

PENGARUH PENAMBAHAN ADITIF ETANOL PADA BENSIN RON 88 DAN RON 92 TERHADAP PRESTASI MESIN

Yos Nofendri

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945

Jakarta

e-mail : yosnofendri@gmail.com

ABSTRAK

Konsumsi bahan bakar fosil (fossil fuel) memunculkan paling sedikit dua ancaman serius yaitu faktor ekonomi berupa jaminan ketersediaan bahan bakar fosil untuk masa yang akan datang yang membuat harga mengalami fluktuasi serta polusi akibat emisi pembakaran bahan bakar fosil ke lingkungan. Untuk itu diperlukan bahan bakar non fosil untuk mengatasi masalah tersebut. Penelitian ini bertujuan mengetahui bagaimana pengaruh penambahan ethanol sebagai bahan bakar non-fosil yang dicampurkan ke dalam bensin RON92 dan RON 88 sebanyak 5% dan 10% untuk mengetahui pengaruh terhadap sifat bahan bakar (Research Oktane Number, Densitas, Nilai Kalori Bakar) dan performa mesin (daya, torsi, konsumsi bahan bakar dan efisiensi termal). Penelitian ini menggunakan mesin bensin yang disambungkan dengan hydrobrake untuk mengetahui performa mesin dengan putaran 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan ethanol dalam premium dan pertamax dapat mempengaruhi sifat dari bahan bakar baik pada jenis pertamax maupun pada premium. Penambahan ethanol. Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disarankan pengembangan penggunaan sumber energi alternative terutama ethanol yang memiliki persediaan yang cukup banyak sehingga sedikit demi sedikit mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil terutama minyak bumi yang semakin hari semakin menipis persediaannya.

Kata Kunci : Motor Bakar, Bensin, Etanol, Performa Mesin

1. PENDAHULUAN

Lebih darisembilan puluh persen kebutuhan energi dunia dipasok dari bahan bakar fosil. Jika eksploitasi terus berjalan dengan angka saat ini, diperkirakan sumber energi ini akan habis dalam lima puluh tahun mendatang (Andal Yakinudin. 007). Untuk itu, banyak negara-negara maju mulai mengembangkan sumber energi baru terbarukan, ramah lingkungan, dan mudah untuk dibuat serta bahan bakunya yang masih tersedia banyak. Sumber energi baru terbarukan itu adalah etanol. Etanol sebenarnya bukan barang baru lagi.

Pemilihan BBM yang tepat untuk kendaraan kita adalah dengan penggunaan angka oktan yang harus disesuaikan dengan tekanan kompresi kendaraan yang kita gunakan. Semakin tinggi kompresi kendaraan tersebut maka sebaiknya menggunakan bahan bakar berangka oktan tinggi. Maka, untuk kendaraan yang mempunyai kompresidibawah 9:1 masih bisa menggunakan bahan bakar bensin berjenis premium akan tetapi untuk kendaraan dengan kompresi 9,1:1 sampai

10:1 sebaiknya menggunakan pertamax 96 atau sejenisnya dan kendaraan berkompresi 10,1 keatas sebaiknya menggunakan pertamax plus atau pertamax turbo atau sejenisnya (Y.Efendi : 2007).

Kendaraan dengan spesifikasi bahan bakar Pertamax atau pertamax plus jika menggunakan Premium, maka performa mesin dan umur pakai mesin akan berkurang. Akan tetapi jika kendaraan yang berkompresi rendah dengan spesifikasi bahan bakar Premium jika menggunakan Pertamax, maka tidak begitu berpengaruh terhadap besar pada performa mesin hanya saja suhu mesin lebih panas. Penggunaan kadar oktan yang tidak sesuai dapat menyebabkan piston menjadi berlubang.

Pada (2005) Atok Setiyawan melakukan penelitian campuran premium, pertamax dan etanol dengan presentase etanol (15% dan 85%) dan premium (70% dan 30%) dengan memvariasikan diameter main jet. Penulis membandingkan campuran Etanol dengan premium dan pertamax plus sebagai octane tertinggi, dimana hasilnya menunjukkan bahwa etanol mempunyai unjuk kerja lebih rendah tetapi knocking yang

dihasilkan lebih tinggi dibandingkan Pertamina plus.

1.1 Motor Bakar

Motor bensin termasuk kedalam jenis motor bakar torak. Proses pembakaran bahan bakar dan udara terjadi didalam silinder (*internal combustion engine*). Motor bakar bensin dilengkapi dengan busi dan karburator yang membedakan dengan motor disel. Motor bensin dibagi dalam dua jenis yaitu motor bensin 2 langkah dan motor bensin 4 langkah. Motor 2 langkah adalah motor yang dalam siklus kerjanya membutuhkan 1 kali putaran poros engkol dan menghasilkan 1 langkah usaha. Sedangkan motor bensin 4 langkah adalah motor yang dalam satu siklus kerjanya membutuhkan 2 kali putaran poros engkol dan menghasilkan 1 kali langkah usaha.

Bahan bakar premium yang dibuat pada suatu kilang umumnya diproduksi sesuai dengan mutu yang telah ditentukan, tetapi kualitasnya masih ada kemungkinan untuk ditingkatkan. Salah satu cara adalah dengan penambahan zat aditif pada bahan bakar. Sehingga perlu dilakukan riset untuk membuktikan jika bahan bakarnya ditambahkan zat aditif (etanol). Penelitian mengenai penambahan zat aditif pada bahan bakar motor bakar dengan dilakukan untuk mengetahui pengaruh performa motor bakar bensin yang meliputi: torsi, daya, konsumsi bahan bakar serta konsumsi bahan bakar spesifik. Hasil Riset menunjukkan bahwa torsi sebagai fungsi putaran poros mesin pada bahan bakar motor bakar bensin yang dicampur dengan zat aditif lebih besar 5 % dibandingkan premium murni. Perhitungan konsumsi bahan bakar menunjukkan bahan bakar premium ditambah aditif sedikit lebih boros pada kecepatan putaran mesin awal tetapi seiring bertambahnya kecepatan putaran mesin efisiensi juga bertambah.

1.2 Etanol Sebagai Zat Aditif

Etanol adalah zat aditif yang dihasilkan dari fermentasi glukosa yang dilanjutkan dengan proses destilasi. Etanol merupakan kependekan dari etil alkohol dengan rumus kimia (C₂H₅OH). Sifat lainnya adalah larut dalam air dan eter, berat jenisnya adalah sebesar 0,7939 g/mL, dan titik didihnya 78,320°C pada tekanan 766 mmHg, serta mempunyai panas pembakaran 7093.72 kkal.

Cepat atau lambat sumber minyak (fuel source) akan habis karena depositnya terbatas. Minyak bumi merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbaharu. Keterbatasan itu mendorong negara industri melirik etanol (biofuel) sebagai sumber energi alternatif. Karena selain terus-menerus dapat diproduksi oleh mikroorganisme, etanol juga ramah lingkungan.

Tabel 1.1 Sifat karakteristik etanol dan bensin

Karakteristik	Etanol	Bensin
Nilai Kalor (MJ/Kg)	26,8	42
Angka Oktan (RON)	108	88-96
Berat Jenis 15°C (Kg/dm ³)	0,79	0,76
Viskositas 20°C (mm ² /s)	1,5	0,6
Presentase oksigen (%)	35	0-2

Sumber : McCormick.2001

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dan metoda deskriptif dari data yang diperoleh dari pengujian

2.1 Alat

Alat yang dipakai dalam pengujian ini terdiri dari :

a. Gelas Ukur

Gelas ukur yang dipakai terdiri dari dua macam (ukuran) karena pada saat penakaran bahan bakar harus benar-benar tepat supaya data yang diambil benar-benar akurat.

b. Mesin Uji

Mesin LONCIN TYPE 2V78-1 678 CC merupakan mesin yang proses kerjanya menggunakan mesin 4 tak (4 stroke). Terdiri dari 2 silinder dengan kapasitas mesin 678 CC dengan rasio kompresi 8,5:1. Sebelum dilaksanakan penelitian, perlu diuji terlebih dahulu kecepatan putaran mesin yang digunakan. Kecepatan *idle* mesin adalah 1000Rpm, sedangkan kecepatan maksimum yang digunakan adalah 3000Rpm karena diatas kecepatan 3000Rpm, getaran mesin terlalu besar yang bisa merusak komponen pada mesin itu sendiri. Jadi kecepatan putaran mesin yang digunakan dalam pengujian ini adalah 1000Rpm – 3000Rpm dengan interval 500Rpm.

- c. Hydrobrake
- d. Stopwatch
- e. Gelas Pengukuran Bahan Bakar
- f. Papan Perhitungan dalam Uji prestasi

2.2 Bahan

Bahan yang dipakai dalam pengujian ini terdiri dari bahan bakar bensin jenis RON 88 (premium) dan RON 92 (pertamax). Sedangkan aditif yang digunakan adalah etanol 96%. Adapun jenis bahan bakar campuran yang diuji adalah sebagai berikut :

1. Premium sebagai bahan bakar utama (ME0)
2. Premium 95% + Ethanol 5% (ME5)
3. Premium 90% + Ethanol 10% (ME10)
4. Pertamax sebagai bahan bakar utama (XE0)
5. Pertamax 95% + Ethanol (5%) (XE5)
6. Pertamax 90% + Ethanol (10%) (XE10)

Pencampuran bahan bakar dan etanol diatas akan membentuk sifat karakteristik campuran yang baru. Besar nya perubahan sifat karakteristik campuran tergantung pada banyak nya kadar campuran antara bensin dan kadar etanol yang di campurkan. Untuk menentukan berat jenis, nilai kalori rendah (LHV) dan RON bahan bakar campuran maka dapat dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut :

$$RON_{BBX} = X \cdot RON_{Etanol} + (1-X) RON_{Bensin} \quad (1)$$

$$LHV_{BBX} = X \cdot LHV_{Etanol} + (1-X) LHV_{Bensin} \quad (2)$$

$$\rho_{BBX} = X \cdot \rho_{Etanol} + (1-X) \rho_{Bensin} \quad (3)$$

Untuk uji prestasi pula, data yang diperoleh bertujuan untuk menghitung variable uji prestasi sebagai berikut :

1. Daya dan Torsi

Tujuan dari pengamatan daya dan torsi adalah untuk mengetahui apakah daya dan torsi yang di hasilkan oleh motor bensindua silinder itu mengalami kenaikan atau penurunan sehingga kita bisa menghitung jumlah daya dan torsi yang di hasilkan berdasarkan masing-masing bahan bakar yang di ujikan.

Perhitungan untuk Torsi :

$$T = F \times L \text{ (N.m)} \quad (4)$$

Perhitungan untuk Daya :

$$P = \frac{2 \pi \cdot n \cdot T}{60000} \text{ (kw)} \quad (5)$$

Torsi yang dihasilkan dapat dihitung setelah mendapatkan data tekanan yang ditunjukkan oleh hydrobrake yang dipasangkan pada poros engkol pada mesin. Data tekanan akan dikalikan dengan panjang lengan dimana panjang lengan ditetapkan oleh perancang alat uji prestasi yang digunakan pada penelitian ini sebesar 0.13 m. Setelah nilai torsi diperoleh, maka nilai daya juga bisa dihitung dengan rumus yang melibatkan nilai torsi dan nilai putaran mesin yang tetapkan.

2. Konsumsi bahan bakar spesifik Brek (BSFC).

Jumlah bahan bakar yang diperlukan mesin tiap satuan waktu untuk menghasilkan daya sebesar 1kW. Perhitungan untuk BSFC :

$$BSFC = \frac{m_f}{p} \text{ (kg/kw.h)} \quad (6)$$

Konsumsi bahan bakar spesifik brek dipengaruhi oleh laju aliran bahan bakar dan daya yang dihasilkan oleh mesin.

3. Efisiensi thermal (η_{th})

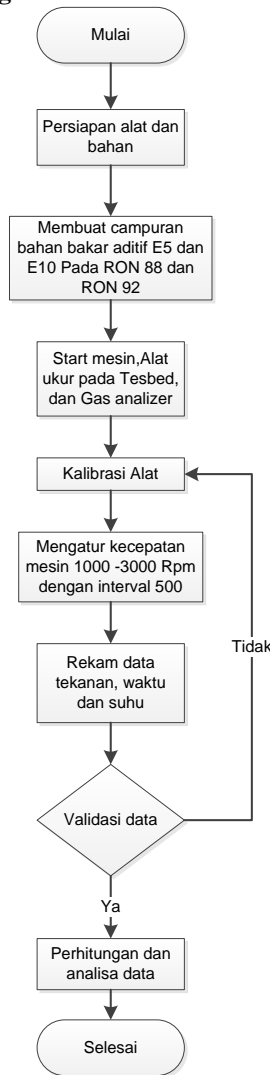
Perbandingan energi kalor yang dirubah menjadi daya efektif dengan jumlah energi kalor bahan bakar yang disuplay ke dalam ruang bakar.

Perhitungan untuk efisiensi adalah :

$$\eta_{th} = \frac{P}{Q_{in}} \times 100\% \quad (7)$$

efisiensi terma didapatkan setelah nilai daya yang dikeluarkan oleh mesin diperoleh dan nilai kalor yang dihasilkan oleh jumlah bahan bakar yang dimasukan kedalam ruang bakar.

2.3 Diagram Alir



2.1 Diagram Alir Penelitian

2.4 Langkah Pelaksanaan Penelitian

Adapun langkah prosedur penelitian adalah sebagai berikut :

1. Memasangkan baterai (aki) pada mesin, aki disini di gunakan untuk menghidupkan mesin yang akan gunakan sebagai alat uji dalam uji prestasi mesin ini
2. Menyambungkan daya listrik pada terminal listrik yang telah disiapkan, daya listrik di perlukan untuk menghidupkan pompa air pada penampung air tujuannya agar sirkulasi air tetap berjalan, di samping itu aliran listrik di perlukan untuk menghidupkan papan perhitungan yaitu forcemeter, tachometer, temperature yang bersifat

elektrik sehingga membutuhkan daya listrik.

3. Memasukan bahan bakar yang akan di ujikan dalam uji prestasi bahan bakar ini.
4. Mulai menghidupkan mesin uji prestasi.
5. Mulai mengatur kecepatan sesuai yang telah di tentukan yaitu 1000, 1500,2000, 2500, 3000 rpm. Pada tiap rpm kecepatan yang di tentukan kita mulai mengumpulkan data yang di
6. Menulis hasil yang di peroleh pada setiap kecepatan yang tampil pada papan perhitungan.
7. Mengukur pemakaian bahan bakar secara manual menggunakan stopwatch.
8. Setelah semua data yang di perlukan dalam satu bahan bakar di peroleh, maka akan di ganti dengan bahan bakar pembanding berikutnya dengan proses yang sama.
9. Dalam pengujian bahan bakar pembanding bahan bakar yang sebelumnya di uji kita buang terlebih dahulu, setelah itu kita masukan bahan bakar pembanding dan pada proses menyalakan mesin uji prestasi dengan bahan bakar pembanding kita memberi waktu 10-15 menit (toleransi) untuk membersihkan sisa dari bahan bakar sebelumnya.

3. HASIL PENELITIAN

3.1 Karakteristik Bahan Bakar Campuran

Tabel 3.1 Sifat dan karakteristik bahan bakar campuran

No	Jenis Bahan Bakar	RON	Densitas (Kg/m ³)	LHV (M.J)
1	ME5	89	0,780	43.891
2	ME10	90	0,780	42.991
3	XE5	93	0,741	41.818
4	XE5	94	0,744	41.028

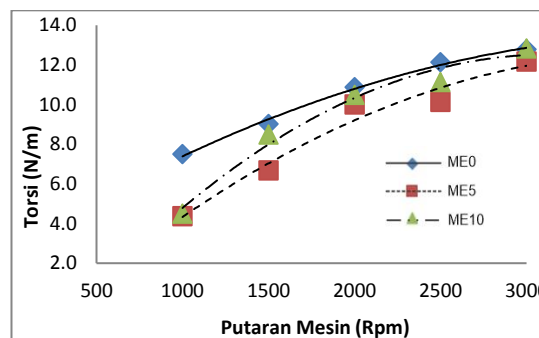
Setelah dilakukan perhitungan tentang sifat karakteristik bahan bakar campuran, maka dapat dilihat pencampuran bensin dan etanol menghasilkan sifa dan karakteristik bahan bakar yang baru. Sifat dan karakteristik bahan bakar campuran dapat dilihat pada tabel 3.1. Untuk nilai RON dan densitas campuran, penambahan etanol kedalam bensin, baik premium maupun pertamax bisa sedikit meningkatkan nilai RON dan densitas pada semua campuran. Ini disebabkan nilai RON dan densitas pada

etanol lebih tinggi dibanding dengan nilai RON dan densitas pada semua jenis bensin. Untuk nilai kalori bakar rendah (LHV) pada campuran bahan bakar terjadi penurunan. Ini disebabkan LHV etanol lebih rendah dari pada LHV pada kedua jenis bensin yang digunakan.

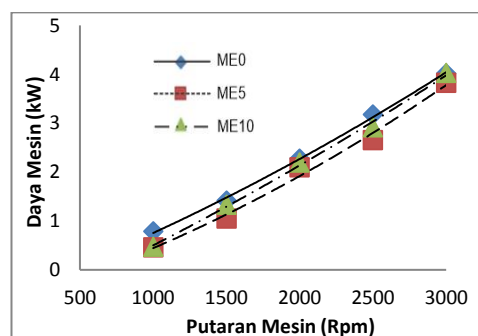
3.2 Perbandingan Prestasi Mesin

Data prestasi mesin diperoleh setelah semua jenis bahan bakar diujikan pada mesin. Data tersebut diolah dengan menggunakan perhitungan untuk memperoleh nilai torsi, daya, konsumsi bahan bakar spesifik brek (*BFSC*) dan efisiensi therma. Setelah data perhitungan uji prestasi diperoleh, maka dibuatkan grafik untuk membandingkan prestasi mesin menggunakan premium etanol dan pertamax etanol.

3.2.1 Torsi dan Daya



Gambar 3.1 Grafik torsi vs putaran mesin untuk campuran premium etanol

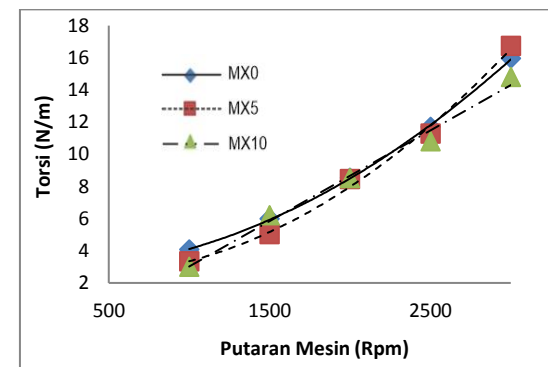


Gambar 3.2 Grafik daya vs putaran mesin untuk campuran premium etanol

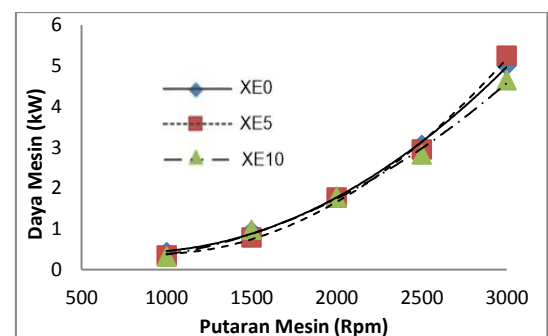
Untuk nilai torsi dan daya pada campuran bensin jenis premium dan etanol dapat dilihat pada gambar 3.1 dan 3.2. pada

grafik tersebut terlihat bahwa terjadi kenaikan torsi dan daya pada semua putaran mesin baik pada jenis bahan bakar premium maupun pada jenis bahan bakar campuran bensin premium etanol. Pada gambar 3.1 dan 3.2 juga dilihat penambahan etanol pada premium sedikit menurunkan torsi dan daya pada kedua-dua kadar penambahan etanol.

Pada grafik 3.1 dan 3.2 juga dapat dilihat garis ME0 berada diatas grafik ME5 dan ME10. Dengan melihat hasil penurunan nilai LHV pada campuran ME5 dan ME10 dapat menyebabkan terjadi penurunan nilai torsi, baik pada campuran ME5 maupun ME10. Pada ME5 terjadi penurunan sebanyak 17% dan XE1 terjadi penurunan sebanyak 9% jika dibandingkan dengan bensin tanpa campuran.



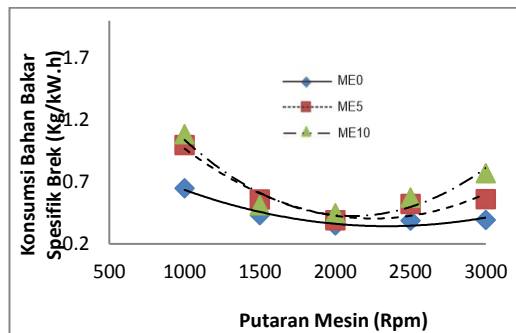
Gambar 3.3 Grafik daya vs putaran mesin untuk campuran premium etanol



Gambar 3.4 Grafik daya vs putaran mesin untuk campuran pertamax etanol

Pada daya pula terjadi sedikit penurunan pada bahan bakar campuran dibandingkan dengan bahan bakar bensin biasa. Ini terlihat pada gambar 3.3 dan 3.4. pada XE5 terjadi penurunan sebanyak 5% dan XE10 terjadi penurunan sebanyak 6%. Penurunan nilai kalori bakar (*LHV*) berakibat turun nya torsi dan daya mesin.

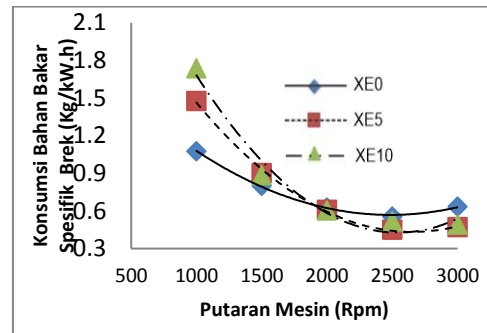
3.2.2 Konsumsi bahan bakar spesifik brek (BSFC)



Gambar 3.5 Grafik BSFC vs putaran mesin untuk campuran premium etanol

Konsumsi bahan bakar spesifik brek (*BSFC*) merupakan satu nilai yang menunjukkan kuantitas bahan bakar yang digunakan untuk menghasilkan kerja pada mesin. Besar nya *BSFC* dipengaruhi oleh kualitas bahan bakar yang digunakan dan prestasi mesin. Pada gambar 3.5 menunjukkan grafik konsumsi bahan bakar spesifik brek dengan variasi putaran mesin menggunakan bahan bakar murni RON88 dengan campuran etanol 5% dan 10%.

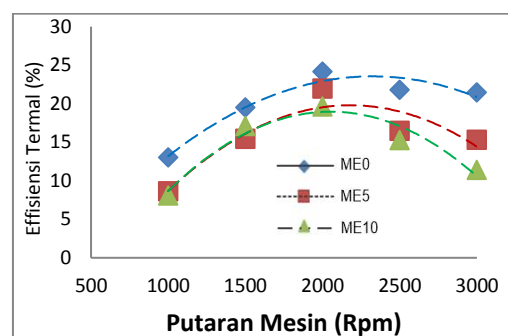
Gambar 3.5 menunjukkan garis grafik ME0 berada dibawah garis grafik ME5 dan ME10. Ini berarti penambahan etanol baik 5% maupun 10% meningkatkan konsumsi bahan bakar spesifik brek mesin pada semua jenis putaran mesin.. Penambahan jenis etanol 96 yang masih banyak mengandung air (H_2O) berakibat turun nya kualitas pembakaran dalam ruang bakar. Ini ditunjukkan oleh nilai LHV campuran EM5 dan EM10 mengalami penurunan jika dibandingkan dengan EM0. Peningkatan konsum bahan bakar spesifik pada campuran ME5 sebesar 37% sedangkan pada campuran ME10 terjadi peningkatan sebanyak 53%.



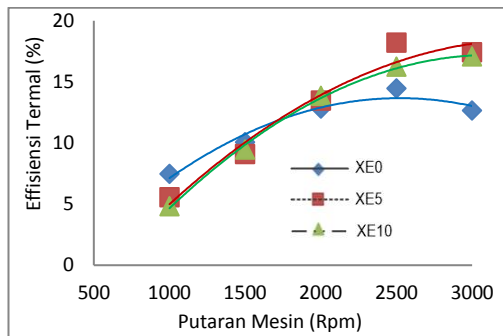
Gambar 3.6 BSFC vs putaran mesin untuk campuran pertamax etanol

Pada gambar 3.6 juga dapat dilihat grafik *BSFC* mesin menggunakan RON92 dengan campuran 5% dan 10%. Secara keseluruhan penambahan etanol pada pertamax juga menaikkan konsumsi bahan bakar spesifik brek mesin. Sama seperti jenis bahan bakar premium. Tapi ada perbedaan sedikit yang ditunjukkan pada gambar 3.6, garis grafik ME0 pada putaran mesin rendah ke putaran sedang, berada dibawah garis grafik XE5 dan XE10, sedangkan pada putaran tinggi, yaitu 2000Rpm – 3000Rpm garis grafik XE0 berada diatas XE5 dan XE10. Terjadi penghematan konsumsi bahan bakar spesifik brek pada putaran tinggi (2000Rpm – 3000Rpm). Penambahan etanol dapat meningkatkan nilai RON bahan bakar campuran. Yang dapat membantu proses pembakaran hanya terjadi satu kali yaitu pada saat penyalan busi sebelum piston sampai ke TMA (titik mati atas). Campuran XE5 dapat menghemat konsumsi bahan bakar sebanyak 15.8% sedangkan XE10 penghematan terjadi sebanyak 11.5%.

3.2.3 Effisiensi terma



Gambar 3.7 Grafik efisiensi terma vs putaran mesin untuk campuran premium etanol



Gambar 3.8 Grafik efisiensi terma vs putaran mesin untuk campuran pertamax etanol

Efisiensi mesin sangat dipengaruhi oleh jenis mesin dan kualitas bahan bakar yang digunakan. Pada gambar 3.7 dan 3.8 menunjukkan perbandingan efisiensi mesin yang dihasilkan oleh bahan bakar bensin premium dan pertamax biasa dengan bahan bakar bensin premium dan pertamax yang dicampur dengan aditif etanol sebanyak 5% dan 10%. Pada gambar 3.7 garis grafik ME0 berada di atas garis grafik ME5 dan ME10. Fenomena ini menunjukkan bahwa penambahan etanol pada bahan bakar RON88 memberikan penurunan kualitas bahan bakar dan meningkatkan konsumsi bahan bakar yaitu sebanyak 22.2 % pada ME5 dan 28.5% ME10 di semua jenis putaran mesin.

Sedangkan pada gambar 3.8 garis grafik XE0 berada di atas garis XE5 dan XE10 pada putaran mesin rendah, sedangkan pada putaran mesin sedang ke tinggi, garis grafik XE0 berada di bawah XE5 dan XE10. Ini menunjukkan penambahan aditif etanol pada bensin jenis pertamax dapat meningkatkan prestasi mesin. Penambahan sebanyak 5% dapat meningkatkan prestasi mesin sebanyak 10.9% sedangkan penambahan 10% dapat meningkatkan efisiensi sebanyak 7% jika dibandingkan dengan bensin pertamax biasa pada semua putaran mesin.

4. KESIMPULAN

Penelitian diatas dapat menunjukkan pengaruh penambahan aditif etanol 96 terhadap prestasi motor bensin. Beberapa pengaruh yang diberikan oleh etanol adalah sebagai berikut :

- Terjadi penurunan torsi dan daya mesin pada campuran etanol, baik untuk RON88 maupun RON92. Penurunan yang paling kecil pada campuran etanol dan RON88 adalah ME10 yaitu 9% untuk torsi dan 1% untuk daya., sedangkan pada pertamax penurunan terkecil pada MX5 yaitu 3% untuk torsi dan 1% untuk daya.
- Untuk BSFC juga terjadi penghematan konsumsi bahan bakar spesifik brek pada putaran tinggi (2000Rpm – 3000Rpm). Campuran XE5 dapat menghemat konsumsi bahan bakar sebanyak 15.8% sedangkan XE10 penghematan terjadi sebanyak 11.5%.
- Penambahan sebanyak 5% dapat meningkatkan prestasi mesin sebanyak 10.9% sedangkan penambahan 10% dapat meningkatkan efisiensi sebanyak 7% jika dibandingkan dengan bensin pertamax biasa pada semua putaran mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.2007.Bioetanol.<http://www.energi.lipi.go.id/bioetanol.html>.Diakses 8Maret2009. Hlm22.
- Arismunandar,Wiranto.1988.*PenggerakMulaMotorBakarTorak*,Edisi Kelima.Bandung:PenerbitITB.Hlm61.
- Berg, C. 2004. World Fuel Ethanol Analysis and Outlook. <http://www.distill.com/world-fuel-ethanol-A&O-2004.html>.Diakses5Maret 2017.Hlm8.
- Cassanova.2008.<http://www.cassanova08.com>.Diakses 15Juli2009.Hlm1.
- Crouse,William.H.1976.*AutomotiveMechanics*,SeventhEdition. McGraw-HillBookCompany. Hlm44.
- Handayani,Sri.2005.*PemanfaatanBioetanolSebagaiPenggantiBensin*. <http://www.biotek.lipi.go.id>.Diakses 10Maret.Hlm99.
- Indartono,Y.2005.*BioetanolAlternatifEnergiTerbarukan:KajianPrestasiMesin*danImplementasiLapangan.<http://www.energi.lipi.go.id>.Diakses 5Maret2009. Hlm25.