), CO₂ (karbon dioksida), dan NO_x (senyawa nitrogen oksida).

1. H₂O

H₂O merupakan hasil pembakaran sempurna dari bensin (senyawa hidrokarbon) yang bereaksi dengan oksigen. Pernahkah kalian mendengar istilah "mesin banjir pada kendaraan bermotor?" mesin itu banjir karena adanya H₂O yang merupakan sisa hasil pembakaran yang tidak terbang sehingga mengakibatkan mesin itu tidak menyala dan akibat banyaknya H₂O yang tidak terbang proses pembakaran pada mesin akan terhambat dan dapat menghasilkan emisi-emisi gas yang lain.

2. HC

HC merupakan ikatan hidrokarbon berupa senyawa hidrat arang yang dihasilkan akibat proses pembakaran yang tidak sempurna dan sisa hasil pembakaran yang tidak terbang. Selain itu akibat proses pembakaran pada HC yang tidak sempurna, akan menghasilkan gas-gas buang yang berbahaya bagi kehidupan baik itu pada manusia itu sendiri maupun pada iklim. Gas-gas buang itu diantaranya CO (karbon monoksida) dan NO_x (nitrogen

oksida). HC (senyawa hidrat) ini hanya akan bereaksi dengan oksigen pada pembakaran sempurna dan akan menghasilkan CO₂ (karbon dioksida) dan H₂O (air) serta Nitrogen keluar sebagai N₂.

Reaksinya :



Adapun kemungkinan penyebab emisi HC ini tinggi dan dapat menimbulkan gas-gas buang lain yang berbahaya diantaranya karena *Catalytic Converter* (CC) pada kendaraan tidak berfungsi dan AFR (*Air to Fuel Ratio*) yaitu rasio perbandingan antara udara dan bensin yang tidak tepat sehingga mengakibatkan bensin tidak terbakar sempurna di ruang bakar.

3. Gas CO (karbon monooksida)

Gas CO (karbon monooksida) merupakan gas yang beracun yang relatif dan mudah bereaksi dengan unsur lain dan karbon monooksida ini timbul akibat berkurangnya campuran udara dalam proses pembakaran atau akibat proses pembakaran pada HC yang tidak sempurna, seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya. CO (karbon monooksida) ini dapat membahayakan kesehatan pada manusia karena C dan O ini saling berikatan kovalen tapi tidak memenuhi kaidah oktet maupun duplet dan sangat mudah bereaksi dengan unsur lain. Tetapi emisi CO (karbon monooksida) pada kendaraan ini dapat dikurangkan dengan mengubahnya ke CO₂ dengan bantuan sedikit tambahan oksigen dan panas pada mesin. Biasanya gas CO ini berupa asap hitam yang di keluarkan kendaraan melalui knalpot kendaraan.

Karbon monooksida juga memiliki efek-efek buruk bagi bayi dari wanita hamil. Gejala dari keracunan ringan meliputi sakit kepala dan mual-mual pada konsentrasi kurang dari 100 ppm. Konsentrasi serendah 667 ppm dapat menyebabkan 50% hemoglobin tubuh berubah menjadi *karboksihemoglobin* (HbCO).

4. Gas CO₂ (karbon dioksida)

Gas CO₂ (karbon dioksida) merupakan hasil proses pembakaran sempurna dari bensin atau HC (senyawa hidrat) dengan O₂ (oksigen). Konsentrasi CO₂ semakin tinggi maka akan semakin baik, hal ini menunjukkan secara langsung status proses pembakaran di ruang bakar pada mesin kendaraan. Sumber CO₂ ini hanya dari ruang bakar pada mesin dan CC. Tetapi pada keadaan tertentu konsentrasi CO₂ yang tinggi ini akan berbanding terbalik dengan keadaan iklim di luar sana. Karena CO₂ merupakan sumber emisi terbesar gas rumah kaca.

Konsentrasi yang lebih besar dari 5.000 ppm tidak baik untuk kesehatan, sedangkan konsentrasi lebih dari 50.000 ppm dapat membahayakan kehidupan hewan.

5. Gas NO_x (senyawa nitrogen oksida)

Gas NO_x (senyawa nitrogen oksida) adalah ikatan kimia antara nitrogen dan oksigen. Senyawa NO_x ini dihasilkan karena tingginya konsentrasi

oksigen dan suhu di ruang bakar. Dalam kondisi normal atmosfer, nitrogen adalah gas inert yang amat stabil yang tidak akan berikatan dengan unsur lain. Tetapi dalam kondisi suhu tinggi dan tekanan tinggi dalam ruang bakar, nitrogen akan memecah ikatannya dan berikatan dengan oksigen. Emisi senyawa NO_x ini sangat tidak stabil dan bila terlepas ke udara bebas dan akan berikatan dengan oksigen dan membentuk NO₂. Senyawa ini lah yang sangat berbahaya karena beracun dan bila terkena air akan membentuk senyawa nitrat.

Pada perbandingan campuran dengan lambda = 0,99 sampai 1 akan terjadi kadar NO_x yang maksimum dalam gas buang, karena NO_x timbul akibat suhu ruang bakar yang semakin panas, oleh sebab itu pengajuan pengapian yang kompromis sangat diperlukan agar kadar NO_x tidak berlebihan dalam gas buang.

METODOLOGI PENELITIAN

Variabel Penelitian

Beberapa variabel yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain :

1. Variabel Bebas :
 - a) Putaran mesin (n)
 - b) Beban output yang tetap (p)
 - c) Suhu kerja mesin (t)
 - d) Bahan bakar premium
2. Variabel Terikat :
 - a) Konsumsi bahan bakar
 - b) Kadar emisi gas buang.

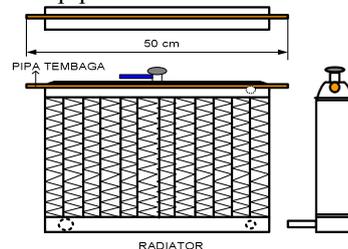
Alat dan Bahan Penelitian

Alat

Alat- alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah :

- a) Radiator sebagai media untuk memanaskan bahan bakar.

Radiator yang digunakan bagian *upper tank*nya telah dipasang pipa tembaga sebagai saluran bensin dari pompa bensin ke karburator. Panjang ketiga pipa tersebut adalah sama yaitu 500 mm sedangkan diameter pipa 6 mm.



Gambar 1. Radiator

- b) *Stopwatch* digunakan untuk mengukur waktu konsumsi bahan bakar.
- c) *Tachometer* digunakan untuk mengukur putaran mesin.
- d) *Gas Analyser* digunakan untuk mengetahui emisi Gas Buang

- e) *Timing light*, digunakan untuk penyetelan saat pengapian.
- f) *Thermometer digital* digunakan untuk mengukur suhu bahan bakar bensin. Alat ini dipasang pada saluran bahan bakar sebelum masuk ke karburator.
- g) Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume bahan bakar.
- h) *Tool set*.

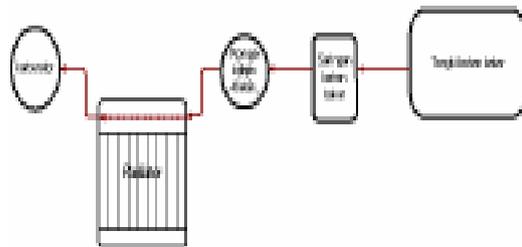
Bahan

- a) Bahan bakar. Dalam penelitian ini bahan bakar yang digunakan ada tiga jenis bahan bakar untuk mesin bensin yang banyak digunakan di masyarakat yaitu Premium.
- b) Mesin bensin 4 silinder dengan spesifikasi mesin sebagai berikut :
 1. Merk / type : Daihatsu S70P/R
 2. Jenis/model : Station WGN
 3. Tahun/cc : 1985/970
 4. warna : Merah
 5. No. Rangka/Nik : S70948301
 6. No. Mesin : 1338800
 7. Jumlah Silinder : 3 Silinder
 8. Bahan Bakar : Bensin

Data Fisik Yang Mendukung Dalam Penelitian Pada Mobil Daihatsu Hijet 1000 adalah:

1. Diameter Silinder : 7,8 cm
2. Panjang langkah torak : 6,7 cm
3. Jarak lengan rem terhadap as roda belakang : 2.1 m
4. Jarak lengan ke pedal rem : 0,9 m

Skema Aliran Pemanasan Bahan Bakar



Gambar 2. Aliran Bahan Bakar

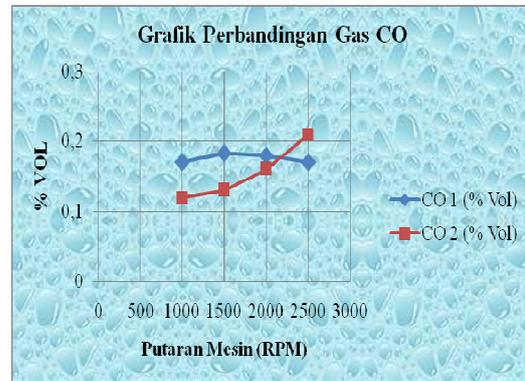
Langkah Pengambilan Data

1. Memanaskan mesin sampai mencapai kondisi kerja (60 – 80).
2. Mengatur putaran mesin dengan cara menyetel baut putaran mesin kemudian diukur putarannya dengan menggunakan *tachometer*.
3. Mengisi *reservoir* dengan bensin premium, catat waktu yang diperlukan oleh mesin untuk menghabiskan bahan bakar sejumlah 50 cc selama 60 detik.
4. Memasang selang bensin pada saluran *cup* radiator (500 mm)
5. Lakukan pengujian masing-masing dengan variasi rpm 1000, 1500, 2000, dan 2500 serta tiap pengujian masing-masing rpm diulang sebanyak 3 kali.

Analisa Data dan Pembahasan

Dari data yang diperoleh dapat dibuat grafik dan dianalisa. Adapun grafik dan analisa tersebut sebagai berikut:

Hubungan putaran mesin terhadap gas CO dengan proses pemanasan bahan bakar dengan media radiator



Keterangan :

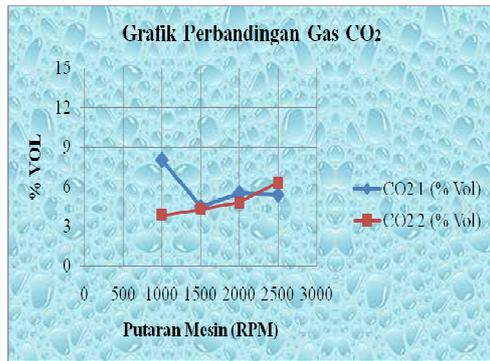
CO 1 : Bahan bakar yang tidak dipanaskan dengan media radiator

CO 2 : Bahan bakar yang dipanaskan dengan media radiator

Gambar 3. Grafik perbandingan gas CO dengan proses pemanasan bahan bakar dengan media radiator

Dari Gambar 3. dapat disimpulkan bahwa perbandingan gas karbon (CO) dengan kenaikan putaran mesin berpengaruh terhadap gas buang karbon (CO) yang dihasilkan. Gas karbonmonoksida (CO) yang tertinggi pada titik dimana bahan bakar dipanaskan dengan media radiator yaitu sebesar 0,21% volume pada putaran mesin 2500 Rpm, sedangkan gas karbonmonoksida (CO) yang terendah berada dititik mana bahan bakar dipanaskan dengan media radiator yaitu sebesar 0,12% volume pada putaran mesin rpm 1000 Rpm. Putaran mesin dan pemanasan bahan bakar dengan media radiato sangat berpengaruh terhadap perubahan nilai gas karbonmonoksida (CO). Dari kondisi bahan bakar yang dipanaskan dengan media radiator pada putaran mesin terendah 1000 rpm, kadar gas CO lebih rendah daripada kadar gas CO yang bahan bakarnya tidak dipanaskan dengan media radiator. Pada putaran mesin tertinggi yaitu 2500 rpm, kadar gas CO yang dimana bahan bakar tidak dipanaskan dengan media radiator lebih rendah daripada kadar gas CO yang bahan bakarnya dipanaskan dengan media radiator.

Hubungan putaran mesin terhadap gas CO₂ dengan proses pemanasan bahan bakar dengan media radiator

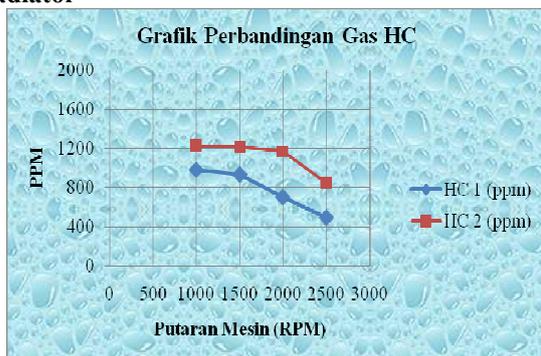


Keterangan :
 CO2 1 : Bahan bakar yang tidak dipanaskan dengan media radiator
 CO2 2 : Bahan bakar yang dipanaskan dengan media radiator

Gambar 4. Grafik perbandingan gas CO₂ dengan proses pemanasan bahan bakar dengan media radiator

Dari Gambar 4. dapat disimpulkan bahwa perbandingan gas karbondioksida (CO₂) dengan kenaikan putaran mesin berpengaruh juga terhadap gas buang karbondioksida (CO₂) yang dihasilkan. Pada putaran mesin terendah di 1000 rpm, kadar gas CO₂ lebih tinggi pada kondisi bahan bakar yang tidak dipanaskan dengan media radiator, akan tetapi pada saat kondisi putaran tinggi yaitu 2500 rpm gas CO₂ lebih tinggi pada kondisi bahan bakar yang dipanaskan dengan media radiator. Jadi kadar gas CO₂ terjadi peningkatan secara bertahap pada saat bahan bakar dipanaskan dengan media radiator. Sehingga untuk kondisi yang ramah lingkungan terdapat pada titik poin yang dimana bahan bakar tidak dipanaskan dengan media radiator.

Hubungan putaran mesin terhadap gas HC dengan proses pemanasan bahan bakar dengan media radiator



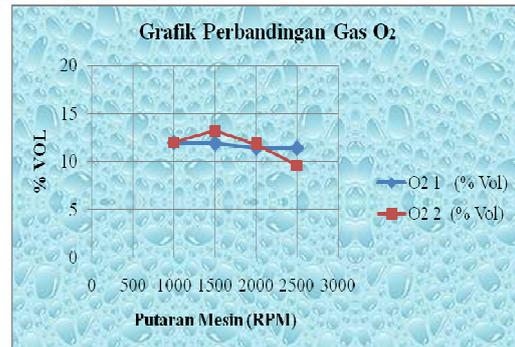
Keterangan :
 HC 1 : Bahan bakar yang tidak dipanaskan dengan media radiator
 HC 2 : Bahan bakar yang dipanaskan dengan media radiator

Gambar 5. Grafik perbandingan gas HC dengan proses pemanasan bahan bakar dengan media radiator

Dari Gambar 5. dapat disimpulkan bahwa perbandingan gas Hidrokarbon (HC) dengan kenaikan putaran mesin juga berpengaruh terhadap gas buang Hidrokarbon (HC) yang dihasilkan. Kadar gas

Hidrokarbon (HC) dimana bahan bakar yang dipanaskan lebih tinggi daripada kadar gas Hidrokarbon (HC) yang bahan bakarnya tidak dipanaskan dengan media radiator. Dari kondisi ini kadar kandungan udara didalam ruang bakar lebih kecil daripada jumlah *quantity* bensin yang *disupply*. Sehingga kadar emisi gas buang Hidrokarbon (HC) terjadi penurunan pada saat putaran mesin menaik.

Hubungan putaran mesin terhadap gas O₂ dengan proses pemanasan bahan bakar dengan media radiator

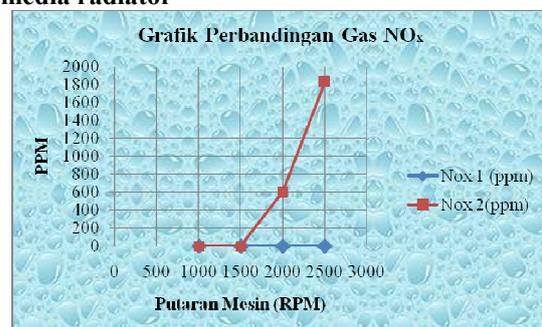


Keterangan :
 O2 1 : Bahan bakar yang tidak dipanaskan dengan media radiator
 O2 2 : Bahan bakar yang dipanaskan dengan media radiator

Gambar 6. Grafik perbandingan gas O₂ dengan proses pemanasan bahan bakar dengan media radiator

Dari Gambar 6. dapat disimpulkan bahwa gas oksigen (O₂) dengan kenaikan putaran mesin terjadi penurunan. Berpengaruhnya penurunan kadar gas oksigen (O₂) dikarenakan terjadinya pembakaran yang tidak sempurna didalam ruang bakar.

Hubungan putaran mesin terhadap gas NO_x dengan proses pemanasan bahan bakar dengan media radiator

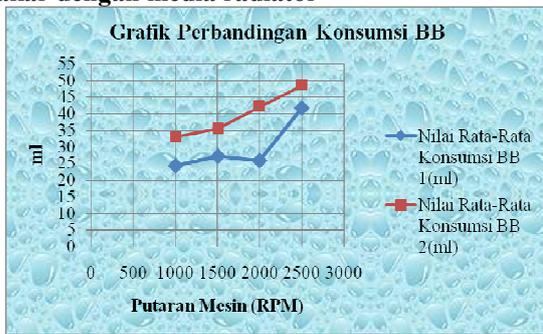


Keterangan :
 NOx 1 : Bahan bakar yang tidak dipanaskan dengan media radiator
 NOx 2 : Bahan bakar yang dipanaskan dengan media radiator

Gambar 7. Grafik perbandingan gas NO_x dengan proses pemanasan bahan bakar dengan media radiator

Dari Gambar 7. dapat disimpulkan bahwa perbandingan kadar gas NOx dengan kenaikan putaran mesin dan bahan bakar yang dipanaskan lebih tinggi daripada kadar gas Nox bahan bakarnya tidak dipanaskan. Sehingga kondisi seperti ini tidak ramah lingkungan karena gas NOx sangat berbahaya terhadap lingkungan.

Hubungan putaran mesin terhadap konsumsi bahan bakar dengan proses pemanasan bahan bakar dengan media radiator



Keterangan :

Konsumsi BB 1 : Bahan bakar yang tidak dipanaskan dengan media radiator

Konsumsi BB 2 : Bahan bakar yang dipanaskan dengan media radiator

Gambar 8. Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar dengan proses pemanasan bahan bakar dengan media radiator

Dari Gambar 8. dapat disimpulkan bahwa perbandingan konsumsi bahan bakar dengan kondisi dipanaskan lebih boros daripada kondisi bahan bakar yang tidak dipanaskan dengan media radiator. Kenaikan ini terjadi karena kandungan alkohol pada bensin akan berkurang pada saat dipanaskan, sehingga ruang bakar memerlukan jumlah bensin yang tinggi untuk melakukan 1 langkah pembakaran.

Pembahasan

Tabel 1 Nilai Kadar Emisi Gas Buang Standar Dari Daihatsu

Jenis Gas	Nilai yang di ijinakan
CO	Max 3,5 %
CO2	Min 12%
O2	Max 2%
HC	Max 300 ppm
NOx	Max 50 ppm

Dari hasil data penelitian dan proses pengambilan yang terjadi dapat disimpulkan :

1. Kadar emisi gas CO (0,21 % vol) dengan batas maksimum yang ditentukan sebesar 3.5 % vol, maka untuk pengujian gas CO masih dalam keadaan normal.
2. Kadar emisi CO2 (6,30 % vol) dengan batas maksimum yang ditentukan sebesar 12 % vol,

maka untuk pengujian gas CO2 masih dalam keadaan normal.

3. Kadar emisi HC (849 ppm vol) dengan batas maksimum yang ditentukan sebesar 300 ppm vol, maka untuk pengujian gas HC dalam keadaan tidak normal. Hal ini kemungkinan terjadi karena AFR yang tidak tepat (terlalu kaya) atau bensin tidak terbakar dengan sempurna di dalam ruang bakar. Apabila mobil dilengkapi dengan *Catalytic Converter* (CC), maka harus dilakukan pengujian terlebih dahulu terhadap CC dengan cara mengukur perbedaan suhu antara *inlet* dan *outletnya* CC. Seharusnya suhu di *outlet* akan lebih tinggi minimal 10 % daripada *inletnya*. Apabila CC bekerja dengan normal tapi HC tetap tinggi juga, maka hal ini menunjukkan gejala bahwa AFR yang tidak tepat atau terjadi *misfire*. AFR yang terlalu kaya akan menyebabkan gas HC menjadi tinggi. Hal ini bisa disebabkan antara lain kebocoran *fuel pressure regulator*, filter udara yang tersumbat, sensor temperatur mesin yang tidak normal, rembasnya pelumas ke ruang bakar, kabel busi yang kurang baik, *timing* pengapian yang terlalu mundur, kebocoran udara di sekitar *intake manifold* dan mechanical problem yang menyebabkan angka kompresi mesin rendah.
4. Kadar emisi O2 (9,6 % vol) dengan batas maksimum yang ditentukan sebesar 2 % vol, maka untuk pengujian emisi O2 dalam keadaan tidak normal. Hal ini kemungkiannya terjadi adanya kebocoran atau buntunya saluran knalpot dan terjadi pembakaran yang tidak sempurna.
5. Kadar emisi NOx (1832,2 ppm vol) dengan batas maksimum yang ditentukan 50 ppm, maka untuk pengujian emisi NOx dalam keadaan tidak normal. Hal ini kemungkinan terjadi karena tingginya konsentrasi oksigen ditambah tingginya suhu ruang bakar. Untuk menjaga agar konsentrasi nilai NOx tidak tinggi maka diperlukan kontrol secara tepat terhadap AFR dan suhu ruang bakar harus dijaga agar tidak terlalu tinggi dengan cara *long valve overlap*.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan uji ANOVA, dapat disimpulkan :

1. Dengan sistem pemanasan bahan bakar dengan media radiator, kadar kandungan emisi gas CO sebesar 0,21 %, CO2 6,30 % , dan NOx sebesar 1832,2 ppm. Hal tidak ramah lingkungan.
2. Dengan sistem pemanasan bahan bakar dengan media radiator terjadi penurunan kadar kandungan emisi gas O2 dari 11,6 % menjadi 9,6 % Volume.
3. Dengan sistem pemanasan bahan bakar dengan media radiator, konsumsi bahan bakar lebih

- boros daripada sebelum dipanaskan, yaitu sebesar 48,5 ml/m.
4. Semakin kecil kadar CO maka semakin sempurna proses pembakarannya dan bensin akan semakin irit, ini menunjukkan bagaimana bahan bakar dan udara tercampur dan terbakar dengan sempurna. Jika terjadi kurangnya udara dalam campuran maka kadar CO akan tinggi dan bensin akan semakin boros dan tidak ramah lingkungan.
 5. Semakin kecil kadar HC maka pembakaran akan semakin sempurna, ini menunjukkan sedikitnya bahan bakar yang terbuang. Apabila semakin tinggi kadar HC maka semakin banyak sisa bahan bakar mentah (gas yang tidak terbakar setelah gagal pengapian) yang terbuang pada proses pembakaran, dengan kata lain terjadi pemborosan bensin.
 6. Semakin tinggi kadar CO₂ maka semakin sempurna pembakarannya dan semakin bagus akselerasinya. Jika semakin rendah kadar CO₂ hal ini dapat menandakan kerak di blok mesin sudah pekat, jadi wajib di *overhaul* mesin.
 7. Semakin tinggi kadar O₂ maka ini menandakan knalpot ada masalah seperti bocor atau buntu, hal ini menunjukkan banyaknya udara dalam campuran. Jika semakin kecil kadar O₂ berarti kondisi mesin dalam keadaan baik.
 8. Tingginya kadar NO_x yaitu sebesar 1832,2 ppm vol disebabkan karena tingginya konsentrasi oksigen ditambah tingginya suhu ruang bakar. Untuk menjaga agar konsentrasi nilai NO_x tidak tinggi maka diperlukan kontrol secara tepat terhadap AFR dan suhu ruang bakar harus dijaga agar tidak terlalu tinggi dengan cara *long valve overlap*.
- Sudirman, Urip. 2006. *Metode Tepat Menghemat Bahan Bakar (Bensin) Mobil*. Jakarta : Kawan pustaka
- Sudjana. 2002. *Metoda Statistika*. Bandung : Tarsito.
- Suharsimi, Arikunto. 2002. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Suyanto, Wardan. 1989. *Teori Motor Bensin*. Jakarta: DEPDIKBUD.
- Toyota training manual. Engine group step 2. Jakarta 1996.
- _____. 1995. *New Step 1*. Jakarta : PT. Toyota Astra Motor
- _____. 1995. *New Step 2*. Jakarta : PT. Toyota Astra Motor
- http://www.cyberman.cbn.net.id/upload/Img_OtoTps_16_Feb_2004
- <http://www.pertamina.com/pertamina.php?>
- <http://www.ringdiesel-bensin.com>
- <http://id.wikipedia.org/>
- http://pdfsearch.com/KEPMENLH/NO141/2003/batas_ambang_emisi_gas_buang

DAFTAR PUSTAKA

- Arends, BPM dan Berenschot, H. *Motor Bensin*, Erlangga, Jakarta, 1980.
- Arismunandar, Wiranto, *Motor Bakar Torak*, ITB Bandung, Bandung, 1973.
- Crouse, William. H, *Automotive Mechanics 8th Edition*, Tata Mc Graw Hill, Inc, New York, 1984.
- David J. Tavid, K. Iynkaran, *Basic Thermodynamics Application And Pollution Control*, Singapore, 1992.
- Kusmoputranto, H, Taksikologi lingkungan. UI Fakultas Kesehatan Masyarakat dan Pusat Penelitian Sumber Daya Manusia dan Lingkungan. Jakarta, 1995
- M. Khovakh, *Motor Vehicle Engines*, Mir Publisher, Moscow.
- Soenarta, Nakula. 1985. *Motor Serba Guna*. Jakarta : Paradnya Paramita.