

# Peningkatan Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah Dengan Penggunaan *Methyl Tertiary Buthyl Ether* Pada Bensin

Philip Kristanto, Willyanto

Dosen Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Mesin – Universitas Kristen Petra

Michael

Alumnus Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Industri – Universitas Kristen Petra

## Abstrak

Angka oktan merupakan acuan untuk mengukur kualitas bensin yang digunakan sebagai bahan bakar motor bensin. Makin tinggi angka oktan maka makin rendah kecenderungan bensin untuk terjadi knocking. Methyl Tertiary Buthyl Ether merupakan suatu larutan kimia yang memberikan pengaruh positif untuk meningkatkan angka oktan dari bensin. Dari hasil percobaan dengan motor Daihatsu CB-23 diperoleh bahwa dengan penambahan Methyl Tertiary Buthyl Ether dengan konsentrasi 20% dalam bensin dan sudut pengapian 15 derajat sebelum TMA diperoleh daya yang dihasilkan motor paling optimal.

Kata kunci: angka oktan, motor bensin, Methyl Tertiary Buthyl Ether.

## Abstract

Octane number is reference to measure quality of gasoline as the fuel of gasoline engine. Gasoline with higher octane number gives less tendency to knocking. Methyl Tertiary Buthyl Ether is a chemical solutions that gives positive effect to rise the octane number. Using a motor Daihatsu CB-23, the best power obtained by using gasoline with 20% Methyl Tertiary Buthyl Ether and ignition timing is 15 degree before TDC.

Keywords: Octane number, gasoline engine, Methyl Tertiary Buthyl Ether.

## Daftar Notasi

A	Luas penampang torak (m <sup>2</sup> )
BHP	Brake horse power (dk)
D	Diameter (m)
i	Jumlah silinder
L	Panjang langkah torak (m)
N	Tenaga kuda poros (dk)
Nd	Putaran motor (rpm)
P	Gaya aksi dynamometer (N)
R	Panjang lengan dynamometer (m)
z	Jumlah putaran poros engkol untuk 1 siklus kerja

## 1. Pendahuluan

Bensin (*gasoline*) merupakan jenis bahan bakar cair yang digunakan dalam proses pembakaran pada motor bakar. Bensin yang dijual di pasaran merupakan campuran sejumlah produk yang dihasilkan dari berbagai proses. Melalui proses pencampuran (*blending*)

tersebut maka sifat dari bahan bakar dapat diatur untuk memberikan karakteristik operasi seperti yang diinginkan. Salah satu sifat yang harus dipunyai dari bensin adalah *Octane Number* dari bahan bakar tersebut. Bahan bakar harus mempunyai *Octane Number* yang sesuai dengan yang di persyaratkan oleh motor. Motor dengan perbandingan kompresi yang lebih tinggi memerlukan angka oktan yang lebih tinggi pula, untuk mengurangi terjadinya *knocking*. Untuk menaikkan *Octane Number* dari suatu bahan bakar biasa diperoleh dengan memberikan TEL (*Tetra Ethyl Lead*), *Methanol*, *Ethanol* atau dengan memberikan *Methyl Tertiary Butthyk Ether (MTBE)*.

Kesadaran akan masalah pencemaran dalam dasa warsa terakhir ini menyebabkan beberapa negara termasuk Indonesia membatasi penggunaan senyawa timbal dalam bahan bakar, walaupun senyawa TEL selama ini sangat diandalkan sebagai aditif peningkatan angka oktan.

Salah satu cara untuk memperoleh bahan bakar dengan angka oktan yang tinggi, alternatif yang dapat dipakai yaitu menggunakan *Methyl Tertiary Buthyl Ether* yang

**Catatan** : Diskusi untuk makalah ini diterima sebelum tanggal 1 Februari 2002. Diskusi yang layak muat akan diterbitkan pada Jurnal Teknik Mesin Volume 4 Nomor 1 April 2002.

merupakan zat yang dapat meningkatkan *octane number* dari suatu bahan bakar. Oleh karena itu dilakukan studi untuk mengetahui pengaruh perubahan konsentrasi *Methyl Tetary Buthyl Ether* untuk menghasilkan peningkatan unjuk kerja motor yang optimum dan kadar polutan dari emisi gas buang motor yang rendah. Sehingga dari percobaan yang dilakukan dapat memperoleh data-data dan dapat menghasilkan kesimpulan mengenai kelebihan-kelebihan dan kekurangan-kekurangan dari setiap konsentrasi campuran bensin dan *Methyl Tertiary Buthyl Ether*.

## 2. Alat-Alat Percobaan

### 2.1 Motor yang Diuji

Motor yang diuji sebuah motor daihatsu 3 silinder 4 langkah dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Tipe motor : CB-23
- Silinder : 3, in-line
- Diameter x langkah : 76mm x 73mm
- Perbandingan kompresi: 9,5 : 1
- Tekanan kompresi : 12,5 kg/cm<sup>2</sup> (pada 350 rpm)
- Daya maksimum : 38 kW pada 5600 rpm
- Torsi maksimal : 75,5 Nm pada 3200 rpm
- Putaran *idle* : 850 ± 50 rpm

### 2.2 Dynamometer (jenis *Water Brake Dynamometer*).

Sebagai alat pengukur unjuk kerja dari motor digunakan dynamometer yang mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

- Merek : Zollner
- Tipe : 3 n 19 A
- Daya maksimum : 120 kW
- Putaran maksimum : 7500 rpm
- Pengatur beban : Sluice gate
- Jumlah *impeller* : 1
- Arah putaran rem : satu arah
- Tekanan air inlet minimum : 2-3 bar
- Panjang tuas teoritis : 0,9549 m

### 2.3 Bahan Bakar

Bahan bakar yang dipakai dalam percobaan ini:

- Bensin dengan konsentrasi MTBE 25%
- Bensin dengan konsentrasi MTBE 20%
- Bensin dengan konsentrasi MTBE 15%
- Bensin dengan konsentrasi MTBE 10%
- Bensin dengan konsentrasi MTBE 0%

## 2.4 Exhaust Gas Analyzer

Alat ini berfungsi untuk menganalisa gas buang dari motor dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Merek : Stampex Motor Branch ex Italy
- Power Supply: 220V / 100W – 50Hz

Kemampuan pengukuran :

- CO : 0 – 9,99% vol
- CO<sub>2</sub> : 0 – 19,98% vol
- O<sub>2</sub> : 0 – 25% vol
- HC : 0 – 10000 ppm
- λ : 0,5 – 1,5
- Putaran : 0 – 5000 rpm

## 3. Teori Dasar

### 3.1 Perhitungan Daya Kuda

Daya yang diukur oleh dynamometer dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$BHP = \frac{2p PR Nd}{X} \quad (dk)$$

Dimana :

X = faktor pengkonversi

$$X = 33000 \left( \frac{ft.lb/det}{dk} \right)$$

$$X = 4500 \left( \frac{kg.m/det}{dk} \right)$$

$$X = 45000 \left( \frac{N.m/det}{dk} \right)$$

### 3.2 Tekanan Efektif Rata-Rata (*Bmep*)

Tekanan efektif rata-rata (*Brake Mean Effective Pressure*) yang merupakan tekanan rata-rata yang bekerja pada piston selama langkah kerja dapat dihitung berdasarkan rumus :

$$bmep = \frac{0,45 N Z}{A L i Nd} \quad (kg/cm^2)$$

### 3.3 Hubungan BHP dan *Bmep*

Hubungan antara BHP dan *bmep* adalah sebagai berikut :

$$BHP = \frac{bmep V_{sil} Np}{X}$$

### 3.4 Pemakaian Bahan-Bakar Spesifik (*sfc*)

*Specific fuel consumption* adalah jumlah pemakaian bahan bakar yang dikonsumsi oleh motor untuk menghasilkan daya satu dk selama satu jam. *Sfc* dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$B_{sfc} = \frac{3600 m}{B_{hp_i}} (\text{kg/HP jam})$$

Dimana:

- m = bahan bakar sebanyak 50 ml (kg)
- SG bensin = 0,728 (1 atm, 31°C)
- p bensin = p air X SG bensin
- p bensin = 999X0,728
- p bensin = 727,272 kg/m<sup>3</sup>
- V = volume bahan bakar = 50 ml
- m = 0,03636363 kg
- t = waktu konsumsi 50 ml bahan bakar (dt)

### 3.5 Effisiensi Thermis

Effisiensi termis merupakan efisiensi pemanfaatan panas dari bahan bakar untuk diubah menjadi tenaga mekanis. Dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

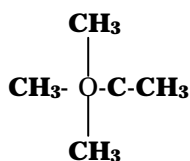
$$h = \frac{3000 \cdot 746}{B_{sfc} \cdot LHV} \times 100\%$$

LHV = Low Heating Value (nilai kalor bawah bahan bakar)

LHV = 44.188.064 joule/kg

### 3.6 Methyl Tetary Buthyl Ether

Methyl Tetary Buthyl Ether (MTBE) adalah salah satu senyawa organik yang tidak mengandung logam yang ditambahkan ke dalam bahan bakar yang dewasa ini sedang giat-giatnya dikembangkan pemakaiannya sebagai bahan utama pencampur bensin, sehingga dapat menaikkan angka oktan dari bahan bakar tersebut. Senyawa ini memiliki rumus molekul CH<sub>3</sub>OC<sub>4</sub>H<sub>9</sub>, berat molekul 88 dan titik didih 55°C, dengan rumus bangun sebagai berikut:



Gambar 1. Bentuk Struktur MTBE

Penggunaan MTBE sebagai komponen *anti knocking* dalam bensin yang memberikan keuntungan-keuntungan bila ditinjau dari prestasi motor, disamping menghasilkan angka oktan yang tinggi. Selain itu penggunaan MTBE menghindari pencemaran lingkungan hidup, karena gas buangnya sedikit atau sama sekali tidak mengandung senyawa yang beracun.

Persenyawaan eter "Methyl Tertiary Buthyl Ether" yang dipakai sebagai pencampur bensin

harus mempunyai persyaratan tertentu, agar diperoleh hasil yang memenuhi standar pemasaran. Persyaratan tersebut digunakan untuk menghindari reaksi samping yang mungkin terjadi, baik selama penyimpanan ataupun pada waktu pembakaran.

MTBE mempunyai sifat fisika yang mendekati parafin dan lebih sukar bercampur dengan air dibandingkan dengan alkohol. MTBE juga tahan terhadap serangan oksidator dan mudah rusak pada pengerjaan suhu sedang dengan asam atau basa kuat.

Dilihat dari panas pembakarannya ternyata panas pembakaran MTBE 8.400 kkal/kg. Disamping itu MTBE juga mempunyai angka oktan yang tinggi. Dibandingkan dengan persenyawaan aksigenat lainnya seperti metanol, MTBE bersifat mudah menguap karena titik didihnya yang rendah seperti hidrokarbon-hidrokarbon yang bertitik didih rendah lain. MTBE juga larut dalam semua jenis hidrokarbon yang terdapat dalam bensin dan hampir tidak larut dalam air. Karena itu campuran bensin-MTBE tidak menimbulkan masalah dalam sistem distribusi serta juga stabil selama penyimpanan karena peroksida tidak terbentuk dengan eter seperti MTBE.

## 4. Prosedur Percobaan

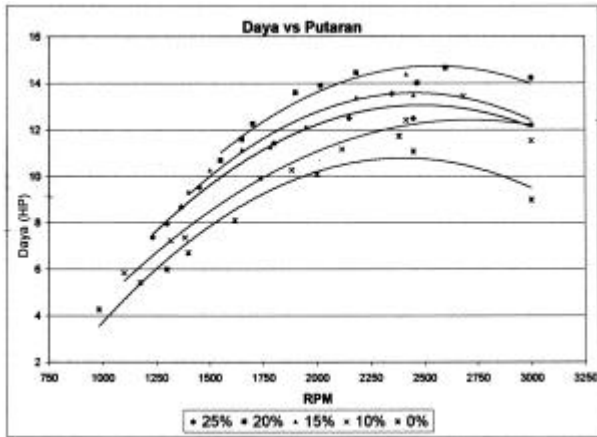
Prosedur yang dilakukan dalam pengambilan data pada pengereman dan putaran berubah:

1. Sebelum menghidupkan motor, melakukan pemeriksaan terlebih dahulu terhadap: minyak pelumas, air pendingin, *blower*, kran pemasukan air, bahan bakar dan semua perlengkapan yang dibutuhkan untuk percobaan.
2. Kemudian menghidupkan motor pada putaran *idlenya* (850 rpm) selama 5 menit agar motor mencapai kondisi kerjanya.
3. Setelah mencapai kondisi kerjanya, kemudian mencari posisi pengapian yang terbaik pada kondisi *idle* dengan menggunakan *timing light* (diperoleh pengapian 10°). Bahan bakar yang digunakan adalah bensin dengan konsentrasi MTBE 25%.
4. Membuka kran pemasukan air ke dynamometer, agar tekanan air masuk sekitar 2,5 bar dan mengatur posisi pengereman 0%, untuk MTBE 25% dapatkan sudut pengapian terbaik yaitu 17° sebelum TMA.
5. Meningkatkan putaran motor hingga 3000 rpm dengan kondisi tanpa beban (0%). Melakukan pencatatan waktu yang digunakan untuk mengkonsumsi bahan bakar sebesar

50 ml pada gelas ukur , suhu air radiator, suhu ruangan, tekanan dan beban . Pencatatan dilakukan setelah dicapai keseimbangan.

6. Membebani motor secara bertahap dengan menaikkan posisi pengereman mulai dari 5% sampai dengan 40%. Mencatat perubahan putaran motor yang terjadi pada setiap posisi pengereman disamping data-data pada langkah ke-4.
7. Setelah selesai melakukan pengujian, membebaskan beban, mengembalikan posisi pengereman ke 0% dan mematikan motor.
8. Mengulangi pengujian dengan menggunakan bahan bakar bensin dengan konsentrasi MTBE 20%, 15%, 10%, 0%, dengan sudut pengapian yang terbaik masing-masing 15°, 14°, 11°, 5°.

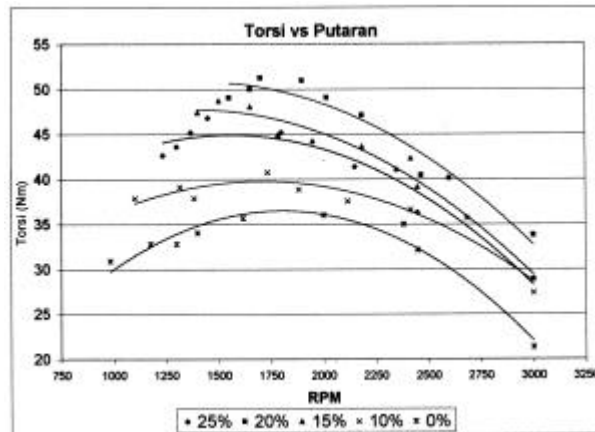
**5. Hasil Percobaan Dan Analisa**



Gambar 2. Grafik Daya Fungsi Putaran

Dari gambar 2, tampak bahwa daya yang optimum dihasilkan pada bahan bakar dengan konsentrasi MTBE 20% yang dicapai pada putaran sekitar 2500 rpm. Bahan bakar dengan konsentrasi MTBE 25% tidak dapat menghasilkan daya yang optimum meskipun angka oktan dari bahan bakar dengan konsentrasi MTBE 25% memang lebih tinggi. Pada perbandingan kompresi yang lebih tinggi maka tekanan dan temperatur dalam ruang bakar akibat gerak kompresi yang menjadi tinggi, demikian juga perbandingan kompresi yang lebih rendah maka maka tekanan dan temperatur dalam rungan bakar akibat gerak kompresi akan menjadi lebih rendah, yang terjadi justru keterlambatan penyalan sehingga daya yang dihasilkan justru kurang maksimal. Ini dapat dilihat pada pemajuan penyalannya, jika menggunakan MTBE 20% sudut pemajuannya hanya 15% sedangkan

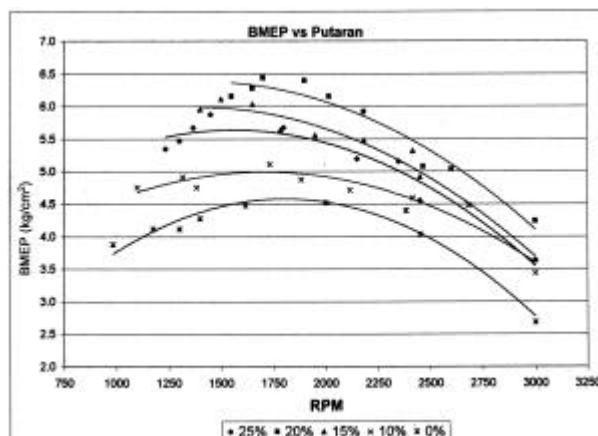
kalau MTBE 25% perlu mengubah hingga 17° yang berarti menambah kerja negatif.



Gambar 3. Grafik Torsi Fungsi Putaran

Dari gambar 3, tampak bahwa torsi yang optimum dihasilkan pada bahan bakar dengan konsentrasi MTBE 20%. Bahan Bakar dengan konsentrasi MTBE 25% yang angka oktannya lebih tinggi, tidak dapat menghasilkan torsi yang optimum karena perbandingan kompresi pada motor yang digunakan kurang tinggi untuk angka oktan hasil MTBE 25%, sehingga sama halnya dengan grafik daya fungsi putaran yaitu terjadinya kerja negatif yang lebih besar akibat penyalan yang dimajukan .

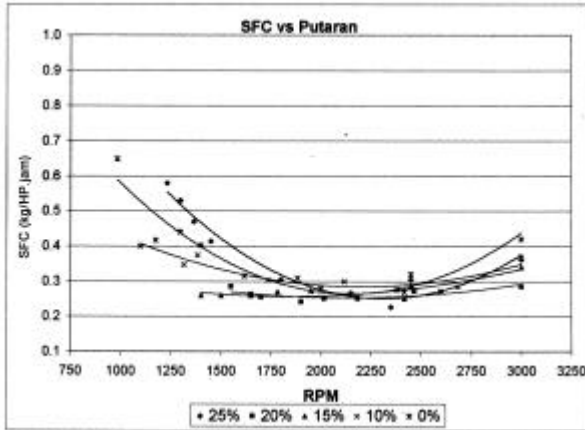
Pada gambar 3 dapat juga dilihat bahwa sesudah mencapai torsi maksimumnya, pada putaran yang lebih tinggi, torsi yang dihasilkan lebih kecil dari pada putaran rendah. Hal ini diakibatkan oleh semakin majunya sudut penyalan pada putaran tinggi, sehingga kerja negatif makin besar.



Gambar 4. Grafik BMEP Fungsi Putaran

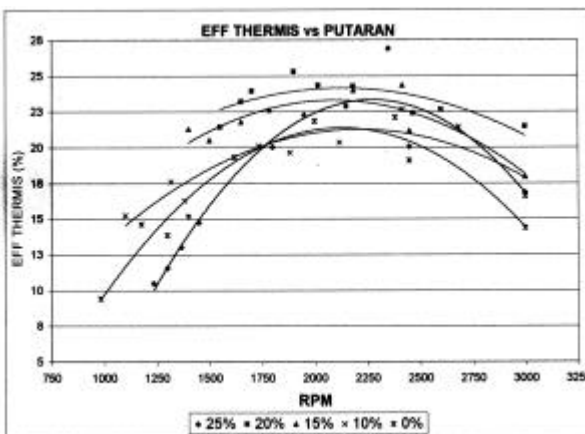
Dari gambar 4 tampak bahwa BMEP yang optimum dihasilkan pada bahan bakar dengan konsentrasi MTBE 20%. Bahan bakar dengan konsentrasi MTBE 25% yang angka oktannya

lebih tinggi, ternyata BMEP-nya justru lebih rendah dari pada yang menggunakan MTBE 20%. Hal ini disebabkan karena pada MTBE 25% terjadi kerja negatif yang lebih besar yang melawan pergerakan piston menuju TMA akibat sudut penyalaan yang dimajukan, seperti yang terjadi juga pada daya dan torsi.



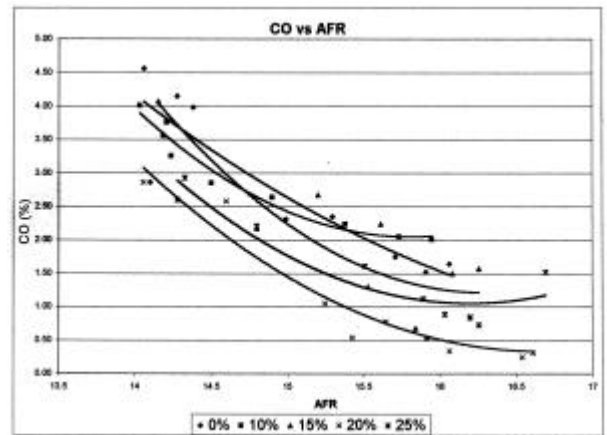
Gambar 5. Grafik SFC vs Putaran

Dari gambar 5, tampak bahwa SFC yang optimum dihasilkan pada bahan bakar dengan konsentrasi MTBE 20%. Bahan bakar dengan konsentrasi MTBE 25% yang angka oktanya lebih tinggi dan kandungan oksigennya lebih banyak, ternyata SFC-nya justru lebih tinggi dari pada yang menggunakan MTBE 20%. Hal ini disebabkan karena pada MTBE 25% terjadi pemajuan sudut yang diperoleh dari MTBE 25% sehingga pembakaran dilakukan lebih dulu sebelum piston mencapai Titik Mati Atas, maka ada kerja negatif yang melawan gerak piston menuju Titik Mati Atas. Jadi daya yang dihasilkan juga lebih menurun sehingga butuh lebih banyak bahan bakar untuk menghasilkan daya 1 HP selama 1 jam. Hal inilah yang menyebabkan kenaikan SFC dari MTBE 25%.



Gambar 6. Grafik Thermis Fungsi Putaran

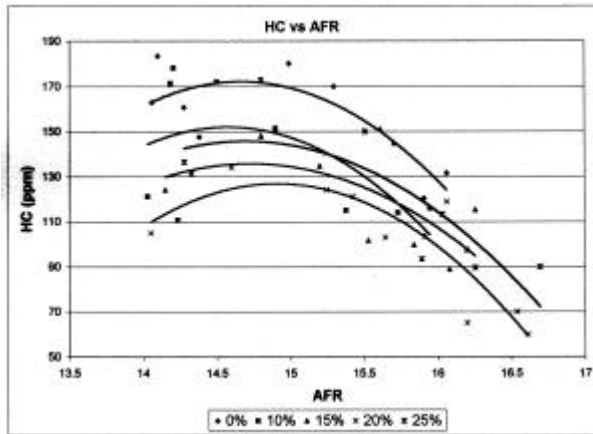
Dari gambar 6, tampak bahwa efisiensi Thermis yang optimum dihasilkan pada bahan bakar dengan konsentrasi MTBE 20%. Bahan bakar dengan konsentrasi MTBE 25% yang angka oktanya lebih tinggi, ternyata Efisiensi Thermisnya lebih rendah dari pada menggunakan MTBE 20%. Hal ini disebabkan karena pada MTBE 25% terjadi pembakaran yang dilakukan lebih dahulu sebelum piston mencapai Titik Mati Atas, maka tentu ada tekanan yang melawan gerak piston menuju Titik Mati atas. Sehingga kerja negatif inilah yang menyebabkan Efisiensi Thermis dari 25% lebih rendah dari pada MTBE 20%.



Gambar 7. Grafik CO Fungsi AFR

Dari gambar 7, diketahui bahwa Bensin dengan Konsentrasi MTBE 20% menghasilkan kadar CO yang paling rendah dibandingkan dengan Bensin dengan konsentrasi MTBE yang lainnya. Karbon monoksida merupakan gas beracun yang tidak berwarna dan tidak berbau, ketika karbon monoksida terhirup dapat menyebabkan pusing, pandangan kabur, ketidak sadaran bahkan kematian.

Karbon monoksida merupakan hasil sampingan dari pembakaran yang jumlahnya semakin meningkat jika proses pembakaran berlangsung kurang sempurna. Cara terbaik untuk mengurangi kadar CO yaitu dengan menambahkan kadar oksigen pada ruang bakar. MTBE merupakan salah satu bahan yang banyak mengandung oksigen, sesuai dengan namanya di Eropa dan Amerika yaitu Oxygenate. Karena banyak mengandung oksigen itulah dengan penambahan MTBE maka kadar CO akan berkurang.



Gambar 8. Grafik HC Fungsi AFR

Hidrokarbon merupakan salah satu polusi yang dihasilkan oleh proses pembakaran pada motor bensin dan diesel. Hidrokarbon termasuk dalam material organik. Hidrokarbon yang dikeluarkan oleh motor disebabkan oleh banyaknya bahan bakar yang tidak terbakar sempurna. Bahan bakar apa pun yang tidak terbakar secara sempurna mengandung hidrokarbon. Molekul hidrogen dan molekul karbon yang berada di dekat ruang bakar mengalami pembakaran secara sebagian akibat proses pembakaran yang cepat, sehingga terbentuklah HC pada gas buangnya.

Pada gambar 8, tampak bahwa penambahan MTBE 25% justru menghasilkan kadar HC yang lebih banyak dari pada MTBE 20% padahal angka oktannya lebih tinggi pada MTBE 25%. Seperti juga yang terjadi pada daya, hal ini disebabkan karena perbandingan kompresi yang kurang tinggi pada motor yang digunakan, sehingga pembakaran tidak dapat berlangsung dengan sempurna dan hidrokarbon tidak bisa ikut terbakar.

## 6. Penutup

Pada motor DAIHATSU type CB-23 yang memiliki perbandingan kompresi 9,5:1, maka penggunaan bahan bakar bensin dengan konsentrasi MTBE 20%. Dengan pemajuan sudut penyalaan  $15^\circ$  sebelum TMA akan menghasilkan daya, torsi, BMEP, SFC (*specific fuel consumption*), Efisiensi termis yang optimal. Demikian juga dengan konsentrasi gas buang (*pollutan*) yaitu kadar CO dan HC yang dihasilkan pada kondisi tersebut diatas adalah paling rendah (paling baik) dibanding dengan bensin dengan konsentrasi MTBE yang lain

## Daftar Pustaka

1. Bosch, Robert, *Automotive Electric/Electric Systems*, Stuttgart: Robert Bosch GmbH. Postfach 50, D-7000, 1988.
2. Crouse WH, *Automotive Electric Equipment*, USA: McGrawHill Book Company Inc. 1958.
3. Schwaller AE., *Motor Automotive Mechanics*, New York: Delmar Publisher Inc. 1988.
4. Bosch, Robert, *Automotive Electric/Electric Systems*. Stuttgart : Robert Bosch GmbH. Postfach 50, D-7000, 1988.
5. Heywood, JB., *Internal Combustion Engine Fundamentals*, Singapore : McGraw Hill, 1988.
6. Tirtotmodjo, R., *Penggerak Mula*, Universitas Kristen Petra, 1996.
7. H Berenschot, *Benzinemotoren*, Netherland : Vam-Voorschoten Publisher Inc. 1980.
8. Young AP and Griffiths, *Automobile Electricity and Electronics Equipment-9<sup>th</sup> edition*, England : Butler and Tanner Ltd, Frome, Somerset, 1980.
9. Santini Al., *Automotive Electricity and Electronics*, New York : Delmar Publisher Inc. 1998.
10. Kristanto P., *Sistem Pengaturan dan Pengukuran*, Universitas Kristen Petra, 1997.
11. Tirotoatmodjo R., *Teknik Pembakaran dan Bahan Bakar*, Universitas Kristen Petra, 1995.
12. Sharma Harma S.P., Nohan C, *Fuels and Combustion*, New Delhi: Tata McGraw Hill Publishing Co.
13. Maleev, V.L., *Internal Combustion Engine*, Mc Graw-Hill Book Company, 1985.