Unjuk Kerja Mesin Motor Honda Vario CBS 2011 Dengan Menggunakan *Bioethanol* Dari Tetes Tebu Sebagai Campuran Premium Dengan *Octane Booster*

M. Ajib Zakaria
085524207

ABSTRAK

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor saat ini mengakibatkan pemakaian bahan bakar minyak bumi semakin meningkat. Peningkatan pemakaian bahan bakar minyak bumi maka akan menyebabkan krisis energi. Krisis energi ini menyebabkan manusia beralih pola pikir untuk lebih mengintensifkan penelitian dan penggunaan dari energi yang tidak dapat diperbarui ke energi yang dapat diperbarui. Salah satu sumber energi yang dapat diperbarui tersebut adalah berasal dari biomass yang diproses menjadi bioethanol. Campuran bioethanol dan premium belum cukup untuk menaikkan angka oktan karena di era saat ini tuntutan kebutuhan bahan bakar dengan nilai angka oktan tinggi untuk meningkatkan unjuk kerja mesin semakin meningkat. Salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan tersebut, maka perlu penambahan octane booster untuk meningkatkan nilai oktan. Variasi yang digunakan pada penelitian ini adalah variasi biopremium 0, E_5, E_{10}, E_{15}, *dan* E_{20} *dan variasi penambahan 0.05% dan 0.08% octane bosster. Dalam penelitian ini menggunakan bioethanol dari tetes tebu dan octane booster merk Preston octane booster. Data yang diperoleh dari hasil eksperimen dimasukkan ke dalam tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik yang kemudian akan dianalisa dan ditarik kesimpulannya, sehingga dapat diketahui persentase perubahan performa mesin pada Honda Vario CBS 2011 yang menggunakan biopremium 0.05% dan 0.08% octane booster. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan bakar* 0_5, E_5, E_{10}, E_{15}, *dan* E_{20} *0.05% octane booster pada motor Honda Vario CBS tahun 2011 dapat meningkatkan torsi (torque), daya (power), tekanan efektif rata-rata dan menurunkan konsumsi bahan bakar karena pada biopremium tersebut mengalami peningkatan pada torsi, peningkatan daya, penurunan konsumsi bahan bakar dan peningkatan tekanan efektif rata-rata. Torsi meningkat pada putaran 2000 rpm sebesar 0.52%. Daya meningkat pada putaran 3000 rpm sebesar 0.95%. Konsumsi bahan bakar menurun pada putaran 3500 rpm sebesar 24.8%. Tekanan efektif rata-rata meningkat pada putaran 5000 rpm sebesar 3.62%.*

Kata kunci : unjuk kerja, pencampuran, bioethanol, premium, octane booster

ABSTRACT

At this time increasing the number of motor vehicles has led to the use of petroleum fuels is increasing. It is certainly very worrying, because the increased use of petroleum fuels, it will cause an energy crisis. The energy crisis is causing humans to switch mindset to further intensify the research and the use of non-renewable energy to renewable energy. One source of renewable energy is derived from biomass is processed into bioethanol. Mixture of bioethanol and the premium has not been enough to raise the octane number because in the current era demands a fuel with high octane number value to improve the performance of the engine increases. One way to meet these needs, it is necessary to increase octane booster to increase the octane rating. Variations used in this study is a variation bio-premium 0, E_5, E_{10}, E_{15}, *and* E_{20} *and the addition of 0.05% and the variation of 0.08% octane booster. In this study using bio-ethanol from molasses and octane booster Preston brand octane booster. Data obtained from the experimental results included in tables and displayed in graphical form which will then be analyzed and conclusions drawn, so as to know the percentage change in engine performance at Honda Vario CBS 2011 using an octane booster bio-premium 0.05% and 0.08%. Based on the research results can be concluded that the use of fuel* 0_5, E_5, E_{10}, E_{15}, *and*

E_{20} 0.05% octane booster at Honda Vario CBS in 2011 to increase the torque, power, the average effective pressure and reduce consumption fuel because the fuel is not decreased. Torque increased by 0.52% at 2000 rpm rotation. Power increased by 0.95% at 3000 rpm rotation. Fuel consumption decreased by 24.8% at 3500 rpm rotation. The average effective pressure increased by 3.62% at 5000 rpm rotation.

Key words: performance, mixing, bioethanol, premium, octane booster.

A. PENDAHULUAN

Pada saat ini peningkatan jumlah kendaraan bermotor mengakibatkan pemakaian bahan bakar minyak bumi semakin meningkat. Hal tersebut tentu sangat mengkhawatirkan, karena dengan peningkatan pemakaian bahan bakar minyak bumi maka cadangan minyak bumi akan semakin berkurang sedangkan kebutuhan akan minyak bumi terus bertambah. Jika pemakaian bahan bakar minyak bumi meningkat sedangkan cadangan minyak bumi semakin berkurang, maka akan menyebabkan krisis energi. Krisis energi ini menyebabkan manusia beralih pola pikir untuk lebih mengintensifkan penelitian dan penggunaan dari energi yang tidak dapat diperbarui ke energi yang dapat diperbarui. Salah satu sumber energi yang dapat diperbarui tersebut adalah berasal dari biomass yang diproses menjadi *bioethanol.*

Bioethanol adalah alkohol yang diproduksi dari tumbuh-tumbuhan dengan menggunakan makroorganisme melalui proses fermentasi. Penggunaan *bioethanol* ini juga merupakan upaya untuk mengurangi penggunaan bahan bakar minyak di Indonesia. *Bioethanol* merupakan bentuk sumber energi alternatif yang menarik untuk dikembangkan karena kelimpahannya di Indonesia dan sifatnya yang dapat diperbarui. Bahan baku pembuatan *bioethanol* mudah didapatkan dan dikembangkan di Indonesia yang memiliki lahan luas dan subur.

Dalam penelitian ini *bioethanol* yang digunakan berbahan dasar tetes tebu karena tanaman tebu memiliki kandungan zat *sacharosa* (*sucrose*) sekitar 70-88%, glukosa 2-4%, fruktosa 2-4%. (http://komposisi-tebu.html, diakses 23 Januari 2012). Selain itu tanaman tebu juga sangat mudah dijumpai di daerah pulau Jawa, hampir setiap daerah di pulau Jawa terdapat tanaman tebu untuk diproses menjadi gula. *Bioethanol* dari tetes tebu ini diproduksi sendiri di Laboratorium Bahan Bakar dan Pelumas Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya sehingga dapat meminimalisir pengeluaran dalam proses pemerolehan *bioethanol*

Tuntutan pabrikan otomotif saat ini ialah dapat mengurangi kadar emisi gas buang dan meningkatkan performa kendaraan pada setiap produknya. Banyak usaha telah dilakukan untuk mendapatkan performa mesin yang lebih baik serta emisi gas buang yang ramah terhadap lingkungan. Salah satu usaha untuk mewujudkannya adalah dengan mengembangkan kualitas bahan bakar yang handal. Perkembangan kualitas bahan bakar saat ini dipengaruhi oleh kemajuan teknologi serta perkembangan yang berkenaan dengan kendala lingkungan hidup.

Daya yang dihasilkan oleh suatu motor bakar tergantung dari pembakaran campuran bahan bakar dan udara yang terjadi didalam ruang bakar (*combustion chamber*). Ini bararti semakin baik kualitas dari suatu bahan bakar, maka performa yang dihasilkan akan semakin baik pula. Upaya meningkatkan efisiensi proses pembakaran dalam ruang bakar baik mesin bensin ataupun mesin diesel dilakukan melalui berbagai cara. Salah satunya dengan menambahkan aditif peningkat angka oktan. Tujuan utama dari penambahan aditif jenis *octane booster* pada bensin adalah untuk menaikkan angka oktan dari bensin tersebut. Keuntungan yang dapat diperoleh dari bensin dengan bilangan oktan tinggi adalah bensin tersebut tidak peka terhadap detonasi.

Presstone Octane Booster adalah salah satu dari sekian banyak merk aditif jenis *octane booster* yang dapat dibeli di toko-toko perlengkapan kendaraan bermotor.
Dengan demikian permasalahan masyarakat Indonesia yang memiliki kendaraan berteknologi maju yang dianjurkan menggunakan bahan bakar bebas timbal dapat terjawab dengan menggunakan campuran premium+bioetanol dengan zat

aditif oktan booster. Campuran ini dapat menghasilkan nilai oktan sekisar 93-95 yang setara pertamax plus. Premium bersubsidi, yaitu premium dengan nilai oktan 88 kemudian ditambahkan bioetanol dan zat aditif oktan booster maka angka oktan akan naik menjadi 95.

B. KAJIAN TEORI

1. *Bioethanol*

Bioethanol merupakan bahan bakar *bioethanol* (*ethyl alcohol* dengan rumus kimia C_2H_5OH) yang diproduksi dari bahan bakar nabati. *Bioethanol* merupakan suatu cairan bersih yang tidak berwarna, apabila digunakan tidak menyebabkan polusi lingkungan, dan apabila dibakar *bioethanol* menghasilkan gas asam arang (karbon dioksida atau CO_2) dan air.

Beberapa karakteristik bahan bakar yang mempengaruhi kerja mesin bensin adalah :

a. Bilangan *Octane*
Bioethanol memiliki angka *octane* yang lebih tinggi daripada bensin yaitu *research octane* 108 dan motor *octane* 92. Angka *octane* pada bahan bakar mesin bensin menunjukkan kemampuannya menghindari terbakarnya campuran udara bahan bakar sebelum waktunya.

b. Nilai Kalor
Nilai kalor suatu bahan bakar menunjukkan seberapa besar energi yang terkandung didalamnya. Nilai kalor *bioethanol* sekitar 67% nilai kalor premium, hal ini karena adanya oksigen dalam struktur *bioethanol*

c. *Volatility*
Volatility suatu bahan bakar menunjukkan kemampuannya untuk menguap. Sifat ini penting, kerena jika bahan bakar tidak cepat menguap maka bahan bakar akan sulit tercampur dengan udara pada saat terjadi pembakaran.

d. Panas Penguapan
Bioethanol memiliki panas penguapan (*heat of vaporization*) yang tinggi. Ini berarti ketika menguap *bioethanol* akan memerlukan panas yang lebih besar.

e. Emisi Gas Buang
Bioethanol memiliki satu molekul OH dalam susunan molekulnya. Oksigen yang terkandung didalam *bioethanol* tersebut membantu penyempurnaan pembakaran antara campuran udara dan bahan bakar dalam silinder. Semakin sempurna pembakaran maka emisinya akan semakin rendah.

2. Octane Booster

Aditif *octane booster* merupakan suatu komponen dari senyawa yang digunakan untuk meningkatkan angka *octane* dari bahan bakar sekaligus sebagai komponen anti-ketuk.

Prestone Octane Booster direkomendasikan oleh Prestone Products Comparation made in U.S.A yang berisi 473 ml zat aditif, cara penggunaannya yaitu dapat dicampurkan dengan bahan bakar sebanyak 16 galon atau sekitar 60 liter gasoline. Berdasarkan rekomendasi pabrik, dengan penggunaan zat aditif merek *Prestone Octane Booster* dapat berfungsi untuk membersihkan saluran pembakaran dalam mesin dan memberikan tenaga, menghemat BBM, juga dapat mengurangi kadar emisi gas buang. Berikut ini adalah komposisi yang terkandung dalam *Prestone Octane Booster* yaitu:

1. *Prestone distillates* (destilasi minyak tanah): berfungsi untuk mencegah terjadinya korosi, menghilangkan kerak, dan mencegah pembekuan kristal wax.
2. *Trimethyl benzene* berfungsi untuk meningkatkan angka *octane* dan menghemat bahan bakar.
3. *Methyl Cyclop antadienyl manganese tricarbonyl*: berfungsi untuk menaikkan angka *octane*.
4. *Propietary additivies* adalah bahan dasar lain yang terkandung dalam aditif.

3. Parameter dalam Performa Mesin

Menganalisa performa mesin berfungsi untuk mengetahui daya, torsi, konsumsi bahan bakar spesifik, tekanan efektif rata-rata, dan efisiensi dari mesin

tersebut. Parameter itulah yang menjadi pedoman praktis performa sebuah mesin.

Secara umum daya berbanding lurus dengan luas piston sedang torsi berbanding lurus dengan volume langkah. Parameter tersebut relatif penting digunakan pada mesin yang berkemampuan kerja dengan variasi kecepatan operasi dan tingkat pembebanan.

Berikut ini penjelasan mengenai emisi yang dihasilkan oleh motor bensin:

a. Torsi (*Torque*)

Menurut Warju (2010:49) torsi adalah gaya putar. Ketika torak bergerak ke bawah pada langkah usaha, akan menerapkan torsi pada poros engkol mesin (melalui batang torak). Dorongan yang lebih besar pada torak, torsi yang lebih besar diterapkan. Oleh karena itu, tekanan pembakaran yang lebih tinggi, akan menghasilkan jumlah torsi yang lebih besar. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat *dynamometer*, secara teori dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$T = N \times r$$

Dimana:

T	= Torsi (kgf.m, N.m, lbf.ft)
N	= Gaya (N, kgf, lbf)
r	= Panjang lengan (m, ft)
1 kgf.m	= 9,807 N.m = 7,233 lbf.ft.
1m	= 3,281 ft

b. Daya (*Power*)

Daya mesin dihasilkan pada poros engkol untuk melakukan kerja/usaha.

$$P = 2\pi NT \qquad \text{(Warju, 2009:62)}$$

Atau

$$P(kW) = 2\pi \times N(rev/s) \times T(N.m) \times 10^{-3}$$

Dalam satuan hp:

$$P\,(hp) = \frac{N\left(\frac{rev}{m}\right) \times T\,(lbf.ft)}{5252}$$

Dalam satuan PS:

$$Ne\,(PS) = \frac{\pi \times n}{30} \times T \times \frac{1}{75}$$

$$Ne\,(PS) = \frac{T\,(kgf.m) \times n(rev/min)}{716,2}$$

Dimana:

P, Ne	= Daya efektif (kW, hp, PS).
N, n	= Putaran mesin (rpm).
T	= Torsi (N.m, lbf.ft, kgf.m)
1 PS	= 0,9863 hp = 0,7355 kW

c. Tekanan Efektif Rata – Rata (Bmep)

Menurut Obert (dalam Warju, 2009:54), tekanan efektif rata-rata pengeremen (bmep atau pb) didefinisikan sebagai tekanan konstan teoritis yang dapat menggambarkan setiap langkah selama usaha mesin untuk menghasilkan daya yang sama dengan daya efektif.

Sedangkan menurut Heywood (dalam Warju, 2009:54), ukuran performa mesin relative yang berguna didapatkan dengan membagi kerja per siklus dengan volume silinder per siklus. Parameter-parameter yang didapatkan memiliki satuan gaya per satuan luas dan disebut tekanan efektif rata-rata *(mean effective pressure/mep)*.

Dalam perhitungan tekanan efektif rata-rata dapat dihitung secara *mathematics* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Bmep = \frac{450.000 \times N}{V \times z \times n \times a} \ (kg/cm^2)$$

Keterangan:

Bmep	= tekanan efektif rata – rata.
N	= daya efektif (PS)
V	= volume langkah torak per silinder (cm^3)
z	= Jumlah silinder atau torak
n	= putaran mesin (rpm)
a	= jumlah siklus per putaran = 1 (motor 2 langkah) dan 2 (motor 4 langkah)
1 PS	= 0,9863 Hp

1 Hp = 1,014 PS

d. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (sfc)

Menurut Obert (dalam Warju, 2009:55), konsumsi bahan bakar spesifik adalah perbandingan parameter yang menunjukkan bagaimana efisiensi sebuah mesin merubah bahan bakar menjadi kerja. Untuk mengukur konsumsi bahan bakar ini diukur dan dialirkan melalui gelas ukur yang diketahui volumenya. Gelas ukur untuk menunjukkan pemakaian bahan bakar secara langsung dengan ukuran 100 ml. Secara matematik konsumsi bahan bakar dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$sfc = \frac{\dot{m}f}{t}$$ (Warju, 2009:70)

Atau

$$B = \frac{\dot{G}_f}{N}$$

(Arismunandar, 2005:33)

Dimana:

sfc = Konsumsi bahan bakar (kg/.jam, kg/k.jam)

$\dot{G}_f \dot{m}f$ / = Laju aliran massa bahan bakar (kg/jam)

t = Waktu (jam)

$\frac{kg/jam}{PS}$ B = Banyaknya bahan bakar Untuk setiap Daya ( )

N = Daya (PS)

C. METODE PENELITIAN

1. Variabel Bebas (Variabel Prediktor)

Variabel bebas atau disebut dengan *independent variable* dalam penelitian ini adalah premium murni, biopremium dengan campuran *bioethanol* yang ditambah 0.05% *octane booster* (0_5, E_5, E_{10}, E_{15}, E_{20}) dan 0.08% *octane booster* (0_8, E_5, E_{10}, E_{15}, E_{20}).Variabel Terikat (Variabel Respon).

Variabel terikat pada penelitian ini adalah tingkat polutan dari kadar emisi gas buang sepeda motor Yamaha Vega ZR 2009, yaitu: CO, CO_2, HC, dan O_2.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat atau hasil disebut dengan *dependent variable* dalam penelitian ini adalah torsi, daya efektif, konsumsi bahan bakar dan tekanan efektif rata-rata.

3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol disebut pembanding hasil penelitian eksperimen yang dilakukan. Variabel kontrol dalam penelitian ini ialah:

a. Sepeda motor Honda Vario CBS tahun 2011 dengan kapasitas mesin 110 cc.
b. Kendaraan Honda Vario CBS 2011 dengan variasi putaran mesin 3000 rpm sampai 9000 rpm, dengan *range* putaran 500 rpm.
c. Temperatur oli mesin saat pengujian 60°C (temperatur optimal kerja mesin).
d. Temperatur ambient.

D. Prosedur Pengujian

1. Persiapan

Pengujian dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

a. Melakukan *tune up* pada sepeda motor yang akan diuji.
b. Melepas *cover* samping sepeda motor.
c. Menaikkan sepeda motor ke atas *chassis dynamometer*.
d. Mengencangkan tali pengikat *body* sepeda motor.
e. Menyiapkan peralatan pendukung, yaitu: sensor putaran mesin, *chasis dynamometer, data acquisition, rpm counter, oil temperature meter, fuel meter, stopwatch*, dan *blower.*
f. Menghidupkan *software inersia chasis dynamometer (sport dyno 33).*

g. Tekan *switch data acquisition* untuk mengisi spesifikasi kendaraan (*merk* sepeda motor dan volume silinder) pada *software inersia chasis dynamometer (sport dyno 33).*
h. Memilih faktor koreksi (ISO 1585, SAE J1349, DIN 70020, atau JIS D1001).
i. Memasukkan data *ambient temperature dan humidity*.
j. Memilih *range* putaran mesin untuk pengujian (500 rpm).

2. Pengujian

a. Torsi dan daya

Prosedur yang harus dilakukan pada tahap pengujian ini adalah sebagai berikut:

1) Menyalakan *blower* (kipas)
2) Menghidupkan mesin kendaraan sampai temperatur 60°-70°C atau sesuai rekomendasi manufaktur dan sistem asesori dalam kondisi mati.
3) Menaikkan putaran mesin hingga putaran 3000 rpm sampai roda belakang berputar.
4) Menekan tombol *switch* untuk merekam data.
5) Melakukan akselerasi hingga didapatkan putaran mesin maksimum (9000 rpm).
6) Menekan tombol *switch* untuk mengakhiri data.
7) Menurunkan putaran mesin hingga putaran *idle.*
8) Menyimpan data dan mencetak data hasil pengujian.
9) Melakukan percobaan 1 – 11 untuk kelompok standar dan kelompok eksperimen.
10) Pengujian dan pengambilan data dilakukan minimal 3 kali untuk masing-masing kondisi agar didapatkan hasil yang valid.

b. Konsumsi bahan bakar

Prosedur yang harus dilakukan pada tahap pengujian ini adalah sebagai berikut:

1) Menyalakan *blower.*
2) Menghidupkan mesin kendaraan sampai temperatur 60° - 70° C atau sesuai rekomendasi manufaktur dan sistem asesori dalam kondisi mati.
3) Mengukur konsumsi bahan bakar pada putaran 3000 – 9000 rpm dengan *range* 500 rpm.
4) Mencatat waktu bahan bakar (ml/detik).
5) Melakukan percobaan 1 – 11 untuk kelompok standar dan kelompok eksperimen.
6) Pengujian dan pengambilan data dilakukan minimal tiga kali untuk masing-masing kondisi agar didapatkan data yang valid.

c. Tekanan efektif rata-rata

Data untuk tekanan efektif rata-rata diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan rumus.

3. Akhir pengujian

Prosedur yang harus dilakukan pada tahap persiapan adalah sebagai berikut:

a. Menurunkan putaran *engine* secara perlahan sampai *idle.*
b. Mematikan *engine*.
c. Mematikan *blower*.

E. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1. Analisis

Secara umum, penurunan torsi yang menggunakan bahan bakar biopremium dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar premium murni disebabkan karena nilai kalor (*heating value*) yang terkandung pada masing-masing bahan bakar. Nilai kalor (*heating value*) *bioethanol* dari tetes tebu adalah 7122.96 Cal/gr, nilai kalor (*heating value*) pada 0_5 adalah 8106.36 Cal/gr, nilai kalor (*heating*

value) pada E_5 adalah 8599.20 Cal/gr dan nilai kalor (*heating value*) pada E_5 adalah 8687.44 Cal/gr, sedangkan nilai kalor (*heating value*) pada premium adalah 8800 Cal/gr. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak campuran *bioethanol* dan *octane booster*, maka akan semakin menurunkan nilai kalor (*heating value*) yang terkandung.

Selain itu biopremium masih banyak mengandung air sehingga ledakan yang dihasilkan saat pembakaran kurang maksimal. Hal ini menyebabkan menurunnya dorongan piston dari TMA ke TMB. Kandungan air pada biopremium 0_5 dengan 0.05% *octane booster* sebesar 90.75 ppm. Pada E_5 dengan 0.05% *octane booster* sebesar 270.75 ppm. Pada E_{10} dengan 0.05% *octane booster* sebesar 590.75 ppm. Pada E_{15} dengan 0.05% *octane booster* sebesar 1040.75 ppm dan pada E_{20} dengan 0.05% *octane booster* sebesar 1640.75 ppm. Kandungan air pada biopremium 0_8 dengan 0.08% *octane booster* sebesar 273.21 ppm. Pada E_5 dengan 0.08% *octane booster* sebesar 453.21 ppm. Pada E_{10} dengan 0.08% *octane booster* sebesar 773.21 ppm. Pada E_{15} dengan 0.08% *octane booster* sebesar 1223.21 ppm dan pada E_{20} dengan 0.08% *octane booster* sebesar 1823.21 ppm. Sedangkan kandungan air pada bahan bakar premium sebesar 52 ppm.

Penurunan torsi, daya, tekanan efektif rata-rata dan konsumsi bahan bakar pada kendaraan Honda Vario CBS 2011 ini juga disebabkan peneliti tidak memvariasi rasio kompresi, memperbesar *main jet*, dan memajukan waktu pengapian.

Namun pada E_{10} dengan 0.05% *octane booster* mengalami peningkatan pada torsi, daya, tekanan efektif rata-rata dan konsumsi bahan bakar sehingga dapat disimpulkan bahwa biopremium yang optimal dibanding premium murni adalah E_{10} dengan 0.05% *octane bosster*.

F. DAFTAR PUSTAKA

Arismunandar, Wiranto. 1988. *Motor Bakar Torak*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Halderman, James. D&Linder, Jim. 2006. *Automotive Fuel And Emissions Control Systems*. New Jersey: Pearson education, Inc.

Handayani, Sri Utami. *Pemanfaatan Bioethanol Sebagai Bahan Bakar Pengganti Bensin.* Semarang: Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Karyanto. 1994. *Pedoman Reparasi Motor Bensin.* Jakarta: Radar Jaya Offset.

Pertamina. 2011. *Premium*. (Online). (http://www.pertamina.com/index.php, diakses 10 Februari 2012).

Puspita, Yani. 2008. *Pemanfaatan Molase (Tetes Tebu) Sebagai Bahan Bakar Biopremium*. Surabaya: Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.

Robert Bosch Gmbh. 2001. *Gasoline Engine Management Basics and Component.* Jerman: Stuttgart.

Supadi, dkk. 2010. *Panduan Penulisan Skripsi Program S1*. Surabaya: Jurusan Pendidikan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Surabaya.

Toyota Astra Motor. 1995. *Training Manual New Step 2*. Jakarta: PT Toyota Astra Motor.

Toyota Astra Motor. 2010. *Training Manual New Step 1*. Jakarta: PT Toyota Astra Motor.

Warju. 2009. *Pengujian Performa Mesin Kendaraan Bermotor*. Edisi Pertama. Surabaya: Unesa University Press.