

PERBANDINGAN PEMAKAIAN BAHAN BAKAR CAMPURAN TERHADAP KINERJA MESIN BENSIN 4 TAK

Hary Wibowo¹, Yudi Ari Ristanto²

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Masuk: 17 Nopember 2010, revisi masuk : 18 Januari 2010, diterima: 10 Januari 2011

ABSTRACT

The ethanol and methanol are derivative compound of alcohol with 115 and 111 octane number, respectively. The blend of both to premium to decrease of their octane number. This research of premium ethanol fuel with 80% premium-20% ethanol composition and premium methanol fuel with 77% premium-23% methanol composition also biopremium Pertamina with 95% premium-5% ethanol composition. The aim of this research to know the performance of engine (torque, power, mean effective pressure, fuel conversion efficiency), and also emission of exhaust gas (CO, CO₂, HC, and O₂). The experiment device is Honda Grand C100 motorcycle with Twin Chassis Dynamometer method on variable velocity, 4000 rpm, 5000 rpm, 6000 rpm, 7000 rpm, 8000 rpm, and 9000 rpm respectively. The result and calculated of this research indicated that torque, power, mean effective pressure, and fuel conversion efficiency on the mixed of premium-ethanol 5.71%, 4.91%, 9.58% higher than premium fuel, respectively. The consumption of premium-ethanol mixed fuel 9.1% less than premium fuel. The premium-methanol mixed used indicated that CO (carbon monoxide) 52.56% less, CO₂ (carbon dioxide) 27.82% higher, O₂ (oxygen) 11.87% less, than premium fuel used, respectively. Used of biopremium Pertamina fuel indicated that HC (hydrocarbon) 29.78% less than premium fuel.

Keywords: Ethanol, Methanol, Biopremium, emission of exhaust gas.

INTISARI

Ethanol atau ethyl alcohol (C₂H₅OH) dan Methanol atau methyl alcohol (CH₃OH) merupakan senyawa turunan dari alkohol. Ethanol mempunyai angka oktan 115 dan Methanol mempunyai angka oktan 111, jika keduanya dicampurkan ke bahan bakar Premium maka campuran antara Premium-ethanol dan Premium-methanol memberikan sifat yang dapat meningkatkan angka oktan. Bahan bakar yang diujikan adalah Premium murni, Premium-ethanol dengan komposisi 80 % Premium dan 20 % Ethanol, Premium-methanol dengan komposisi 77 % Premium dan 23 % Methanol, serta Biopremium Pertamina yaitu campuran Premium-ethanol dengan komposisi 95 % Premium dan 5 % ethanol. Pengujian dilakukan untuk mengetahui Unjuk kerja mesin (Torsi, Daya, Tekanan efektif rata – rata, Konsumsi bahan bakar spesifik dan Efisiensi konversi bahan bakar) serta mengetahui tingkat Emisi gas buang hasil dari pembakaran (CO, CO₂, HC, dan O₂). Alat yang diujikan adalah Motor Honda Grand C100 dengan menggunakan metode pengukuran Twin Chassis Dynamometer dengan variasi putaran engine 4000 rpm, 5000 rpm, 6000 rpm, 7000 rpm, 8000 rpm, dan 9000 rpm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa untuk bahan bakar campuran Premium-ethanol mempunyai Torsi lebih besar 5,7 %, Daya lebih besar 4,91 %, Tekanan lebih besar 5,71 %, Konsumsi bahan bakar lebih kecil 9,1 %, dan Efisiensi lebih besar 9,58 % bila dibandingkan dengan penggunaan premium murni. Penggunaan bahan bakar campuran Premium-methanol mempunyai tingkat CO (karbon monoksida) lebih kecil 52,56 %, tingkat CO₂ (karbon dioksida) lebih besar 27,82 %, dan tingkat O₂ (oksigen) lebih kecil 11,87 % bila dibandingkan dengan penggunaan Premium murni. Penggunaan bahan bakar Biopremium Pertamina tingkat HC (hidrokarbon) lebih kecil 29,78 % bila dibandingkan dengan penggunaan Premium murni.

Kata kunci: Ethanol, Methanol, Biopremium, Performance, Emisi gas buang.

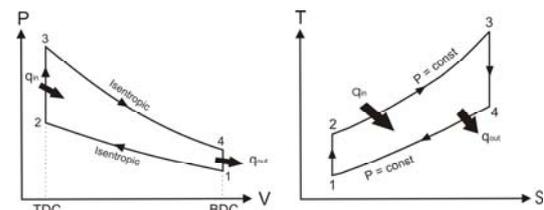
PENDAHULUAN

Perkembangan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini sangat pesat termasuk otomotif, Kendaraan bermotor merupakan salah satu alat transportasi yang diciptakan untuk mempermudah kerja manusia meningkat perkembangannya, baik populasi maupun teknologinya. Mesin penggerak mula alat transportasi kendaraan roda dua maupun roda empat umumnya menggunakan motor bakar.

Motor bakar merupakan mesin konversi energi merubah energi kalor menjadi energi mekanik. Untuk menghasilkan tenaga maka mesin tersebut memerlukan bahan bakar dan sistem pembakaran yang digunakan untuk menghasilkan sumber kalor. Salah satu jenis mesin ini adalah motor bensin yaitu motor bakar torak yang menggunakan bahan bakar bensin dan proses pembakarannya memerlukan busi untuk memercikkan bunga api (baik Sistem *Battery Ignition* maupun *Magneto Ignition*) sebagai alat penyalan campuran udara-bahan bakar, sehingga mesin disebut dengan *Spark Ignition Engine* (SIE). Pembakaran sempurna campuran bahan bakar dan udara yang terjadi di dalam ruang bakar (*combustion chamber*) akan menghasilkan daya efektif serta gas buang yang lebih optimal. Untuk mencampur bahan bakar dan udara sebelum masuk silinder dilakukan oleh karburator.

Bensin merupakan bahan bakar fosil yang tidak terbaharukan, oleh karena itu perlu adanya pemikiran untuk mencari alternatif pengganti bahan bakar bensin. Hal inilah yang menjadi latar belakang dalam meneliti pengaruh penggunaan beberapa campuran bahan bakar premium terhadap unjuk kerja mesin dan emisi gas buang. Gas buang kendaraan bermotor merupakan sisa hasil pembakaran bahan bakar, hampir 60% *pollutan* tersebut mengandung karbon monoksida (CO) dan sekitar 15% terdiri dari hidrokarbon (HC) serta sisanya adalah *pollutan* lain seperti SO_x , NO_x dan partikel lainnya yang membahayakan kesehatan manusia. Tinjauan teoritis termodinamika konversi energi yang terjadi pada motor bakar

torak berdasarkan pada siklus Otto atau siklus udara standart volume konstan (Gambar 1). Pada siklus Otto secara teoritis proses pembakaran terjadi pada volume konstan yang merupakan proses pemasukan kalor sebesar $Q_{in} = m \cdot C_v \cdot (T_3 - T_2)$. Siklus kerja pada motor 4 tak terdiri dari *suction stroke*, *compression stroke*, *expansion stroke*, dan *exhaust stroke*.



Gambar 1. Diagram P – V & T – s Siklus Otto (Cengel & Boles, 1994).

Pada motor bensin, campuran udara-bahan bakar dalam silinder dinyalakan oleh bunga api listrik dari busi pada akhir langkah kompresi. Reaksi pembakaran yang merupakan reaksi kimia antara bahan bakar dan oksigen dari udara berlangsung dalam waktu yang sangat cepat untuk menghasilkan panas. Disamping itu reaksi tersebut menghasilkan produk hasil pembakaran yang komposisinya tergantung dari kualitas pembakaran. Pada keadaan biasa kita mendapati pembakaran teratur yang selalu terdapat dua tahapan yaitu bagian yang terbakar dan bagian yang tidak terbakar. Temperatur pembakaran berkisar antara $2100^{\circ}K$ sampai $2500^{\circ}K$. Waktu pembakaran yang teratur lamanya kira-kira tiga mili detik ($0,003 \text{ second}$). Reaksi pembakaran yang sangat cepat akan mengakibatkan terjadinya gangguan dalam sistem pembakaran, seperti pembakaran sendiri dan besarnya kadar bahan bakar yang tidak terbakar.

Bahan bakar bensin yang digunakan untuk bahan bakar motor bakar torak mempunyai spesifik gravitasi $0,7 - 0,8$ dan mempunyai titik didih antara $30^{\circ}C$ sampai $200^{\circ}C$. Bensin atau premium merupakan hasil dari proses distilasi penyulingan minyak bumi dan fraksi minyak cair yang ringan. Minyak bumi merupakan campuran dari hidrokarbon yang terdiri dari atom-atom

karbon dan atom hidrogen, selain itu minyak bumi mengandung sulfur, oksigen dan nitrogen. Pada hidrokarbon atom karbon dan hidrogen dihubungkan oleh rantai ikatan yang berpengaruh terhadap sifat fisik dan sifat kimia dari hidrokarbon tersebut. Jadi, bensin merupakan campuran dari hidrokarbon antara lain *parafin*, *olefin* dan *naptana*. Perihal bahan bakar jenis premium sebenarnya telah diketahui masyarakat pada akhir tujuh puluhan. Produk jenis ini di pasaran pertama kali dengan angka riset oktan 86,5 merupakan bensin hidrokarbon dengan kandungan timbal 0,6 g/L atau kandungan *Tetra Ethyl Lead* (TEL) 2,7 ml/AG.

Ethanol (*Ethyl Alcohol*) secara kimia ditulis dengan C_2H_5OH merupakan senyawa turunan dari alkohol, sering digunakan sebagai *blending agent* untuk *racing car*. Campuran ethanol dalam bensin memberikan sifat-sifat yang sama dengan *methanol* dalam peningkatan angka oktan.. Menurut penelitian dari *Bureau of Alcohol Pennynslavia USA* konsumsi bahan bakar secara ekonomis lebih baik dari *methanol*. Masalah teknis yang sering dihadapi adalah fermentasi *ethanol* murni biayanya dua kali lebih besar dari *methanol*.

Metanol atau *Methyl alcohol* adalah bahan bakar cair yang mengandung oksigen, berada dalam fase cair pada temperatur dan tekanan atmosfer. Selama ini Methanol merupakan bahan baku untuk pembuatan formalin, asam asetik dan MTBE / *Methyl Tersier Butyl Ester* ($C_5H_{12}O$). Methanol dapat juga diperoleh dari ekstraksi *biomass* dan kayu. Bilangan oktan methanol tinggi sehingga dapat digunakan dengan perbandingan kompresi yang lebih tinggi (Arismunandar, 2002: 163). Metanol atau juga bisa disebut alkohol kayu dengan rumus kimia $CH_3 OH$ atau $CH_4 O$ merupakan anggota pertama dari deret homolog alkohol jenuh. Proses yang paling tua dan yang pertama untuk memproduksi *Methanol* adalah dengan cara perusakan kayu untuk menghasilkan alkohol kayudengan cara destilasi. Namun saat ini pembuatan Methanol dilakukan dengan cara *sintetis*

yaitu menggunakan gas alam, gas batu bara, gas air, atau gas kotoran pada temperatur tinggi dalam katalis logam.

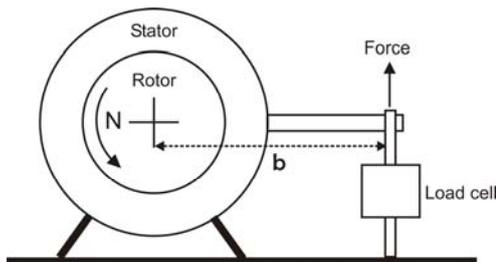
Angka oktan (*Octane Number*) adalah suatu angka yang menyatakan kemampuan bahan bakar minyak (khususnya Premium) dalam menahan tekanan kompresi untuk mencegah premium terbakar sebelum busi menyala. Hal ini bermakna dapat mencegah terjadinya detonasi atau suara menggelitik dalam mesin bensin. Angka oktan mewakili suatu perbandingan antara *Normal Heptana* yang memiliki angka oktan nol dan *Iso octana* yang memiliki angka oktan 100. Angka oktan (ON) bahan bakar yang lebih tinggi sangat dibutuhkan untuk peningkatkan *power out put* terkait dengan kemajuan teknologi permesinan yang cenderung menaikkan *compression ratio*.

Nugroho (2005) telah melakukan penelitian tentang penambahan *Ethanol* pada bahan bakar Premium. Pengujian yang telah dilakukan terhadap motor Honda Grand C-100 dengan campuran *Ethanol* sebesar 10 %, 15 %, 20 % menghasilkan campuran berpengaruh terhadap emisi gas buang yaitu campuran *Ethanol* 20%. Pada campuran tersebut CO turun 2,48 %, HC turun 0,0286 % sedangkan CO_2 naik 0,22 %. Mursyid (2006) melakukan penelitian tentang penambahan *Methanol* pada bahan bakar Premium. Pengujian yang telah dilakukan terhadap campuran *Methanol* sebesar 8 %, 13 %, 18 %, dan 23 % menghasilkan campuran yang berpengaruh terhadap emisi gas buang yaitu campuran *Methanol* 23%. Pengujian bahan bakar campuran tersebut pada motor Honda Grand C-100 menunjukkan CO naik 3,04 %, CO_2 naik 0,02 % dan HC juga naik 0,097 %. Motor Plus (2006) membahas tes bensin Biopremium yang menjadikan motor Honda Mega Pro tambah bertenaga dan ramah lingkungan. Pemakaian Biopremium dihasilkan tenaga puncaknya 11,61dk/9149 rpm serta terjadi penurunan *pollutan* emisi gas buang kadar CO turun sampai 1,262 % dan kadar HC turun sampai 51 ppm.

Daya berguna pada motor bakar torak adalah daya poros untuk

menggerakkan beban. Daya poros sendiri dibangkitkan oleh daya indikator yang merupakan daya gas hasil pembakaran yang menggerakkan torak. Sebagian daya indikator dibutuhkan untuk mengatasi gesekan mekanis antara lain gesekan antara torak dan dinding silinder serta gesekan poros dengan bantalannya. Selain itu, daya indikator harus menggerakkan beberapa aksesoris seperti pompa pelumas, pompa air pendingin, pompa bahan bakar dan pembangkit listrik. *Performance* atau unjuk kerja yang merupakan prestasi mesin dapat diketahui dari parameter-parameter seperti torsi, daya poros, laju konsumsi bahan bakar dan konsumsi bahan bakar spesifik serta efisiensi konversi bahan bakar.

Torsi dan daya poros mesin dapat diukur dengan alat uji dynamometer. Prinsip kerja dari sebuah dynamometer dapat dilihat pada Gambar 2 (Heywood, 1988: 46). Rotor dihubungkan secara elektromagnetik, hidrolis, atau dengan gesekan mekanis terhadap stator yang ditumpu oleh bantalan yang mempunyai gesekan kecil. Torsi yang dihasilkan oleh stator ketika rotor tersebut berputar diukur dengan cara menyeimbangkan stator dengan alat pemberat, pegas, atau pneumatik.



Gambar 2. Prinsip Operasi Dynamometer.

Torsi yang dihasilkan mesin (Heywood, 1988: 46) adalah:

$$T = F \times b = m \times g \times b \quad \dots\dots\dots (1)$$

Adapun daya yang dihasilkan mesin atau diserap oleh dynamometer adalah hasil perkalian dari torsi dan kecepatan sudut (Heywood, 1988: 46) sebagai berikut:

$$P_b = 2 \pi N \times T \times 10^{-3} \quad (\text{kW}) \quad \dots\dots\dots (2)$$

Dalam hal ini, T= Torsi (Nm), P_b= Daya (kW), F= Gaya penyeimbang (N), b= Jarak lengan torsi (m), N= Putaran kerja (rev/s), m= massa (kg), g= percepatan gravitasi (m/s²).

Besarnya daya mesin (P_b) yang dihitung tersebut dinamakan dengan *brake power*, yaitu daya yang dihasilkan oleh mesin untuk mengatasi beban, dalam hal ini adalah *brake* yang berfungsi sebagai beban.

Tekanan efektif rata-rata merupakan unjuk kerja mesin dapat diperoleh dari pembagian kerja per siklus dengan perpindahan volume silinder per siklus. Parameter ini merupakan gaya per satuan luas dan dinamakan dengan *mean effective pressure, mep* (Heywood, 1988: 50):.

$$mep = \frac{P n_R \times 10^3}{V_d \times N} \quad (\text{kPa}) \quad \dots\dots\dots (3)$$

dengan mep= Tekanan efektif rata-rata (kPa), V_d= Volume langkah (dm³). Tekanan efektif rata-rata juga dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$mep = \frac{6,28 n_R T}{V_d} \quad \dots\dots\dots (4)$$

dan Kerja per siklus = $\frac{P \times n_R}{N}$.. (5)

dengan n_R = Jumlah putaran engkol untuk setiap langkah kerja (2 untuk siklus 4 langkah; 1 untuk siklus 2 langkah).

Tekanan efektif rata-rata (bmep) diperoleh dari pembagian kerja per siklus dengan volume silinder per siklus.

$$bmep = \frac{P_b n_R \times 10^3}{V_d \times N} \quad (\text{kPa}) \quad \dots\dots\dots (6)$$

dengan :

- P_b = Daya poros (kW)
- n_R = Jumlah putaran engkol untuk setiap langkah kerja (2 untuk siklus 4 langkah, 1 untuk siklus 2 langkah)
- V_d = Volume langkah (dm³)
- N = Putaran kerja (rev/s)

Brake mean effective pressure (bmep) didefinisikan sebagai tekanan konstan teoritis yang dapat dibayangkan terjadi pada setiap langkah kerja dari mesin untuk menghasilkan output daya

yang sama dengan *brake horse power* / BHP (kadang disebut dengan *effective horsepower*). BHP sebagai jumlah daya yang terdapat pada poros, sedangkan *indicated horsepower* / IHP didefinisikan sebagai daya yang dikonsumsi oleh motor.

Konsumsi bahan bakar spesifik, *specific fuel consumption* (sfc), adalah laju aliran bahan bakar yang dipakai setiap detik per satuan daya. Pengukuran ini untuk mengetahui bagaimana efisiensi mesin dalam menggunakan bahan bakar untuk menghasilkan daya (Heywood, 1988: 51) adalah:

$$sfc = \frac{m_f}{P_b} \text{ (mg/J)} \dots\dots\dots (7)$$

Laju konsumsi bahan bakar dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut

$$m_f = \frac{1}{t} \times \rho_{bb} \text{ (g/detik)} \dots\dots\dots (8)$$

dengan:

t = Waktu konsumsi bahan bakar setiap 1 ml (dt)

ρ_{bb} = Massa jenis bahan bakar (gr/cm³)

ρ_{prem} = 0,73 gr/cm³ untuk premium (Jurnal Pertamina, 1998: 34)

Efisiensi konversi bahan bakar adalah perbandingan antara daya yang dihasilkan per siklus terhadap jumlah energi yang disuplai per siklus yang dapat dilepaskan selama pembakaran. Suplai energi yang dapat dilepas selama pembakaran adalah massa bahan bakar yang disuplai per siklus dikalikan dengan harga panas dari bahan bakar (Q_{HV}). Harga panas bahan bakar ditentukan prosedur tes standar yang diketahui massa bahan bakar yang terbakar sempurna dengan udara dan energi dilepas oleh proses pembakaran yang kemudian diserap dengan kalorimeter. Pengukuran efisiensi ini dinamakan dengan *fuel conversion efficiency*, η_f (Heywood, 1988: 52), didefinisikan

$$\eta_f = \frac{W_c}{m_f \cdot Q_{HV}} = \frac{(P_{nR} / N)}{(m_f \cdot n_R / N) Q_{HV}} = \frac{P}{m_f \cdot Q_{HV}} \dots\dots\dots (9)$$

Dalam hal ini m_f adalah massa bahan bakar yang dimasukkan per siklus. Persamaan disubstitusikan ke persamaan (9), didapatkan:

$$\eta_f = \frac{1}{sfc \cdot Q_{HV}} \dots\dots\dots (10)$$

dengan: Q_{HV} = Nilai kalor rendah bahan bakar (kJ/kg) = 45 MJ/kg untuk premium (Arends, 1980: 13), Sfc = Konsumsi bahan bakar spesifik (mg/J).

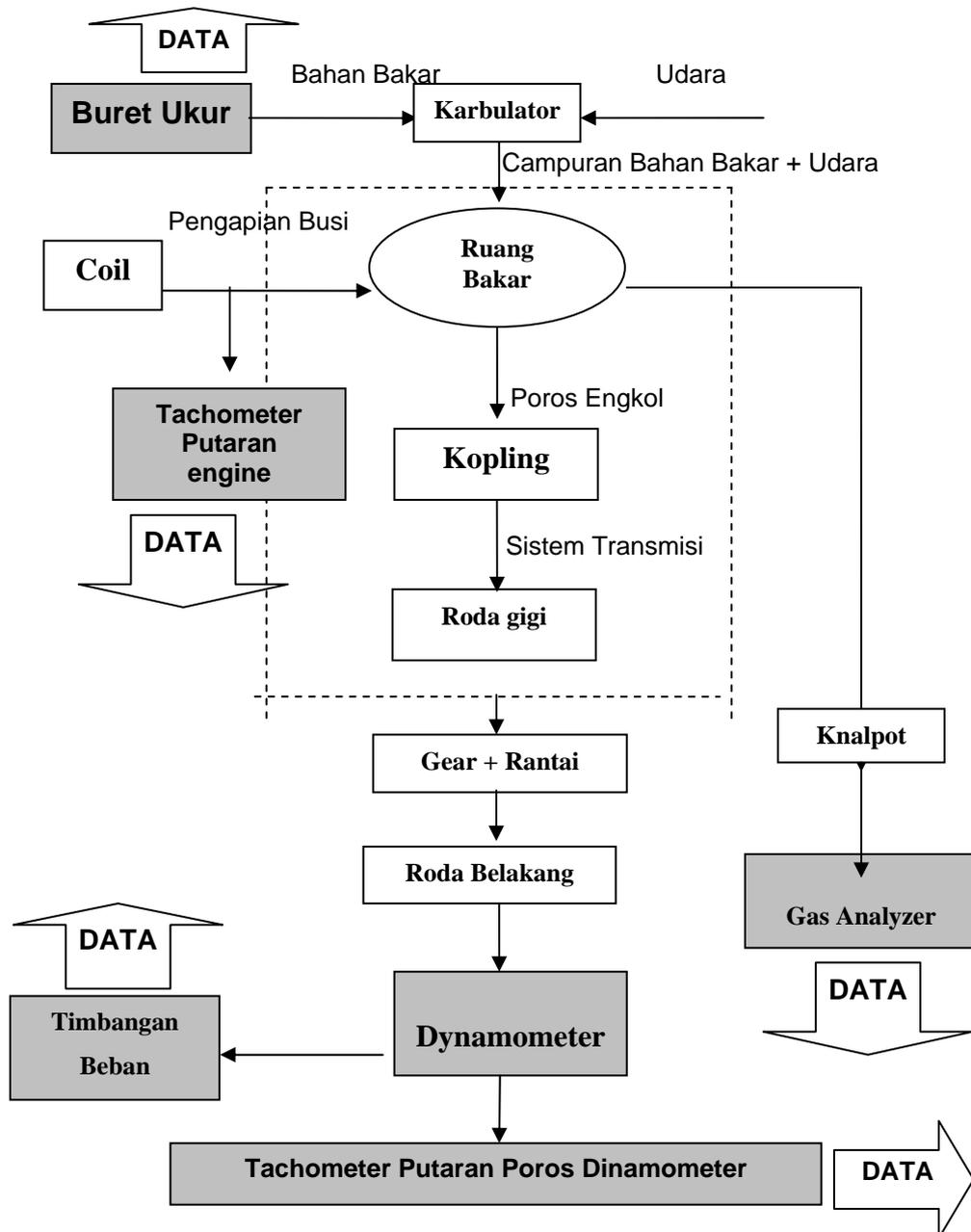
Penelitian ini untuk memperoleh unjuk kerja mesin dan emisi gas buang yang lebih baik. Bahan bakar yang digunakan adalah bensin premium (*Iso octane*) dan bahan bakar campuran yang akan digunakan sebagai pembanding yaitu campuran Premium-ethanol, Premium-methanol dan Biopremium Pertamina. *Ethanol* atau *ethyl alcohol* (C₂H₅OH) dan *Methanol* atau *methyl alcohol* (CH₃OH) merupakan senyawa turunan dari *alcohol* sebagai campuran antara Premium-Ethanol dan Premium-Methanol. Variabel-variabel yang diukur dalam pengujian meliputi torsi poros *output* pada *dynamometer*, Daya, Tekanan efektif rata – rata, konsumsi bahan bakar spesifik, serta emisi gas buangnya (CO, CO₂, HC, O₂) berdasar variasi putaran mesin dari 4000 rpm – 9000 rpm pada posisi transmisi perbandingan 1:1 yaitu gigi persneling atau posisi gigi 4. Mesin uji yang digunakan dalam pengujian ini adalah mesin sepeda Honda Astrea Grand C100 Tahun 1997 tipe mesin 4 langkah SOHC, pendingin udara, satu silinder dengan volume langkah 917,1 cc dan perbandingan kompresi 8,8 : 1, daya maksimum 7,5 DK / 8000 rpm (JIS), torsi maksimum 9,6726 N.m / 5500 rpm, tekanan kompresi: 10,5 Kg/cm² / 4000 rpm, putaran *idle* mesin 1350 rpm, serta sistem pengapian secara elektronik CDI. Rangkaian penelitian ini digambarkan dalam bagan pada Gambar 3.

PEMBAHASAN

Hasil perhitungan torsi dari data masing-masing pemakaian bahan bakar ditampilkan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada Gambar 4. Pada grafik Gambar 4 dapat dilihat bahwa dari pemakaian bahan bakar Premium,

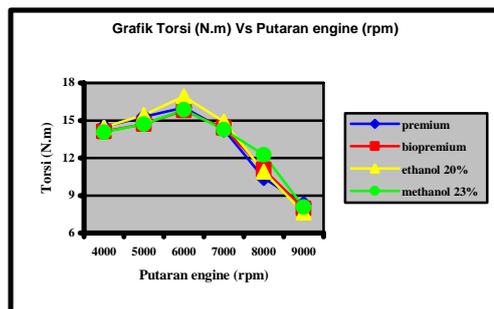
Biopremium, Premium-ethanol dan Premium-methanol, torsi maksimal dicapai pada putaran 6000 rpm yang ditunjukkan pembebanan mesin paling besar pada putaran mesin 6000 rpm. Torsi tertinggi dari pemakaian keempat bahan bakar tersebut adalah bahan bakar campuran Premium-ethanol dengan torsi maksimal 16,94 Nm. Sedangkan torsi terendah adalah bahan

bakar Biopremium dengan torsi maksimal sebesar 15,81 Nm. Penggunaan bahan bakar campuran Premium-ethanol menghasilkan torsi mesin lebih besar 5,7 % dibanding penggunaan Premium murni. Sedang untuk penggunaan bahan bakar Biopremium torsi mesin lebih kecil 1,36 % dibanding penggunaan Premium murni.



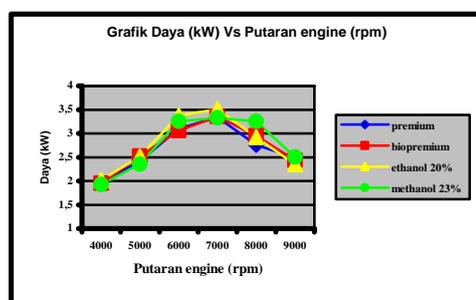
Gambar 3. Bagan alir Pengambilan data – data penelitian

Gambar 5 berikut menunjukkan bahwa dari pemakaian bahan bakar Premium, Biopremium, Premium-ethanol dan Premium-methanol, daya poros maksimal dicapai pada putaran 7000 rpm. Daya ini merupakan daya pada poros *dynamometer*, jadi sudah merupakan daya keluaran setelah di kurangi adanya rugi – rugi pada sistem transmisi dan gesekan – gesekan yang terjadi. Dari pemakaian keempat bahan bakar tersebut,



Gambar 4. Perbandingan Torsi dan Putaran engine

daya tertinggi dihasilkan oleh bahan bakar campuran Premium-ethanol yaitu dengan daya maksimal 3,51 kW. Sedangkan daya terendah diperoleh dari bahan bakar campuran Premium-methanol yaitu dengan daya maksimal sebesar 3,33 kW. Penggunaan bahan bakar campuran Premium-ethanol menyebabkan daya poros lebih besar 4,91 % dari pada penggunaan Premium murni sebesar 3,34 kW. Sedang untuk penggunaan bahan bakar campuran Premium-methanol daya poros lebih kecil 0,45 % dari penggunaan Premium.

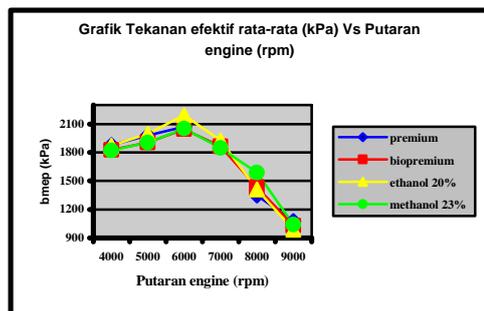


Gambar 5. Perbandingan Daya dan Putaran engine

Tekanan efektif rata – rata maksimal dari pemakaian bahan bakar Premium, Biopremium, Premium-ethanol dan Premium-methanol, dicapai pada putaran 6000 rpm seperti terlihat pada Gambar 6. Tekanan efektif rata-rata merupakan hasil bagi antara kerja per siklus dengan volume silinder per siklus sehingga yang mempengaruhi besar kecil nilainya adalah perbandingan antara daya dan putaran poros, dimana ada pembebanan mesin paling besar. Dari pemakaian keempat bahan bakar tersebut, Tekanan efektif rata - rata tertinggi dihasilkan oleh bahan bakar campuran Premium-ethanol sebesar 2190,93 kPa. Sedangkan yang mempunyai Tekanan efektif rata - rata terendah adalah bahan bakar Biopremium dengan Tekanan efektif rata - rata maksimal 2044,40 kPa. Penggunaan bahan bakar campuran Premium-ethanol menghasilkan Tekanan efektif rata – rata lebih besar 5,71 % dibanding penggunaan Premium murni sebesar 1847,58 kPa. Sedang untuk penggunaan bahan bakar Biopremium Tekanan efektif rata - rata lebih kecil 1,36 % dibanding penggunaan Premium murni seperti ditunjukkan pada Gambar 6.

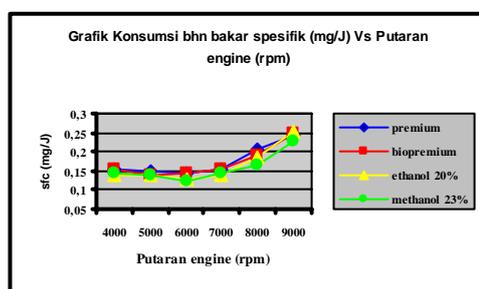
Pada Gambar 7 diketahui bahwa dari pemakaian bahan bakar Premium, Biopremium, Premium-ethanol dan Premium-methanol, Konsumsi bahan bakar spesifik tertinggi putaran 9000 rpm. Hal yang menjadikan acuan tingkat konsumsi bahan bakar spesifik adalah pada putaran engine 7000 rpm, yaitu pada saat dicapai daya maksimal. Hal tersebut karena konsumsi bahan bakar spesifik merupakan laju aliran bahan bakar per satuan daya, jadi semakin kecil nilai dari Konsumsi bahan bakar spesifik berarti menunjukkan bahwa laju aliran bahan bakar tersebut semakin irit dalam penggunaannya. Pemakaian keempat bahan bakar tersebut, bahan bakar Biopremium menghasilkan Konsumsi bahan bakar spesifik tertinggi adalah sebesar 0,1566 mg/J.

Sedangkan konsumsi bahan bakar spesifik terendah pada bahan bakar campuran Premium-ethanol yaitu sebesar 0,1386 mg/J.



Gambar 6. Perbandingan Tekanan efektif rata-rata dan Putaran *engine*

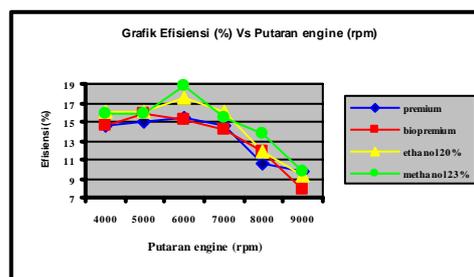
Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar campuran Premium-ethanol menghasilkan konsumsi bahan bakar spesifik lebih kecil 9,1 % dibanding penggunaan Premium murni. Sedang pada penggunaan bahan bakar Biopremium, konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,1525 mg/J atau lebih besar 2,69 % dibanding penggunaan Premium murni.



Gambar 7. Perbandingan Konsumsi bahan bakar spesifik dan Putaran *engine*

Efisiensi tertinggi dari pemakaian bahan bakar Premium, Biopremium, Premium-ethanol dan Premium-methanol, dicapai pada putaran 6000 rpm seperti terlihat pada gambar 10. Hal yang menjadikan acuan tingkat efisiensi adalah pada putaran *engine* 7000 rpm saat dicapai daya maksimal. Efisiensi merupakan perbandingan antara daya yang dihasilkan per siklus terhadap jumlah energi yang disuplai per siklus yang dapat dilepaskan selama pembakaran. Efisiensi tertinggi pada pemakaian keempat bahan bakar tersebut, adalah bahan bakar campuran Premium-methanol sebesar 16 %.

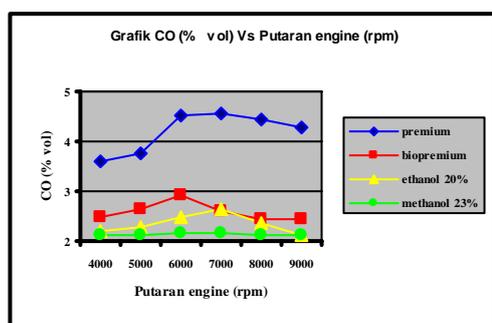
Sedangkan efisiensi terendah adalah bahan bakar Biopremium sebesar 14,2 %. Kondisi itu menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar campuran Premium-methanol menghasilkan efisiensi lebih besar 9,58 % dibandingkan penggunaan Premium. Untuk penggunaan bahan bakar Biopremium, Efisiensi yang dihasilkan lebih kecil 2,74 % dibanding penggunaan Premium murni.



Gambar 8. Perbandingan Efisiensi dan Putaran *engine*

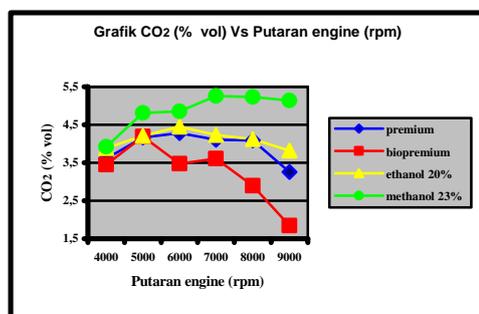
Pada Gambar 9 merupakan presentasi hasil pengukuran dan perhitungan data untuk Emisi gas buang dalam bentuk grafik. Pada gambar 11 dapat diketahui bahwa dari pemakaian bahan bakar Premium, Biopremium, Premium-ethanol dan Premium-methanol, Emisi gas CO yang tertinggi dicapai pada putaran 6000 rpm saat terdapat pembebanan paling berat pada mesin. Tingkat Emisi gas CO paling besar ditimbulkan oleh pembakaran bahan bakar Premium dengan CO maksimal sebesar 4,5250 % vol. Sedang emisi gas CO yang paling kecil adalah pembakaran bahan bakar campuran Premium-methanol dengan CO maksimal sebesar 2,1467 % vol. Emisi gas CO (karbon monoksida) itu terbentuk dari proses pengoksidasian yang tidak berjalan dengan sempurna dan kurang tersedianya kandungan oksigen yang terdapat pada kondisi gas kaya bahan bakar terbentuk. Pada daerah kaya bahan bakar komposisi bahan bakar dan oksigen yang tercampur tidak dalam kondisi normal, di mana komposisi bahan bakar lebih dominan. Hal inilah yang menyebabkan akan banyak timbul emisi gas CO dan juga

bahan bakar yang tidak terbakar dengan sempurna. Maka dengan demikian penggunaan bahan bakar campuran Premium-methanol merupakan bahan bakar terbaik karena tingkat emisi gas CO lebih kecil 52,56 % dari penggunaan bahan bakar Premium murni.



Gambar 9. Perbandingan Emisi CO dan Putaran engine

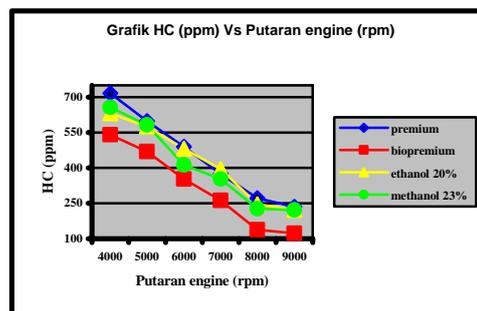
Gambar 10 menunjukkan untuk kandungan CO₂ Emisi gas buang. Pada gambar 12 dapat diketahui bahwa Emisi gas CO₂ yang paling besar dari pemakaian bahan bakar Premium, Biopremium, Premium-ethanol dan Premium-methanol, ditimbulkan oleh pembakaran bahan bakar campuran Premium-methanol dengan CO₂ sebesar 5,2522% vol pada putaran mesin 7000 rpm yaitu pada saat dicapai daya maksimal. Emisi gas CO₂ (karbon dioksida) yang terbentuk setelah proses pembakaran merupakan salah satu bentuk gas ideal hasil pembakaran, yaitu semakin besar kandungan gas ini maka proses pembakaran dianggap semakin sempurna jika tidak ada penghambat lainnya.



Gambar 10. Perbandingan Emisi CO₂ dan Putaran engine

Penggunaan bahan bakar campuran Premium-methanol menghasilkan emisi gas CO₂ lebih besar 27,82 % dengan penggunaan bahan bakar Premium murni sebesar 4,1089 % vol.

Pada Gambar 11 menunjukkan bahwa Emisi gas HC yang tertinggi dari pemakaian bahan bakar Premium, Biopremium, Premium-ethanol dan Premium-methanol, terjadi pada putaran 4000 rpm dimana pada putaran 4000 rpm tersebut torsi mulai terbaca oleh alat ukur dalam pengujian. Emisi gas HC (hidrokarbon) ini berasal dari material yang tidak ikut terbakar dalam proses pembakaran yang telah berlangsung dan juga berasal dari penekanan yang berlebihan bahan bakar kepada dinding ruang bakar selama waktu *ignition delay*. Penyebab timbulnya Emisi gas buang HC antara lain adalah pencampuran yang berlebihan antara bahan bakar dan udara yang melampaui batas ideal pada proses pembakaran, penekanan yang berlebihan dari semburan bahan bakar

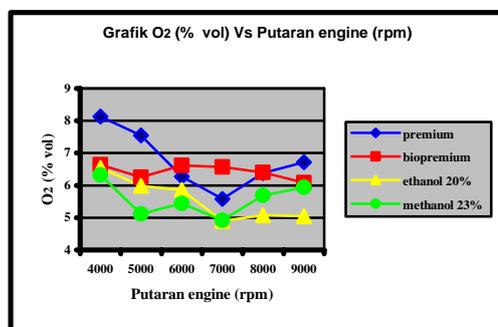


Gambar 11. Perbandingan Emisi HC dan Putaran engine

dalam dinding pembakaran, dan berhentinya proses pembakaran selama ekspansi. Dari pemakaian keempat bahan bakar tersebut yang mempunyai tingkat Emisi gas HC paling besar ditimbulkan oleh pembakaran bahan bakar Premium dengan HC maksimal sebesar 715,78 ppm. Sedangkan emisi gas HC yang paling kecil adalah pembakaran bahan bakar Biopremium dengan HC maksimal sebesar 540,67 ppm. Maka dengan demikian penggunaan bahan bakar Biopremium tingkat emisi gas HC akan lebih kecil antara 24 % - 30 % untuk tiap – tiap putaran engine bila di

bandingkan dengan penggunaan bahan bakar Premium murni .

Pada Gambar 12 diketahui pemakaian bahan bakar Premium, Biopremium, Premium-ethanol dan Premium-methanol, kandungan gas O₂ yang tertinggi terjadi pada putaran 4000 rpm. Hal yang menjadikan acuan tingkat kandungan O₂ adalah pada putaran *engine* 7000 rpm, yaitu pada saat dicapai daya maksimal karena kandungan O₂ (oksigen) yang terdapat di udara merupakan salah satu komponen penting dalam proses pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar, yang mana oksigen tersebut mengalami proses pemampatan sampai tekanan tertentu sehingga atom – atom oksigen bebas ini akan terikat oleh rantai hidrokarbon yang terdapat pada bahan bakar. Kualitas bahan bakar baik adalah jika terdapat atom oksigen yang terikat banyak jumlahnya, yang mana bahan bakar tersebut akan terbakar lebih sempurna. Pada pembakaran bahan bakar yang sempurna kandungan O₂ berada pada kisaran 5 % vol. Pemakaian keempat bahan bakar tersebut yang mempunyai tingkat kandungan gas O₂ paling besar ditimbulkan oleh pembakaran bahan bakar Biopremium dengan O₂ sebesar 6,57 % vol. Sedang kandungan gas O₂ yang paling mendekati dengan nilai 5 % vol adalah pembakaran bahan bakar campuran Premium-methanol sebesar 4,92% vol. Maka dengan demikian penggunaan bahan bakar campuran Premium-methanol kandungan O₂ akan lebih kecil 11,87 % dari penggunaan bahan bakar Premium murni.



Gambar 12. Perbandingan Emisi O₂ dan Putaran *engine*

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian Perbandingan Pemakaian Bahan Bakar Campuran Premium-ethanol, Premium-methanol dan Biopremium terhadap Kinerja Mesin dan Emisi Gas buang pada motor Bensin 4 Tak, yang telah dilakukan pada motor Honda Grand C-100 disimpulkan bahwa pada penggunaan bahan bakar campuran Premium-ethanol yaitu komposisi campuran Premium 80 % dan Ethanol 20 % bila dibandingkan dengan penggunaan Premium murni, maka Torsi mesin (T) lebih besar 5,7 % pada putaran *engine* 6000 rpm., Daya poros (P_b) lebih besar 4,91 % pada putaran *engine* 7000 rpm., Tekanan efektif rata – rata (bmep) lebih besar 5,71 % pada putaran *engine* 6000 rpm., Konsumsi Bahan bakar Spesifik (sfc) lebih kecil 9,1 % pada putaran *engine* 7000 rpm., Efisiensi Bahan bakar (η_f) lebih besar 9,58 % pada putaran *engine* 7000 rpm.

Pada penggunaan bahan bakar campuran Premium-methanol yaitu komposisi campuran Premium 77 % dan methanol 23 % bila di bandingkan dengan penggunaan Premium murni, maka Emisi gas buang CO (karbon monoksida) akan lebih kecil 52,56 % pada putaran *engine* 6000 rpm., Emisi gas buang CO₂ (karbon dioksida) akan lebih besar 27,82 % pada putaran *engine* 7000 rpm., Kandungan O₂ (oksigen) akan lebih kecil 11,87 % pada putaran *engine* 7000 rpm. Pada penggunaan bahan bakar Biopremium (bahan bakar terbaru produk Pertamina), Emisi gas buang HC (hidrokarbon) menurun sebesar 24 % - 30 % pada setiap putaran engine, bila dibandingkan dengan penggunaan Premium murni.

Secara umum dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan bakar campuran Premium-ethanol lebih baik untuk meningkatkan kinerja mesin karena dapat memperbesar Torsi mesin, daya poros, Tekanan efektif rata – rata dan Efisiensi bahan bakar serta memperkecil tingkat Konsumsi bahan bakar spesifik. Masalah Emisi gas buang, penggunaan bahan bakar Biopremium lebih baik karena dapat memperkecil Emisi HC (hidrokarbon), sedangkan

bahan bakar campuran Premium-methanol dapat menurunkan tingkat Emisi CO dan kandungan O₂ serta menaikkan Emisi CO₂ dibanding penggunaan premium.

DAFTAR PUSTAKA

- , 2006, Tes Bensin Biopremium, *Motor Plus*, Edisi No 393/VII – 9 September 2006.
- Arends, H.B. 1980., *Motor Bensin*, terjemahan: Sukrisno, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Arismunandar, W., 2002, *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*, Penerbit ITB, Bandung.
- Cengel, Y.A. dan Boles, M.A., 1994, *An Engineering Approach*, Second Edition, McGraw-Hill Book Co., Singapore.
- Heywood, J.B 1989, *Internal Combustion Engine Fundamentals*, McGraw-Hill Book Co., Singapore.

Mursyidi, Ali, 2006, *Pengaruh Penambahan Methanol Pada Bensin Premium Pada Motor Astrea Grand Terhadap Emisi Gas Buang Dan Konsumsi Bahan Bakar*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, IST Akprind, Yogyakarta (tidak diublikasikan).

Nugroho, Agus, 2005, *Pengaruh Penambahan Ethanol Pada Motor Astrea Grand Terhadap Emisi Gas Buang Dan Konsumsi Bahan Bakar*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, IST Akprind, Yogyakarta (tidak diublikasikan).

www.pertamina.com