

PENGARUH PENAMBAHAN ETHANOL PADA BAHAN BAKAR PREMIUM TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA MOTOR *MATIC*

Faizur Al Muhajir⁽¹⁾, Toni Dwi Putra⁽²⁾, Naif Fuhaid⁽²⁾

ABSTRAK

Pada motor bakar internal combustion, kadar emisi gas buang dipengaruhi oleh sempurna atau tidaknya suatu pembakaran. Selain dari itu bahan bakar juga mempengaruhi kadar emisi gas buang yang dihasilkan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan kadar emisi gas buang pada motor *matic*.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan mesin Yamaha Mio *matic* 113.7 cc silinder tunggal. Menggunakan 3 variasi perbandingan, yaitu 0 % ethanol, 10 % ethanol, dan 20 % ethanol. Sedangkan putaran juga divariasikan mulai dari 3000 rpm, 4000 rpm, 5000 rpm, 6000 rpm, dan 7000 rpm.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa emisi gas buang bahan bakar murni pada putaran paling rendah menghasilkan gas CO₂ sebanyak 2.4 ppm, gas CO sebanyak 2.27 ppm, gas HC sebanyak 162 ppm. Kadar emisi gas buang karbon dioksida berada pada titik terendah yaitu 2,1 ppm pada penambahan ethanol 10 % dan 20 % rpm 3000. Kadar emisi gas buang karbon monoksida berada pada titik terendah yaitu 0,06 ppm pada penambahan ethanol 20 % rpm 7000. Kadar emisi gas buang hidro karbon berada pada titik terendah yaitu 40 ppm pada penambahan ethanol 10 % rpm 7000.

Kata kunci : Bahan bakar, ethanol, putaran, emisi gas buang.

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Pada saat ini motor bakar mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia sehari-harinya, terutama dalam bidang transportasi. Hampir setiap orang menikmati manfaat yang dihasilkan oleh motor bakar sebagai sarana transportasi. Disamping sebagai alat transportasi, motor bakar juga banyak digunakan dalam bidang-bidang yang lain terutama dalam bidang industri yang sangat luas.

Salah satu jenis alat transportasi yang sangat banyak digunakan oleh masyarakat adalah jenis roda dua atau dikenal sebagai sepeda motor. Saat ini terdapat jenis sepeda motor yang menggunakan transmisi *automatic* atau dikenal dengan motor *matic* yang banyak diminati oleh masyarakat. Sepeda motor *matic* mempunyai kelebihan mudah pengoperasiannya tetapi mempunyai kelemahan boros bahan bakar.

Sepeda motor sebagai alat transportasi menggunakan motor bakar sebagai pembangkit tenaga untuk menggerakkan roda. Jenis mesin 4 langkah lebih banyak digunakan dibanding jenis 2 langkah. Motor bakar 4 langkah mempunyai 4 langkah pada torak oleh 2 kali putaran poros engkol, terdiri dari langkah isap, langkah kompresi, langkah kerja dan langkah buang. Campuran udara dan bahan bakar masuk kedalam ruang bakar pada langkah isap, selanjutnya dikompresi dalam ruang silinder yang tertutup sehingga tekanan dan temperaturnya naik. Menjelang akhir langkah kompresi atau sebelum titik mati atas (TMA), percikan bunga api busi akan membakar bahan bakar sehingga terjadi proses pembakaran.

Kualitas pembakaran akan sangat berpengaruh terhadap unjuk kerja dari motor bakar itu sendiri. Biopremium atau campuran antara premium dengan ethanol merupakan bahan bakar yang sangat disarankan untuk konsumsi motor bakar. Ethanol mempunyai

nilai oktan yang lebih baik dibanding premium, kualitas pembakaran yang lebih baik dan emisi yang lebih baik pula. Emisi gas buang itu sendiri adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar di dalam mesin pembakaran dalam, mesin pembakaran luar, atau mesin jet yang dikeluarkan melalui system pembuangan mesin. Sisa hasil pembakaran tersebut berupa air (H₂O), gas CO atau disebut gas karbon monoksida yang beracun atau gas karbon dioksida (CO₂) yang merupakan gas rumah kaca.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai tujuan adalah untuk mengetahui pengaruh campuran ethanol pada bahan bakar terhadap emisi gas buang motor *matic*.

TINJAUAN PUSTAKA

Motor Bakar

Motor bakar adalah motor yang tenaganya berasal dari pembakaran campuran bahan bakar dan udara didalam silinder, dimana terjadi perubahan energi dari energi kimia menjadi energi mekanik.

Berdasarkan bahan bakarnya, motor bakar dibedakan menjadi dua, yaitu motor bensin dan motor diesel. Dan menurut proses kerjanya motor bensin dan motor diesel dibagi menjadi dua, yaitu motor bakar dua langkah dan empat langkah. Motor bakar dua langkah adalah motor bakar yang dalam satu kali siklus kerjanya membutuhkan dua kali langkah torak. Sedangkan motor empat langkah adalah motor bakar yang dalam satu kali siklus kerjanya membutuhkan empat kali langkah toraknya.

Ditinjau dari cara memperoleh energi thermal ini mesin kalor dibagi menjadi dua golongan : mesin pembakaran luar (*external combustion engine*) dan pembakaran dalam (*internal combustion engine*). Pada mesin pembakaran luar proses pembakaran terjadi diluar

mesin yaitu melalui dinding pemisah, contohnya pada mesin uap. Semua energi yang diperlukan oleh mesin mula-mula meninggalkan gas hasil pembakaran yang temperaturnya tinggi. Melalui dinding pemindah kalor atau ketel uap energi itu kemudian masuk ke dalam fluida kerja yang terdiri dari uap atau air. Sedangkan pada pembakaran dalam yang pada umumnya dikenal dengan motor bakar proses pembakaran berlangsung di dalam motor itu sendiri, sehingga gas hasil pembakaran yang terjadi sekaligus berfungsi sebagai fluida kerja. Motor bakar dengan menggunakan beberapa silinder yang bergerak translasi (bolak balik). Di dalam silinder itulah terdapat pembakaran bahan bakar dengan oksigen dari udara, gas yang dihasilkan oleh proses tersebut mampu menggerakkan torak yang oleh penghubung (batang penggerak) dihubungkan dengan poros engkol menimbulkan gerak translasi pada torak. Pada motor ini, bahan bakar yang dipakai adalah bensin. Bahan bakar bensin dan udara biasanya dimasukkan bersama-sama ke dalam silinder setelah lebih dulu dikabutkan menjadi campuran yang sangat halus dengan menggunakan karburator. Setelah campuran tersebut masuk ke dalam silinder, pembakaran dilakukan oleh bunga api yang berasal dari alat penyulut atau busi

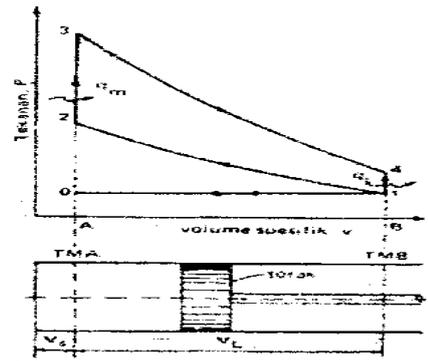
Motor Bensin

Motor bensin merupakan salah satu jenis mesin konversi energi sebagai penggerak mula yang menggunakan energi kimia sebagai bahan bakar. Kemudian dari pembakaran diperoleh energi thermal untuk melakukan kerja mekanis pada poros engkol.

Tenaga yang dihasilkan diperoleh dari pembakaran campuran bahan bakar dan oksigen di dalam ruang bakar, sehingga menghasilkan panas, akibatnya fluida di dalam silinder akan memuai. Namun karena fluida tersebut dibatasi oleh dinding silinder maka tekanan dan temperatur naik yang akan mendorong torak bergerak translasi (mundur), dimana torak tersebut dihubungkan ke poros engkol dengan perantara batang penggerak yang direncanakan sedemikian rupa sehingga dari gerakan translasi dapat dirubah menjadi gerakan rotasi (putar). Kemudian dari gerakan rotasi inilah motor bensin dapat digunakan sebagai penggerak kendaraan bermotor atau penggerak generator listrik dan lain sebagainya setelah mengalami beberapa jenis translasi, sesuai dengan kebutuhan.

2.2.3. Siklus Termodinamika Bensin

Dari ilmu pengetahuan termodinamika maka dapat digambarkan diagram indikator hubungan antara tekanan dan volume spesifik, atau diagram indikator hubungan antara temperature dan entalpi kemudian dari diagram P-V dan diagram T-S motor bensin empat langkah yang mengacu pada siklus OTTO.



Gambar 1. Siklus Diagram P-V, T-S Motor Bensin Empat Langkah

Sumber : Wiranto Aris Munandar, Penggerak Mula Motor Bakar Torak, hal 15

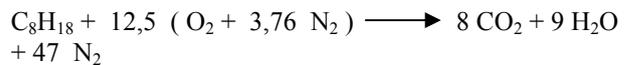
Proses Pembakaran

Dalam sistem motor bakar bahan bakar harus dapat bercampur dengan udara dan masuk ke dalam ruang bakar dalam bentuk campuran yang baik. Pembakaran yang sempurna terjadi secara teratur pada waktu yang sesuai dengan siklus mesin, sehingga dapat menghasilkan unjuk kerja yang sebaik – baiknya tanpa menimbulkan kerusakan mesin.

Bahan bakar kendaraan bermotor terutama Premium merupakan senyawa antara C (Karbon) dan H (Hidrogen), apabila direaksikan akan menjadi senyawa HC (hidro karbon).

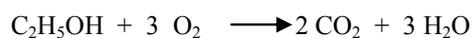
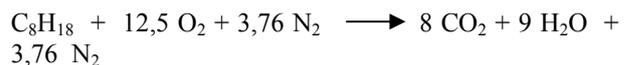
a. Dasar – dasar reaksi pembakaran.

Pada dasarnya semua motor bensin menggunakan campuran udara bahan bakar untuk proses pembakaran. Udara bukan terdiri dari O₂ murni, namun terdiri dari ± 20,95 % O₂ dan ± 79,05 % N₂ . Sehingga secara praktek, pembakaran yang berlangsung dirumuskan sebagai berikut:



Pada dasarnya Premium dan oli 2T saling larut (bercampur sempurna).

Sehingga pembakaran yang sempurna antara Premium dan Oli 2T adalah :



Nilai Kalor

Hukum Hess menyatakan bahwa :

- 1 Setiap reaksi memiliki ΔH yang tetap, dan tidak tergantung pada jalan reaksi / jumlah tahap reaksi.
- 2 ΔH dari beberapa reaksi dapat dijumlahkan sesuai dengan penjumlahan reaksi – reaksinya.

Entalpi pembentukan standar (ΔH_f)

Rumus kimia zat	ΔH_f (KJ / mol)
C_8H_{18}	- 59,97
CO_2	- 394
H_2O	- 242
C_2H_5OH	- 278

Tabel 1 Nilai kalor bahan bakar

No	Bahan Bakar	Nilai Kalor
1	100 % Premium	7908,81 kkal / kg
2	99 % Premium + 1 % Oli 2T	7829,72 kkal / kg
3	98 % Premium + 2 % Oli 2T	7750,63 kkal / kg
4	97 % Premium + 3 % Oli 2T	7671,55 kkal / kg
5	96 % Premium + 4 % Oli 2T	7592,45 kkal / kg

Faktor lambda (λ)

Menurut Sumadi dan P.Y. Misnah Pantono dalam buku Sistem kelistrikan dan bahan bakar otomotif (1979 : 138 – 139) , macam – macam perbandingan campuran antara bensin dan udara adalah sebagai berikut :

- a. Campuran yang sebanding
Motor yang bekerja dengan baik dan hemat, apabila campuran gas itu sebanding. Yang dimaksud dengan sebanding disini, ialah apabila gas itu mengandung udara (zat asam) secukupnya untuk membakar sebagian bensin yang dibawa. Susunan campuran ini dapat diatur oleh karbulator.
- b. Campuran kurus
Campuran kurus ialah bila campuran gas itu mengandung bensin terlalu sedikit. Dengan campuran kurus ini gas tidak akan terbakar secepat campuran yang sebanding.
- c. Campuran gemuk
Campuran gemuk ialah bila campuran gas itu mengandung bensin terlalu banyak. Dalam hal ini sebagian dari bahan bakar yang dihisap itu tidak dapat terbakar, karena zat asamnya tidak cukup.

Menurut Julius Jama dalam buku Motor Bensin (1982 : 35) menyatakan bahwa :

- Campuran udara dan bahan bakar haruslah pada perbandingan tertentu, jika kita menginginkan suatu pembakaran yang sempurna perbandingan yang baik adalah kira – kira 15 : 1 dalam berat. Artinya 15 kg udara membutuhkan 1 kg bahan bakar.
- Jika ternyata pada waktu pembakaran jumlah udara kurang dari perbandingan 15 : 1, maka dikatakan campuran gemuk.
- Jika campuran kelebihan udara, dikatakan campuran tersebut kurus.

Jadi secara teoritis, faktor lambda merupakan perbandingan antara banyaknya udara yang diperlukan untuk membakar sejumlah bensin

menurut hukum Stoichiometric, pada pembakaran yang sempurna diperlukan 14,7 udara untuk membakar 1 kg bensin.

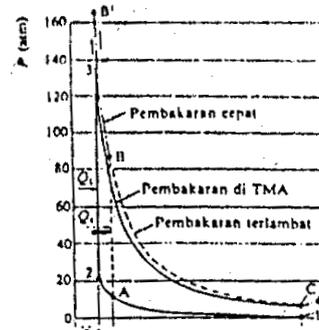
Untuk suatu pembakaran yang sempurna, diperlukan 14,7 udara, jadi : $\lambda = \frac{14,7}{14,7} = 1$

Maka :

- a. Jika $\lambda < 1$ berarti campurannya kaya (lebih banyak bensin daripada udara).
- b. Jika $\lambda > 1$ berarti campurannya miskin (lebih banyak udara daripada bensin).

Saat penyalaan dan pembakaran

- a. Penyalaan dan pembakaran yang tepat
Loncatan bunga api terjadi saat torak hampir mengenai titik mati atas (TMA) sewaktu langkah kompresi. Pada pembakaran sempurna setelah penyalaan dimulai, api menjalar dari busi dan menyebar ke semua arah dalam waktu yang sebanding, dengan 20 derajat sudut engkol atau lebih untuk membakar campuran sampai mencapai tekanan maksimum. Kecepatan api umumnya kurang dari 10 – 30 m / detik. Panas pembakaran pada TMA diubah dalam bentuk kerja dengan efisiensi yang tinggi. Dimana hal ini dapat dilihat pada diagram 2.1 tentang penyalaan dan pembakaran yang tepat.



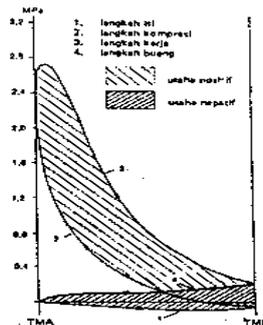
Gambar 2. Diagram Penyalaan dan Pembakaran yang tepat

Sumber: BPM Arends dan H. Berenschot, Motor Bensin, Jakarta, 1995, hal 4

- b. Saat Penyalaan dan Pembakaran terlalu awal
Penyalaan dan pembakaran yang terlalu awal akan menyebabkan tekanan cepat meningkat sebagai akibat pembakaran yang terlalu dini, padahal pemampatan masih berlangsung. Pistonnya akan direm dengan kuat sebelum TMA (titik mati atas) yang sangat merugikan kerjanya. Hal ini dapat dilihat pada diagram 2.10
- c. Saat Penyalaan dan Pembakaran terlalu lambat
Penyalaan dan pembakaran yang terlalu lambat disebabkan karena piston masih dalam pembakaran, sudah menuju ke TMB (titik mati bawah), maka tekanan akan sangat menurun

disebabkan oleh ruang silinder yang tidak membesar. Di samping itu gas yang masih terbakar akan ikut meninggalkan katub buangnya, sehingga suhu pada katub terlalu tinggi.

Akibat lainnya dialami bila campuran gasnya terlalu miskin, karena terbakarnya gas tadi lambat sekali pada campuran gas terlalu miskin ini, gas tadi masih dalam keadaan terbakar pada awal langkah isap, yang dapat mengakibatkan pukulan balik di dalam karburator yang dapat menimbulkan kebakaran. Hal ini dapat dilihat pada diagram 2.10



Gambar 3. Diagram Penyalaan dan Pembakaran yang terlalu cepat dan lambat (Sumber : Nakoela Soenarta, Motor Serba Guna, Jakarta, 1995, hal 27)

Keterangan gambar :

- 1 – 2 Langkah Hisap
- 2 – 3 Langkah Kompresi
- 3 – 4 Langkah Ekspansi

Pembakaran yang tidak sempurna.

a. Knocking (mengelitik)

Knocking terjadi karena campuran udara bahan bakar yang belum terbakar ini tiba-tiba terbakar, maka akan terjadi kenaikan tekanan yang tiba-tiba. Bila ini terjadi, banyak panas yang hilang sehingga suhu torak dan katup buang menjadi naik dan suara *knocking* menjadi lebih keras.

Menurut Nakoela Soenarta dalam buku serbaguna (1995:28-29), kemungkinan terjadinya *knocking* adalah:

1. Perbandingan kompresi terlalu tinggi sehingga suhu dan tekanan dari campuran udara bahan bakar cukup tinggi untuk dapat menyala dengan sendirinya.
2. Suhu dan tekanan campuran udara bahan bakar terlalu tinggi disebabkan pengisian yang terlalu banyak (*super charging*).
3. Kualitas bahan bakar (*oktane number*) yang cukup rendah akan menimbulkan terjadinya *knocking*. Untuk automobil digunakan bahan bakar bensin dengan *oktane number* 88-93.
4. Bentuk ruang bakar. Ruang bakar yang datar dan lebar pada motor pembakaran dengan katup sisi. Penyalaan spontan cenderung meningkatkan terjadinya *knocking* karena penyebaran api.
5. Pada motor dengan pendinginan udara kebanyakan cenderung terjadinya *knocking*. Dibanding dengan

motor pendinginan air, karena pendinginannya kurang baik.

6. Bila gas diputar didalam ruang bakar dan proses pembakaran dipercepat maka kemungkinan besar akan terjadi pembakaran yang normal dan sempurna. *Knocking* tidak akan terjadi dalam kasus seperti ini.
7. Pada kecepatan rendah dan beban berat, *knocking* cenderung akan terjadi karena suhu menjadi tinggi dan gas tidak cukup berputar atau bergerak.
8. Campuran akan terbakar dengan lambat sehingga cenderung terjadinya *knocking*.

b. Preignition (salah pengapian).

Isolator porseline atau *elektroda* tengah dari busi sebagian dari katup buang, mungkin mencapai suhu 900°C. Jika hal ini terjadi, campuran udara bahan bakar dapat terbakar sendiri sebelum terjadinya loncatan bunga api dari busi. Hal ini disebut *preignition*.

Ada dua macam terjadinya *preignition* yaitu :

1. Back firing

Preignition kadang-kadang terjadi lebih awal yaitu sebelum katup masuk tertutup. Api dapat masuk atau membakar campuran udara dan bahan bakar yang terdapat pada saluran masuk, sehingga menimbulkan suara - suara ledakan yang keras.

2. After firing

Pada saat katup *throttle* terbuka sebagian sedangkan campuran udara agak kurus, konsentrasi rata-rata bahan bakar tidak cukup tinggi untuk terbakar yang menyebabkan bunga api tidak dapat menyalakan campuran tersebut sehingga menghasilkan gas bekas yang terlalu banyak setelah gagal terbakar dalam beberapa siklus, akhirnya campuran bahan bakar udara akan terbakar dan jumlah gas bekas berkurang. Tapi bila campuran terlalu lambat baru terbakar, maka gas bekas dengan suhu tinggi akan keluar dan menyalakan sejumlah campuran udara bahan bakar yang belum sempat terbakar yang berada pada pipa buang sehingga menimbulkan ledakan.

Bahan Bakar

Bahan bakar adalah zat kimia yang mudah terbakar dan dapat menghasilkan kalor (panas) sebagai sumber energi.

Berdasarkan tingkatannya, maka bahan bakar terbagi sebagai berikut :

a. Bahan bakar pertama (*primary fuel*)

Bahan bakar yang langsung digunakan untuk fungsi panas (energi) dan penggunaannya secara teknis, dapat berbentuk padat, cair dan gas, seperti batubara, kayu, petroleum dan lain sebagainya.

b. Bahan bakar kedua (*secondery fuel*)

Bahan bakar yang dibuat dari bahan bakar lainnya yang kemudian digunakan sebagai bahan – bahan jadi, bahan bakar ini disebut bahan bakar kedua yang dihasilkan dari bahan bakar pertama, misal : gas batubara, gas air dan sebagainya.

Beberapa sifat utama bahan bakar yang perlu diperhatikan adalah :

- Mempunyai nilai bakar yang tinggi.
- Mempunyai kesanggupan menguap pada suhu rendah.
- Uap bahan bakar dapat dinyalakan dan terbakar segera dalam campuran dengan perbandingan yang sesuai terhadap oksigen.
- Bahan bakar dan hasil – hasil pembakarannya tidak beracun atau membahayakan kesehatan.
- Harus mudah diangkut dan disimpan dengan mudah dan aman.
- Kualitas pengetukan (kecenderungan berdenotasi) tergantung bilangan oktannya.

METODE PENELITIAN

Variabel Penelitian

- Variabel Bebas adalah komposisi biopremium dan putaran mesin
- Variabel Terikat adalah emisi gas buang.

Pengambilan data :

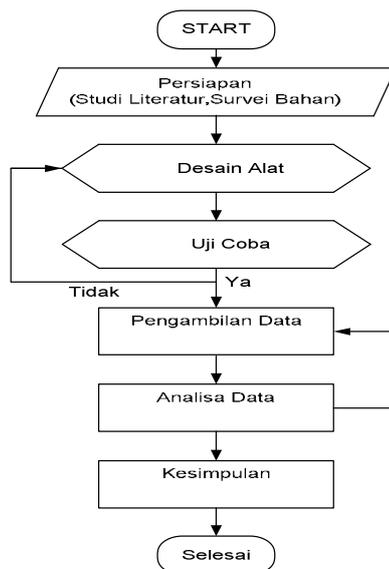
Pengambilan data terdiri dari komposisi 100 % premium atau 0 % ethanol, 10% ethanol dan 20 % ethanol.

- Siapkan kombinasi bahan bakar yang akan diuji
- Ukur putaran yang dihasilkan dengan pengulangan 5 kali

Metode Analisa Data

Data yang diperoleh akan diplot pada grafik hubungan antara putaran dengan emisi gas buang. Grafik ini akan dijadikan acuan untuk menganalisis bagaimana pengaruh pemakaian kombinasi biopremium terhadap emisi gas buang yang dihasilkan.

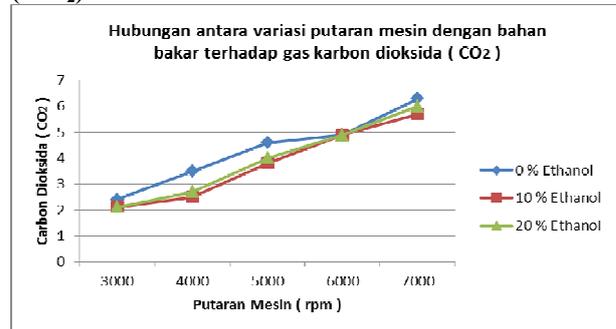
Diagram Alir Penelitian



Gambar 4. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

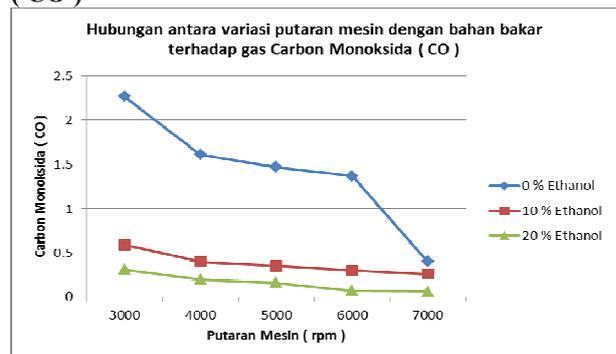
Hubungan Antara Variasi Putaran Mesin Dengan Bahan Bakar Terhadap Gas Karbon Dioksida - (CO₂)



Gambar 5. Grafik hubungan antara variasi putaran mesin dengan bahan bakar terhadap gas karbon dioksida (CO₂).

Berdasarkan dari grafik diatas dapat diketahui perubahan gas karbon dioksida saat penambahan ethanol mengalami penurunan, tetapi ketika dilakukan penambahan kadar persentase ethanol menjadi 20 %, penurunan gas buang karbon dioksida tidak terlalu mengalami perubahan. Pada putaran 3000 rpm dengan kadar ethanol 0 % kadar gas karbon dioksida menunjukkan angka sebesar 2,4 ppm. Setiap terjadi perubahan kecepatan putaran, kadar karbon dioksida juga mengalami perubahan. Dalam hal ini kadar karbon dioksida mengalami kenaikan.

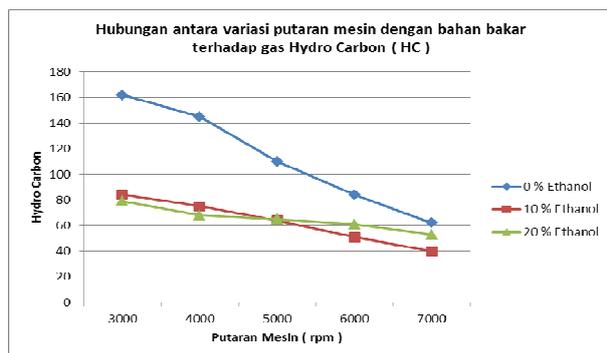
Hubungan Antara Variasi Putaran Mesin Dengan Bahan Bakar Terhadap Gas Karbon Monoksida - (CO)



Gambar 6. Grafik hubungan antara variasi putaran mesin dengan bahan bakar terhadap gas karbon monoksida (CO)

Dari grafik diatas dapat dilihat dengan jelas, ketika terjadi penambahan ethanol pada bahan bakar premium, maka kadar gas buang karbon monoksida mengalami penurunan. Sama halnya ketika terjadi perubahan kecepatan putaran (rpm), bila putaran semakin tinggi maka kadar gas buang karbon monoksida juga mengalami penurunan.

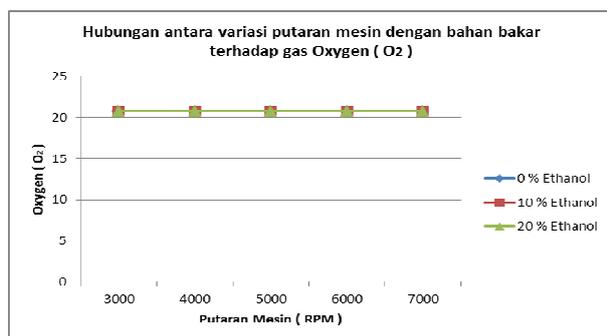
Hubungan Antara Variasi Putaran Mesin Dengan Bahan Bakar Terhadap Gas Hidro Karbon (HC)



Gambar 7. Grafik hubungan antara variasi putaran mesin dengan bahan bakar terhadap gas hidro karbon (HC)

Berdasarkan grafik yang ada, pada putaran 3000 rpm (premium murni), kadar hidro karbon sebesar 162 ppm, kadar gas buang ini akan terus turun seiring dengan perubahan kecepatan putaran motor bakar. Hal ini juga terjadi pada larutan bahan bakar premium yang dicampurkan dengan ethanol 10 % dan 20 %.

Hubungan Antara Variasi Putaran Mesin Dengan Bahan Bakar Terhadap Gas Oksigen (O₂)



Gambar 8. Grafik hubungan antara variasi putaran mesin dengan bahan bakar terhadap gas oksigen (O₂)

Berdasarkan grafik diatas dapat disimpulkan bahwa variasi putaran motor bakar (rpm) yang digunakan tidak berpengaruh terhadap gas buang O₂ yang di hasilkan. Begitu juga dengan penambahan larutan ethanol, kadar gas buang oxygen juga tidak berubah.

KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian dan analisis data terhadap motor bakar merk Yamaha mio, yang dilakukan penambahan ethanol 10% & 20 % dibanding dengan tidak ada penambahan ethanol, dapat ditarik kesimpulan :

1. Pengaruh emisi gas buang karbon dioksida ketika dilakukan penambahan ethanol 10 % dan 20 % mengalami penurunan dari 6,3 ppm (Premium Murni, Rpm 7000) menjadi 2,1 ppm (pada Rpm 3000).

2. Perubahan kecepatan juga berpengaruh terhadap turunnya kadar emisi gas buang karbon monoksida.
3. Pengaruh emisi gas buang karbon monoksida ketika dilakukan penambahan ethanol 20 % mengalami penurunan dari 2,27 ppm (Premium Murni, Rpm 3000) menjadi 0.06 ppm (pada Rpm 7000).
4. Pengaruh emisi gas buang hidro karbon ketika dilakukan penambahan ethanol 20 % mengalami penurunan dari 162 ppm (Premium Murni, Rpm 3000) menjadi 40 ppm (pada Rpm 7000).
5. Penambahan ethanol pada bahan bakar premium sangat efektif menurunkan kadar gas buang dari sebuah motor bakar, terlebih kepada motor bakar merk Yamaha mio *matic type*

DAFTAR PUSTAKA

- Boentarto, 1996, **Teknik Mesin Mobil**, CV .Aneka Ilmu, Surakarta.
- Bpm Arends, H.Berenschot, 1992, **Motor Bensin**, Erlangga, Jakarta.
- Bruijn, Lade,1982, **Motor Bakar**, PT.Bhratara Karya Aksara, Jakarta.
- Daryato, 2003, **Motor Bensin Pada Mobil**, CV Irama Widya Bandung.
- Handbook, Yamaha Mio.
- Heywood J.B. 1988, **Internal Combustion Engine Fundamentals**, McGraw-Hill.
- Jama Jalius, 1982, **Motor Bensin**.
- Karyanto E, 1994, **Pedoman Reparasi Motor Bensin**, Penerbit CV. Pedoman Ilmu jaya, Jakarta.
- Khovakh M, 1979, **Motor Vehicle Engines**, Mir Publisher, Moscow.
- Northop RS, 1997, **Servis Auto Mobil**, Pustaka Setia, Bandung.
- Pantono P.Y Misnah, Sumadi,1979, **Sistem Kelistrikan dan Bahan Bakar Otomotif**.
- Petrovsky N, 1979, **Marine Internal Combustion Engines**, Mir Publisher, Moscow.
- Sharma R.P dan ML. Mathur, 1980, **A Course In Internal Combustion Engines**, Dhanpat Rai & Sons, Delhi.
- Spuller, Andar Simatupang, 1988, **Dasar Motor Otomotif**, VEDC Malang.
- Soenarta Nakoela, 1995, **Motor Serba Guna**, Jakarta.
- Wiranto Aris Munandar, 1983, **Penggerak Mula Motor Bakar Torak**, ITB Bandung.

<http://www.motorplusonline.com/articles.asp?id=7840http://www.astraworld.com/?act=tips&id=2007081017380050>

