

## Perbandingan Kinerja Torsi dan Konsumsi Bahan Bakar Terhadap Penambahan Bioetanol dalam Bahan Bakar pada Motor Mesin 4 Tak

Riyadi Joyokusumo, Darwin Rio Budi Syaka, Herry

Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta  
Jl. Rawamangun Muka Jakarta Timur

### Abstrak

Dalam rangka pencarian energi baru sebagai pengganti BBM dan zat penaik angka oktan (*octan booster*) yang ramah lingkungan maka pemanfaatan bensin singkong atau Bioethanol merupakan salah satu bahan bakar alternatif. Namun demikian, penambahan Bioethanol harus mempertimbangkan kinerja mesin yang menggunakan Bioethanol tersebut, kinerja mesin itu sendiri ditentukan oleh beberapa faktor diantaranya torsi, daya, konsumsi bahan bakar dan emisi. Penelitian ini bertujuan mencari perbandingan kinerja torsi dan konsumsi bahan bakar terhadap penambahan Bioethanol dalam bahan bakar pada motor bensin 4 tak.

Percobaan dilakukan dengan media motor bensin 4 tak jenis sepeda motor Honda Supra X, dan menggunakan bahan bakar yakni komposisi Premium dengan konsentrasi 100 %, Premium dengan substitusi Bioethanol 10 %, Premium dengan substitusi Bioethanol 15 %, Premium dengan substitusi Bioethanol 20 % dan Premium dengan substitusi Bioethanol 25 %. Alat ukur yang digunakan berupa Chasis dinamometer ini bermerk Dyno Dynamics tipe 4WD/AWD Lowboy 450RV. Percobaan dilakukan dari putaran mesin 2800 rpm hingga 6000 rpm, adapun data yang diperoleh berupa torsi mesin, Inlet Air Temperatur, Air Fuel Temperature, dan Fuel Flow.

Data penelitian menunjukkan dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar premium, terjadi peningkatan torsi dari campuran bahan bakar Premium-Bioethanol dengan torsi maksimum yang dihasilkan dengan bahan bakar premium-bioethanol yang terjadi sama pada semua substitusi yakni sebesar 9,97 Nm pada putaran 4000 rpm.. Dari segi konsumsi bahan bakar, konsumsi bahan bakar terendah didapat pada substitusi Bioethanol 15% murni bsfc terjadi pada putaran 4800 sebesar 353,93 g/kW.hr.

Kata kunci : Bioethanol, Premium, Torsi, Konsumsi bahan bakar, Motor bensin 4 tak

### Pendahuluan

Pada awal tahun 2005 bahan bakar bensin mengalami kenaikan harga mencapai harga Rp 4.200 untuk Pertamina, Rp 2.400 untuk Premium. Dilihat dari perbedaan harga yang cukup jauh antara Pertamina dan Premium mengakibatkan banyak konsumen yang lebih memilih Premium walaupun Premium memiliki angka oktan yang lebih rendah yaitu 88 sedangkan Pertamina memiliki angka oktan 94. Konsumsi Premium itu sendiri mengalami peningkatan yang cukup besar yakni dari 40,1 ribu Kl perhari pada Februari 2004 menjadi 45,1 ribu Kl perhari pada Februari 2005 (Lembar Publikasi LemigasVol.37 .NO. 2/2003).

Untuk menaikkan angka oktan dapat dilakukan dengan menggunakan adiktif penaik oktan (*octan booster*) yang banyak diperdagangkan dipasar bebas dengan berbagai merk dagang. Sedangkan dalam proses pembuatannya bensin juga menggunakan penaik oktan yang salah satunya adalah TEL (*tert ethyl lead*) merupakan zat tidak ramah lingkungan karena mengandung senyawa berbahaya bagi manusia yaitu timbal yang dapat menurunkan tingkat kecerdasan pada anak-anak dan orang dewasa akan mengalami tekanan darah tinggi dan serangan jantung (Lembar Publikasi LemigasVol.37 .NO. 2/2003). Untuk itu maka dibutuhkan zat penaik oktan yang ramah terhadap lingkungan, Upaya yang dilakukan yakni menambahkan zat oksigenat antara lain MTBE (*Methyl Tertiary Buthyl Ether*), ETBE (*Ethyl Tertiary Buthyl Ether*), TAME (*Tertiary Amyl Methyl Ether*), Methanol dan Ethanol sebagai pengganti TEL.

Di Indonesia *Bioethanol* mulai dikembangkan dengan bahan baku singkong (*cassava*) yang dilakukan oleh Balai Besar Teknologi Pati di Lampung. Bensin Singkong adalah pencampuran antara alkohol yang berasal dari singkong dengan gasolin atau bensin. Hasil campuran antara *Bioethanol* dengan bensin ini biasa disebut dengan gasohol atau gasolin alkohol. Sumber *Bioethanol* bukan hanya berasal dari singkong, namun juga dapat berasal dari tebu, ubi jalar, sagu, jagung, gandum, bahkan limbah pertanian seperti jerami (Lembar Publikasi LemigasVol.37 .NO. 2/2003).

Dalam rangka pencarian energi yang baru sebagai pengganti BBM dan zat penaik angka oktan (*octan booster*) yang ramah lingkungan maka bensin singkong atau *Bioethanol* dapat dimanfaatkan

sebagai salah satu bahan bakar alternatif. Penambahan *Bioethanol* diharapkan menaikkan angka oktan dan menambahkan kadar oksigen dalam proses pembakaran, dengan naiknya angka oktan dan bertambahnya jumlah oksigen akan menyempurnakan proses pembakaran. Selain itu bensin singkong atau *Bioethanol* diharapkan akan memberikan solusi kebutuhan bahan bakar minyak yang terus meningkat dan sumber daya alam minyak bumi yang makin lama makin menipis cadangannya. Pengembangan harus mempertimbangkan kinerja mesin dari mesin yang menggunakan *Bioethanol* tersebut karena kinerja mesin itu sendiri ditentukan oleh beberapa faktor diantaranya torsi, daya, konsumsi bahan bakar dan emisi. . Penelitian ini bertujuan mencari perbandingan kinerja torsi dan konsumsi bahan bakar terhadap penambahan *Bioethanol* dalam bahan bakar Pada Motor bensin 4 tak

## Metodologi

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Khatulistiwa Surya Nusa yang beralamat di Jl Pramuka Raya Kav 69 Jakarta Pusat 10570. Pelaksanaan dilakukan pada bulan Juni 2005. Penelitian menggunakan metode eksperimen sepeda motor berbahan bakar gasohol (Premium dengan substitusi *Bioethanol* ). Kelompok bahan bakar yang digunakan adalah :

- 1) Premium dengan konsentrasi 100 %
- 2) Premium dengan substitusi *Bioethanol* 10%
- 3) Premium dengan substitusi *Bioethanol* 15%
- 4) Premium dengan substitusi *Bioethanol* 20%
- 5) Premium dengan substitusi *Bioethanol* 25%

Pada 5 kelompok bahan bakar ini diuji performa atau unjuk kerja motor bensin pada sepeda motor Honda Supra X rakitan tahun 2002 .

Spesifikasi dari bahan bakar bensin jenis Premium adalah sebagai berikut ;

Tabel I Spesifikasi Bensin Premium tanpa timbal

No	Karakteristik	Satuan	Min	Max	Test ASTM
1	Angka oktan	RON	88		D-2699
2	Lead Content	g/l		0.013*)	D-3237
3	Destillation				D-86
	10% Vol. evaporation	°C		74	
	50% Vol. evaporation	°C	88	125	
	90% Vol. evaporation	°C		180	
	End point	°C		215**)	
	Residue	% Vol		2,0	
4	RVP at 37,8 °C	KPa		62	D – 323
5	Existent Gum	mg/100 ml		4,0	D – 381
6	Introduction Period	Min	240		D – 525
7	Sulfur Content	% mass		0.10	D – 1266
8	Korosi bilah tembaga	ASTM No		No 1	D – 130
9	Uji Doctor		Negatif		IP – 30
	Mercaptan Sulfur	% mass		0,002	D – 3227
10	Oxigenat content	% Vol		11	Dicampurkan
11	Warna		Kuning		Visual
12	Dye content	g/100 l		0.13	

\*) Tanpa penambahan bahan yang mengandung timbal

\*\*\*) penyesuaian dengan menggunakan Volatylity Adjustment Table

Sumber : Surat keputusan Dirjen Migas N0 73 K/72/DDJM/2001

Selain itu *Bioethanol* memiliki spesifikasi sebagai berikut::

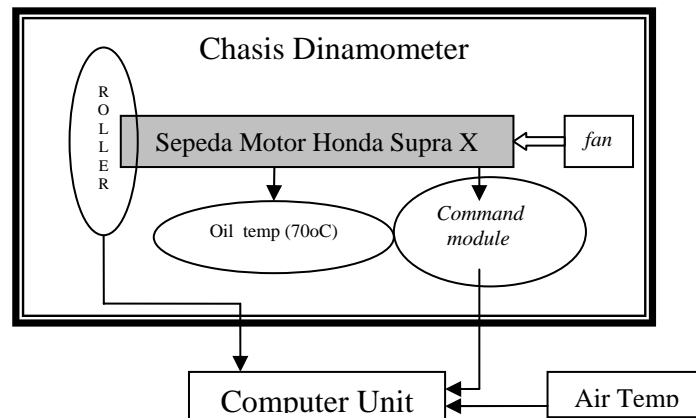
- Berat jenis : 0,790 kg/m<sup>3</sup> diukur suhu 289° K  
 Temperatur penyalaaan (*flash point*) : 360°C  
 Nilai kalor bahan bakar : 26,68 MJ/kg

Adapun spesifikasi dari sepeda motor Honda Supra X tersebut adalah sebagai berikut:

Jenis mesin : Motor bensin empat langkah, 2 valve, OHC, pendingin udara  
 Diameter silinder : 50 mm  
 Panjang langkah torak : 49,5 mm  
 Volume langkah : 97,1 cm<sup>3</sup>  
 Perbandingan kompresi : 8,8 : 1  
 Daya maksimum : 7,2 PS ( 7,09 HP)  
 Torsi maksimum : 7,4 Ftlb (10,064 Nm)  
 Sudut pengapian : 15° sebelum TMA  
 Pelumas : Pertamina Enduro 4T 20W/50  
 Tekanan Udara Ban depan : 220 kPa  
 Busi : C7HSA (NGK)

Dinamometer yang digunakan untuk pengujian kali ini adalah chasis dinamometer. Chasis dinamometer ini bermerk *Dyno Dinamics* tipe *4WD/AWD Lowboy 450RV* mampu mendeteksi daya mesin, torsi mesin, *inlet air temperatur*, *Air Fuel Temperature*, *Manifold Vacum/Boost*, kecepatan dan sebagainya. Spesifikasi *Dyno Dinamics* yang digunakan adalah sebagai berikut:

Merk : Dyno Dinamics, Australia  
 Tipe : 4WD/AWD Lowboy 450RV  
 Daya maksimum 2 roda : 450 kW (600 HP)  
 Daya maksimum 4 roda : 900 kW (1200 HP)  
 Kecepatan maksimum : 250 km/jam  
 Kapasitas maksimum kendaraan : 4500 kg



Gambar 1 Skema Susunan Peralatan Uji

Data yang diperoleh pada pengujian performa mesin pada masing masing jenis bahan bakar diambil daya maksimum yang dicapai, torsi maksimum dan *air-fuel ratio* pada kondisi *full throttle*. Tidak semua performa mesin dapat direkam oleh dinamometer. Untuk dapat mengetahui parameter kerja lainnya diperlukan perhitungan dengan menggunakan data yang telah didapatkan . Rumus yang digunakan untuk perhitungan data para meter mesin secara manual jika peralatan yang digunakan pada saat pengujian tidak dapat merekam data yang diinginkan. Maka rumus yang dapat digunakan antara lain :

1. Perhitungan daya (*power*), dengan rumus :

$$P_b = \frac{2 \pi \cdot N \cdot T}{60 \times 10^3} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

- Pb = Brake power/daya .....(kW)
- N = Putaran mesin ...(rpm)
- T = Torsi.....(Nm)

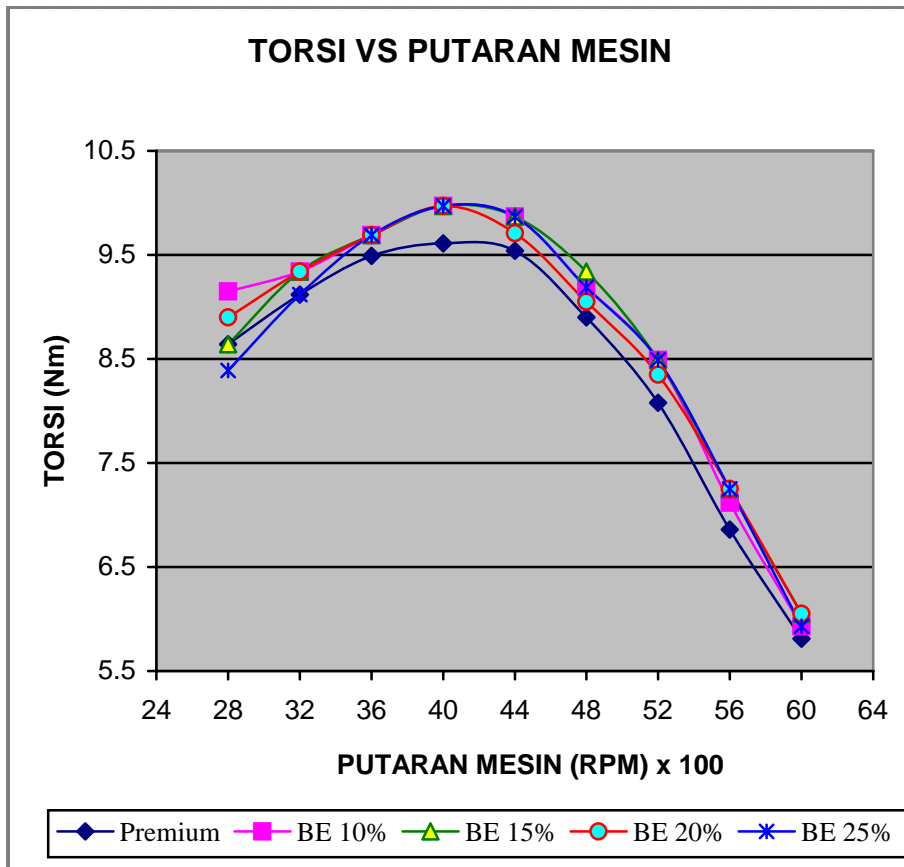
2. Perhitungan *Brake Specific Fuel Consumption (BSFC)*, dengan rumus :

Dimana : 
$$BSFC = \frac{m_f}{P_b} \dots\dots\dots(2)$$

BSFC = Brake Specific Fuel Consumption .....(g/kW.hr)  
 mf = Fuel Mass Flow .....(g/hr)  
 Pb = Brake Power ..... (kW)

**Hasil dan Pembahasan**

Data yang diperoleh dari hasil pengujian performa mesin sepeda motor empat tak dengan bahan bakar Premium dan Premium yang disubstitusi *Bioethanol* dengan konsentrasi 10%, 15%, 20% dan 25% menggunakan alat Chasis dinamometer. Pengujian dilakukan pada masing masing bahan bakar dalam beberapa putaran mesin. Data rata-rata penilaian hasil penelitian performa sepeda motor Honda Supra X Torsi mesin yang dihasilkan oleh mesin sepeda motor Honda Supra X dengan bahan bakar gasohol dengan substitusi *Bioethanol* 10% sampai 25% melebihi torsi mesin yang dihasilkan oleh mesin sepeda motor Honda Supra X Premium murni hal ini disebabkan perbandingan kompresi perbandingan kompresi pada sepeda motor Honda Supra X sebesar 1 : 8,8 sebenarnya membutuhkan angka oktan yang lebih dari 88 agar pembakaran yang terjadi sempurna. Fenomena yang terjadi pada torsi ini dapat dilihat pada gambar 2 sebagai berikut :



Gambar 2 Grafik hubungan antara Torsi Mesin Dengan Putaran Mesin

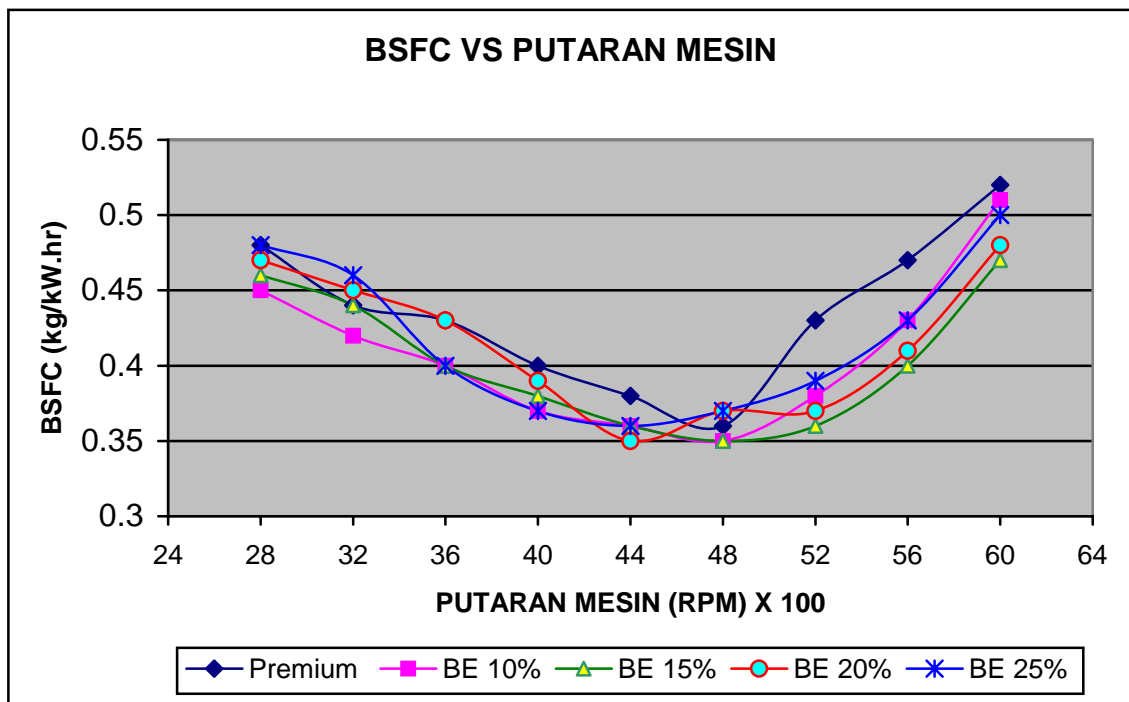
Tampak bahwa torsi optimum yang dihasilkan oleh bahan bakar gasohol hampir sama dan terjadi pada putaran sedang dimana pembakaran terjadi sempurna. Kecuali pada putaran rendah nampak torsi yang dihasilkan bahan bakar dengan substitusi 25% lebih rendah dari premium hal ini disebabkan pembakaran yang terlalu cepat. Pada grafik tersebut terlihat bahwa torsi yang dihasilkan sangat bervariasi.

- a. Torsi maksimum yang dihasilkan dengan bahan bakar Premium murni sebesar 9,61 pada putaran 4000 rpm. Sedangkan torsi minimumnya sebesar 5,81 pada putaran 6000 rpm.

- b. Torsi maksimum yang dihasilkan dengan bahan bakar gasohol dengan substitusi *Bioethanol* 10% sebesar 9,97 Nm pada putaran 4000 rpm. Sedangkan torsi minimumnya sebesar 5,93 Nm pada putaran 6000 rpm.
- c. Torsi maksimum yang dihasilkan dengan bahan bakar gasohol dengan substitusi *Bioethanol* 15% yaitu sebesar sebesar 9,97 Nm pada putaran 4000 rpm. Sedangkan torsi minimumnya juga sama yaitu sebesar 6,05 Nm pada putaran 6000 rpm.
- d. Torsi maksimum yang dihasilkan dengan bahan bakar gasohol dengan substitusi *Bioethanol* 20% yaitu sebesar sebesar 9,97 Nm pada putaran 4000 rpm. Sedangkan torsi minimumnya juga sama yaitu sebesar 6,05 Nm pada putaran 6000 rpm.
- e. Torsi maksimum yang dihasilkan dengan bahan bakar gasohol dengan substitusi *Bioethanol* 25% sebesar 9,97 Nm pada putaran 4000 rpm. Sedangkan torsi minimumnya sebesar 5,93 Nm pada putaran 6000 rpm.

Torsi maksimum yang terjadi pada mesin dengan bahan bakar gasohol dengan substitusi *Bioethanol* 10%, 15%, 20% dan 25% hampir sama hal ini dimungkinkan karena penambahan substitusi yang hanya berselisih 5% tidak menimbulkan perbedaan oktan yang cukup signifikan. Akan tetapi berbeda cukup jelas bila dibandingkan dengan mesin berbahan bakar Premium hal ini disebabkan perbedaan angka oktan yang menyebabkan waktu pembakaran dilakukan pada saat tekanan pada silinder hampir mencapai tekanan maksimum sehingga gaya yang dihasilkan gas pembakaran terhadap permukaan piston yang berbeda.

Performa mesin yang baik ditentukan oleh nilai *bsfc* (*brake specific fuel consumption*) yang rendah. *bsfc* (*brake specific fuel consumption*) mesin yang dihasilkan oleh mesin sepeda motor Honda Supra X dengan bahan bakar gasohol dengan substitusi *Bioethanol* 10% sampai 25% lebih rendah dibandingkan *bsfc* (*brake specific fuel consumption*) mesin yang dihasilkan oleh mesin sepeda motor Honda Supra X dengan Premium murni. *bsfc* (*brake specific fuel consumption*) merupakan besarnya aliran bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan daya.



Gambar 3 Grafik hubungan antara *bsfc* Dengan Putaran Mesin

Pada gambar 3 di atas dapat dilihat bahwa kebutuhan bahan bakar spesifik (*bsfc*) atau kebutuhan bahan bakar untuk menghasilkan daya 1 kW selama 1 jam pada sepeda motor Honda Supra X adalah sebagai berikut :

- a. Dengan bahan bakar Premium murni *bsfc* terbesar terjadi pada putaran tertinggi 6000 rpm sebesar 529,51g/kW.hr dan *bsfc* terkecil terjadi pada putaran 4800 sebesar 362,01 g/kW.hr

- b. Dengan bahan bakar gasohol dengan substitusi *Bioethanol* 10% murni *bsfc* terbesar terjadi pada putaran tertinggi 6000 rpm sebesar 511,28g/kW.hr dan *bsfc* terkecil terjadi pada putaran 4800 sebesar 355,45 g/kW.hr.
- c. Dengan bahan bakar gasohol dengan substitusi *Bioethanol* 15% murni *bsfc* terbesar terjadi pada putaran tertinggi 6000 rpm sebesar 471,50 g/kW.hr dan *bsfc* terkecil terjadi pada putaran 4800 sebesar 353,93 g/kW.hr.
- d. Dengan bahan bakar gasohol dengan substitusi *Bioethanol* 20% murni *bsfc* terbesar terjadi pada putaran tertinggi 2800 rpm sebesar 479,99 g/kW.hr dan *bsfc* terkecil terjadi pada putaran 4400 sebesar 357,48 g/kW.hr.
- e. Dengan bahan bakar gasohol dengan substitusi *Bioethanol* 25% murni *bsfc* terbesar terjadi pada putaran tertinggi 6000 rpm sebesar 503,76 g/kW.hr dan *bsfc* terkecil terjadi pada putaran 4800 sebesar 355,45 g/kW.hr.

Dari penjelasan diatas dapat diartikan bahwa pada saat putaran tinggi atau putaran rendah mesin sepeda motor Honda Supra X menghasilkan *bsfc* yang lebih besar hal ini berkaitan dengan daya yang dihasilkan pada putaran tersebut lebih kecil di banding putaran sedang. Hal ini dimungkinkan karena pada kondisi awal dibutuhkan banyak bahan bakar untuk dikonversi menjadi panas yang akan diubah menjadi daya dan pada putaran tinggi grafik daya yang mulai menurun dan bertambah banyaknya aliran bahan bakar menyebabkan nilai *bsfc* semakin besar karena nilai *bsfc* berbanding terbalik dengan besarnya daya yang dihasilkan.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran, perhitungan dan pengolahan data serta analisa yang dilakukan terhadap performa motor 4 tak berbahan bakar Premium murni dan gasohol dengan substitusi *Bioethanol* sebesar 10%, 15%, 20% dan 25% pada mesin sepeda motor Honda Supra X maka dapat ditarik kesimpulan antara lain :

1. Torsi yang dihasilkan mesin sepeda motor Honda Supra X berbahan bakar gasohol dengan substitusi *Bioethanol* 10%, 15%, 20% dan 25% melebihi torsi yang dihasilkan oleh mesin sepeda motor Honda Supra X berbahan bakar Premium murni. Kecuali substitusi *Bioethanol* 25% pada putaran 2800 torsi yang dihasilkan masih lebih rendah dari pada Premium murni dikarenakan kecendrungan terjadinya pembakaran lebih awal dalam silinder pada putaran rendah yang disebabkan tingginya angka oktan.
2. Dari segi konsumsi bahan bakar, konsumsi bahan bakar terendah didapat pada substitusi *Bioethanol* 15% murni dimana *brake specific fuel consumption* yang merupakan besarnya aliran bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan daya terjadi pada putaran 4800 rpm sebesar 353,93 g/kW.hr.

### Daftar Pustaka

- B.Johansson (et all), 1993, "*RenewableEnergy Sources for Fuel and Electricity*",Island Press, New York
- Jhon B. Heywood, 1988," *Internal combustion Engine Fudamentals*", McGraw-Hill, New York
- Oberlin Sidjabat, 2003, "*Bahan Bakar Minyak Bensin (Bertimbel dan Tidak Bertimbel): Pengaruhnya terhadap Lingkungan dan Permasalahannya*", Lembar Publikasi Lemigas Vol.37 .NO. 2/2003
- [http://www.pertamina.com/Indonesia/head\\_office/hupmas/news/Februari/25 Februari 2005.html](http://www.pertamina.com/Indonesia/head_office/hupmas/news/Februari/25%20Februari%202005.html)
- <http://www.blogspot.com/renewablesenergy/2005/02/menanam-bensin-di-kebun-singkong.html>
- [http://www.puspitek.net/html/detil\\_berita](http://www.puspitek.net/html/detil_berita)
- [http://www.Pertamina.com/Indonesia/head\\_office/hupmas/edu\\_library/produksi.html](http://www.Pertamina.com/Indonesia/head_office/hupmas/edu_library/produksi.html)Thomas