

## UJI KINERJA MESIN 4 LANGKAH DENGAN BAHAN BAKAR *BIOETHANOL* DARI POLONG TREMBESI SEBAGAI CAMPURAN PREMIUM

SULAKSMONO WASKITO AJI

S1 Pendidikan Teknik Mesin Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail: ajikee@gmail.com

DWI HERU SUTJAHJO

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail: DwiHeru.C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH@gmail.com

### ABSTRAK

Bertambahnya jumlah kendaraan bermotor diikuti semakin meningkatnya jumlah konsumsi bahan bakar. Kenyataannya, ketersediaan bahan bakar minyak bumi semakin mengalami penurunan. Bahan bakar yang berasal dari minyak bumi tidak bisa diperbaharui. Untuk itu perlu adanya bahan bakar alternatif yaitu bahan bakar nabati atau *bioethanol*. *Bioethanol* diperoleh dari bahan baku polong trembesi dengan memfermentasi karbohidrat yang terkandung di dalamnya. Penggunaan *bioethanol* sebagai campuran premium pada mesin 4 langkah dengan tujuan untuk mengetahui torsi, daya, konsumsi bahan bakar, dan efisiensi *thermal*. Jenis penelitian ini adalah eksperimen. Objek penelitian adalah sepeda motor Suzuki Satria F150. Dengan menggunakan putaran mesin 3000 rpm-10000 rpm dengan range 500 rpm. Penelitian ini menggunakan metode pengujian rpm berubah pada beban penuh (*Full Open Throttle Valve*) dengan posisi transmisi *top gear* yang berpedoman pada *standart SAE J1349*. Bahan bakar yang digunakan adalah E0, E5, E10, E15, dan E20. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif, yaitu mendeskripsikan data *numeric* yang diperoleh, kemudian dijelaskan dalam bentuk kalimat sederhana yang mudah dipahami. Hasil pengujian menunjukkan bahwa, bahan bakar premium lebih baik dari pada biopremium (E5, E10, E15, dan E20) dengan campuran *bioethanol* dari polong trembesi dari segi kinerja mesin yang dihasilkan. Hal ini ditunjukkan dengan peningkatan torsi masing-masing 2,53 %, 1,69 %, 6,91 %, dan 5,56 % pada 10000 rpm. Peningkatan daya masing-masing 1,76 %, 1,76 %, 7,13 %, dan 5,37 % pada 10000 rpm. Penurunan konsumsi bahan bakar masing-masing 17,77 %, 30,71 %, 38,36 %, dan 35,47 % pada 9500 rpm. Peningkatan efisiensi *thermal* masing-masing 23,24 %, 33,69 %, 43,42 %, dan 70,59 % pada 7500 rpm. Penggunaan biopremium dengan campuran *bioethanol* dari polong trembesi yang terbaik adalah E15.

**Kata kunci** : *Bioethanol*, Polong Trembesi, Biopremium, Kinerja Mesin, dan mesin 4 langkah.

### ABSTRACT

Increasing number of vehicles followed the increasing amount of fuel consumption. In fact, the availability of petroleum fuels further decline. Fuel derived from petroleum can not be renewed. For that we need the alternative fuel is biofuel or bioethanol. Bioethanol is obtained from raw tamarind pods to ferment carbohydrates contained therein. The use of bioethanol as a blend of premium 4 stroke engine in order to determine the torque, power, fuel consumption, and thermal efficiency. This type of research is experimental, research objects are motorcycles Suzuki Satria F150 and bioethanol fuel. By using the engine speed 3000 rpm-10000 rpm to 500 rpm range. This research uses the methods of testing at full load rpm change (*Full Open Throttle Valve*) with top transmission gear position based on the *SAE J1349* standard. The fuel used is E0, E5, E10, E15, and E20. The data analysis technique used is descriptive analysis, which describes the numeric data obtained, later described in a simple sentence easily understood. The test results show that premium fuel is better than biopremium (E5, E10, E15, and E20) with a mixture of bioethanol from tamarind pods in terms of engine performance generated. This is indicated by an increase in torque respectively 2.53%, 1.69%, 6.91%, and 5.56% at 10000 rpm. Increased respectively 1.76%, 1.76%, 7.13%, and 5.37% at 10000 rpm. Reductions in fuel consumption respectively 17.77 %, 30.71 %, 38.36 %, and 35.47 % at 9500 rpm. Improved thermal efficiency respectively 23.24 %, 33.69 %, 43.42 %, and 70.59 % at 7500 rpm. The use of biopremium with a blend of bioethanol from samanea saman a best is E15.

**Keywords**: Bioethanol, Samanea saman, Biopremium, Performance Machine, and machine 4 stroke.

**PENDAHULUAN**

Perkembangan otomotif semakin meningkat, dengan munculnya teknologi yang semakin canggih dan meningkatnya jumlah kendaraan di Indonesia. Berdasarkan data penjualan sepeda motor yang tergabung dalam Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia (AISI), terjadi kenaikan yang cukup signifikan dalam 2 tahun terakhir. Dimana penjualan merk Honda mencapai 4 juta unit, sedangkan penjualan Yamaha masih dibawah Honda yaitu 3 juta unit. Untuk Suzuki penjualan mencapai 500 ribu unit, Kawasaki 100 ribu unit, TVS 100 ribu, unit dan Kanzen 300 unit, <http://www.berita-ane.com/2012/01/data-penjualan-motor2011.html>, diakses 8 Februari 2012. Data diatas adalah penjualan sepeda motor pada tahun 2011. Untuk 2012, penjualan motor diprediksi akan tembus 9 juta unit.

*Bioethanol* yang dimaksud adalah BBM yang berasal dari proses fermentasi gula melalui proses kimia penguapan atau distilasi. *Ethanol* (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) berupa cairan bening tidak berwarna, terurai secara biologis, toksisitas rendah dan tidak menimbulkan polusi udara yang besar apabila bocor. *Ethanol* yang terbakar menghasilkan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan air (H<sub>2</sub>O).

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian yang telah dilakukan oleh Prasetyo (2011), Dimana bioetanol dari polong trembesi mempunyai spesifikasi kadar etanol 95%, densitas 0,76 gr/ml, nilai kalor 6068,7 Kcal/kg, pour point -40 °C, flash point 60 °C dan viskositas 1,60 cST.

Dalam memecahkan permasalahan yang dihadapi dalam penelitian, maka penelitian ini menggunakan:

- Mesin yang digunakan dalam penelitian ini adalah sepeda motor Suzuki Satria F150 dengan kapasitas mesin 147.3 cc.
- Pengujian dilakukan pada putaran mesin 3000 rpm sampai 10000 rpm dengan *range* 500 rpm.
- Pengaruh temperatur dan kelembaban udara di ruang uji tidak dibahas.
- Bahan bakar yang digunakan adalah premium murni E0, biopremium E5 (95% premium + 5% *bioethanol*), biopremium E10 (90% premium + 10% *bioethanol*), biopremium

E15 (85% premium + 15% *bioethanol*), dan biopremium E20 (80% premium + 20% *bioethanol*).

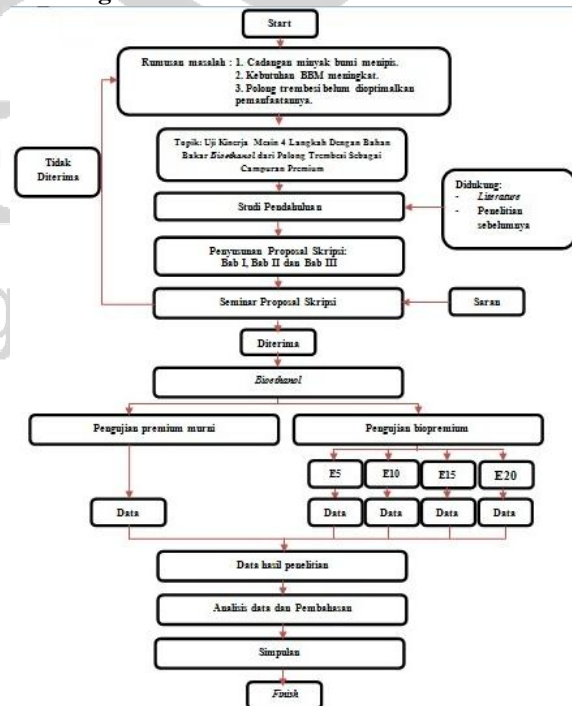
- Uji kinerja yang diteliti adalah torsi (T) terhadap putaran, daya efektif (Ne) terhadap putaran, konsumsi bahan bakar (*fc*) terhadap putaran, dan efisiensi *thermal* ( $\eta_{th}$ ).

Adapun masalah yang dibahas oleh peneliti dari penelitian ini adalah pengaruh penggunaan bahan bakar *bioethanol* polong trembesi sebagai campuran premium pada mesin 4 langkah terhadap torsi, daya efektif, konsumsi bahan bakar, dan efisiensi *thermal* yang dihasilkan.

Adapun tujuan yang hendak dicapai oleh peneliti dari penelitian ini adalah melihat pengaruh penggunaan bahan bakar *bioethanol* polong trembesi sebagai campuran premium pada mesin 4 langkah terhadap torsi, daya efektif, konsumsi bahan bakar, dan efisiensi *thermal* yang dihasilkan.

Manfaat yang didapat dari peneliti adalah membantu mencari sumber-sumber bahan bakar alternatif sebagai substitusi premium, mengoptimalkan polong trembesi sebagai bahan bakar *bioethanol*, dan mereduksi emisi gas buang.

**METODE**  
**Rancangan Penelitian**



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Penelitian eksperimen ini dilakukan setelah melakukan ujian seminar proposal skripsi sampai dengan selesai. Penelitian eksperimen ini akan dilakukan di Laboratorium Pengujian Performa Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya dan Laboratorium Produksi Unit Pertamina Surabaya.

#### Variabel Penelitian

- Variabel Bebas.  
Pada penelitian ini yang menjadi variabel bebas adalah:
  - Bahan bakar Premium E0.
  - Bahan bakar Biopremium E5.
  - Bahan bakar Biopremium E10.
  - Bahan bakar Biopremium E15.
  - Bahan bakar Biopremium E20.
- Variabel Kontrol  
Pada penelitian ini yang menjadi variabel kontrol adalah:
  - Putaran mesin 3000 rpm sampai 10000 rpm dengan *range* 500 rpm.
  - Temperatur oli mesin pada saat pengujian 60°C.
  - Celah busi dalam kondisi standart yaitu 0,7 mm.
  - Temperatur udara sekitar 25-35 °C.
  - Kelembaban udara (*humidity*) 25-60 %.
- Variabel Terikat  
Pada penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah:
  - Torsi yang dihasilkan.
  - Daya yang dihasilkan.
  - Jumlah konsumsi bahan bakar.
  - Efisiensi *thermal* yang dihasilkan.

#### Prosedur Pengujian

- Persiapan  
Prosedur yang harus dilakukan pada tahap persiapan adalah sebagai berikut:
  - Melakukan *tune up* mesin pada objek penelitian.
  - Mempersiapkan premium murni dan biopremium dengan campuran *bioethanol* dari polong trembesi.
  - Memeriksa perlengkapan pada *dynamometer*.
  - Mempersiapkan perlengkapan alat dan instrumen pengujian yang akan digunakan, seperti *4 in 1 Multi-Function Environment Meter*, *stopwatch*, gelas ukur, dan *blower*.

- Pengujian
  - Torsi dan daya  
Prosedur yang harus dilakukan pada tahap pengujian ini adalah menghidupkan mesin, memanaskan mesin untuk mencapai suhu kerja mesin kurang lebih selama 5 menit (suhu oli  $\geq 60^{\circ}\text{C}$ ), menghidupkan *blower*, memposisikan transmisi *top gear*, membuka *throttle valve* secara perlahan hingga terbuka penuh, pengamatan mulai dilakukan dan beban dari *inertia chassis dynamometer* diatur dengan membuka *throttle valve* sampai mesin menunjukkan putaran yang diinginkan (3000 rpm sampai 10000 rpm, dengan *range* 500 rpm), melakukan penyimpanan data yang meliputi putaran mesin, torsi, dan daya, mesin dimatikan sampai temperatur mesin kembali normal dan pengujian tersebut dilakukan sebanyak 3 kali, dan untuk pengujian pada bahan bakar biopremium (E5 sampai E20) dilakukan seperti pengujian bahan bakar premium murni (E0).
  - Konsumsi bahan bakar  
Prosedur yang harus dilakukan pada tahap pengujian ini adalah menghidupkan mesin, memanaskan mesin untuk mencapai suhu kerja mesin kurang lebih selama 5 menit (suhu oli  $\geq 60^{\circ}\text{C}$ ), Menghidupkan *blower*, memasukkan bahan bakar premium pada gelas ukur, memposisikan transmisi *top gear*, membuka *throttle valve* secara perlahan hingga terbuka penuh, pengamatan mulai dilakukan dan beban dari *inertia chassis dynamometer* diatur oleh *throttle valve* sampai mesin menunjukkan putaran yang diinginkan (3000 rpm sampai 10000 rpm, dengan *range* 500 rpm) dengan menahan *throttle valve* agar tetap terbuka sampai menunjukkan putaran mesin konstan, melakukan pencatatan data waktu konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan untuk pemakaian bahan bakar sebanyak 5 ml, mesin dimatikan sampai temperatur mesin kembali normal, dan untuk pengujian pada bahan bakar biopremium E5 sampai E20 dilakukan seperti pengujian bahan bakar premium murni (E0).
  - Akhir pengujian  
Prosedur yang harus dilakukan pada tahap persiapan adalah sebagai berikut:
    - Menurunkan putaran mesin secara perlahan sampai *idle*.

- Mematikan mesin.
- Mematikan *blower*.

**Teknik Analisis Data**

Teknik analisis data yang digunakan adalah metode deskriptif. Hal ini dilaksanakan untuk mendeskripsikan atau memberikan gambaran secara sistematis terhadap fenomena yang terjadi selama dilakukan pengujian. Data hasil penelitian yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan data dalam tabel dan grafik tersebut menjadi kalimat yang sederhana, mudah dibaca, dipahami, dan dipresentasikan sehingga pada intinya adalah sebagai upaya mencari jawaban atas permasalahan yang diteliti.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Torsi**

Tabel 1. Hasil Pengujian Torsi Dengan Bahan Bakar Premium Murni (E0) dan Biopremium dengan *Bioethanol* dari Polong Trembesi (E5, E10, E15, dan E20)

Putaran (rpm)	Torsi (kgf.m)				
	E0	E5	E10	E15	E20
3000	6,14	6,18	5,31	5,28	5,76
3500	6,82	6,70	6,71	6,85	6,95
4000	6,13	6,18	5,66	6,23	6,44
4500	5,98	6,15	5,24	6,36	6,47
5000	6,54	6,51	5,47	6,78	6,84
5500	7,12	7,13	7,31	7,35	7,31
6000	7,34	7,37	7,44	7,51	7,58
6500	7,81	7,74	7,91	7,92	7,93
7000	7,92	8,03	8,02	8,22	8,18
7500	8,12	8,15	8,26	8,24	8,26
8000	7,92	8,00	8,14	8,29	8,18
8500	7,82	7,82	7,67	7,81	7,87
9000	7,67	7,35	7,82	7,78	7,46
9500	6,72	6,79	6,90	7,00	6,97
10000	5,93	6,08	6,03	6,34	6,26

Torsi maksimum yang dihasilkan oleh kendaraan Suzuki Satria F150 tahun 2010 dengan bahan bakar premium murni sebesar 8,12 kg.f.m pada putaran 7500 rpm. Torsi maksimal yang dihasilkan kendaraan ini berubah ketika menggunakan bahan bakar biopremium E5, torsi yang dihasilkan sebesar 8,15 kg.f.m, biopremium E10, torsi yang dihasilkan sebesar 8,26 kg.f.m, biopremium E15, torsi yang dihasilkan sebesar 8,29 kg.f.m, biopremium E20, torsi yang dihasilkan sebesar 8,26 kg.f.m.

Pada rentang putaran 3000 rpm sampai 4500 rpm, grafik torsi cenderung mengalami peningkatan dan penurunan. Hal ini disebabkan

karena transmisi dari sepeda motor mempunyai 6 kecepatan, sehingga momen puntir untuk memutar roda sepeda motor terlalu berat, akibatnya torsi yang dihasilkan juga mengalami naik turun.

Pada rentang 5000 rpm sampai 7500 rpm, grafik torsi cenderung meningkat. Hal ini disebabkan karena dengan putaran mesin yang semakin naik, maka turbulensi aliran yang masuk ke ruang bakar semakin naik. Pada keadaan ini campuran udara dan bahan bakar mendekati campuran *stoichiometric*. Selain itu peningkatan torsi yang menggunakan bahan bakar biopremium pada mesin ini disebabkan oleh angka oktan yang meningkat. Angka oktan *bioethanol* dari polong trembesi adalah 118, sedangkan angka oktan premium adalah 88.

Pada rentang 7500 rpm sampai 10000 rpm, grafik torsi cenderung menurun. Hal ini disebabkan karena pada putaran tinggi terjadi keterlambatan pembakaran sehingga ledakan pembakaran terjadi pada saat torak menuju TMB. Selain itu, penelitian ini tidak dilakukan perubahan pada timing pengapian dan variasi pada *slow jet* dan *main jet* karburator karena hanya membandingkan premium murni dan biopremium pada sepeda motor. Akibatnya torsi yang dihasilkan menurun pula pada putaran tinggi.

**Daya efektif**

Tabel 2. Hasil Pengujian Daya Dengan Bahan Bakar Premium Murni (E0) dan Biopremium dengan *Bioethanol* dari Polong Trembesi (E5, E10, E15, dan E20)

Putaran (rpm)	Daya Efektif (PS)				
	E0	E5	E10	E15	E20
3000	3,55	3,55	3,04	3,04	3,24
3500	4,56	4,46	4,46	4,56	4,66
4000	4,66	4,66	4,36	4,77	4,87
4500	5,17	5,27	4,46	5,48	5,58
5000	6,29	6,19	5,27	6,49	6,59
5500	7,50	7,50	7,71	7,71	7,61
6000	8,42	8,42	8,52	8,62	8,72
6500	9,63	9,63	9,84	9,84	9,84
7000	10,55	10,75	10,75	10,95	10,95
7500	11,36	11,66	11,66	11,86	11,56
8000	12,07	12,17	12,47	12,37	12,47
8500	12,47	12,78	12,47	12,68	13,18
9000	12,78	12,68	13,08	13,18	12,88
9500	12,17	12,27	12,57	12,68	12,68
10000	11,36	11,56	11,56	12,17	11,97

Daya maksimal dengan menggunakan bahan bakar premium murni dihasilkan pada putaran 9000 rpm sebesar 12,78 PS. Daya maksimal yang dihasilkan ketika bahan bakar diganti dengan biopremium E5 mengalami penurunan menjadi sebesar 12,68 PS. Pada saat bahan bakar diganti menggunakan biopremium E10 daya yang dihasilkan menjadi sebesar 13,08 PS. Pada saat bahan bakar diganti menggunakan biopremium E15 daya yang dihasilkan menjadi sebesar 13,18 PS. Pada saat bahan bakar diganti menggunakan biopremium E20 daya yang dihasilkan menjadi sebesar 12,88 PS.

Pada rentang putaran 3000 rpm sampai 5000 rpm, grafik torsi cenderung mengalami peningkatan dan penurunan. Hal ini disebabkan karena transmisi dari sepeda motor mempunyai 6 kecepatan, sehingga momen puntir untuk memutar roda sepeda motor terlalu berat, akibatnya torsi yang dihasilkan juga mengalami naik turun.

Pada rentang putaran 5500 rpm sampai 9000 rpm, daya mengalami peningkatan hingga mencapai daya maksimal. Hal ini disebabkan karena campuran udara dan bahan bakar mendekati campuran *stoichiometric* sehingga pembakaran berlangsung sempurna dan mengakibatkan daya efektif yang dihasilkan mesin meningkat. Selain itu peningkatan daya efektif disebabkan karena angka oktan pada biopremium.

Pada putaran 9000 rpm sampai 10000 rpm, grafik daya efektif cenderung menurun. Hal ini disebabkan karena pada putaran tinggi torak tidak mempunyai waktu yang cukup untuk melakukan langkah hisap, sehingga volume bahan bakar yang dihisap semakin berkurang dan tekanan kompresi menurun. Selain itu pada putaran tinggi terjadi keterlambatan pembakaran sehingga ledakan pembakaran terjadi pada saat torak menuju TMB. Akibatnya daya efektif yang dihasilkan menurun pula pada putaran tinggi.

### Konsumsi bahan bakar

Tabel 3. Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Dengan Bahan Bakar Premium Murni (E0) dan Biopremium dengan *Bioethanol* dari Polong Trembesi (E5, E10, E15, dan E20)

Putaran (rpm)	Konsumsi Bahan Bakar (kg/jam)				
	E0	E5	E10	E15	E20
3000	0,417	0,388	0,370	0,361	0,357

3500	0,466	0,419	0,401	0,399	0,398
4000	0,487	0,467	0,437	0,415	0,408
4500	0,491	0,472	0,464	0,442	0,425
5000	0,546	0,550	0,494	0,482	0,445
5500	0,626	0,641	0,553	0,528	0,489
6000	0,696	0,676	0,580	0,565	0,520
6500	0,776	0,733	0,664	0,601	0,570
7000	0,916	0,817	0,749	0,647	0,606
7500	1,040	0,853	0,803	0,696	0,682
8000	1,165	1,079	0,931	0,776	0,774
8500	1,343	1,142	1,022	0,862	0,849
9000	1,480	1,212	1,056	0,992	0,937
9500	1,698	1,397	1,177	1,047	1,096
10000	1,890	1,491	1,445	1,339	1,345

Penurunan konsumsi bahan bakar maksimal yang dihasilkan dari bahan bakar premium murni terjadi pada putaran 9500 rpm, yaitu sebesar 1,698 kg/cm<sup>2</sup>, konsumsi bahan bakar berubah ketika menggunakan bahan bakar biopremium E5 menjadi sebesar 1,397 kg/cm<sup>2</sup>. Pada saat bahan bakar menggunakan biopremium E10 menjadi sebesar 1,177 kg/cm<sup>2</sup>. Pada saat bahan bakar menggunakan biopremium E15 sebesar menjadi 1,047 kg/cm<sup>2</sup>. Pada saat bahan bakar menggunakan biopremium E20 menjadi sebesar 1,096 kg/cm<sup>2</sup>.

Berdasarkan tabel menunjukkan bahwa semakin tinggi campuran *bioethanol* maka konsumsi bahan bakar semakin menurun. Hal ini dikarenakan dari bahan bakar E5, E10, E15, dan E20 mengandung unsur molekul O<sub>2</sub>, sehingga pembakaran lebih sempurna. Hal ini menyebabkan waktu konsumsi bahan bakar tersebut lebih lama. Konsumsi bahan bakar yang menggunakan bahan bakar biopremium dengan *bioethanol* dari polong trembesi cenderung lebih rendah dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar yang menggunakan bahan bakar premium murni. Hal ini dibuktikan dengan tingginya lambda dari hasil pengujian emisi gas buang yang dilakukan oleh Prasetyo (2011). Hasil pengujian lambda adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Lambda

Putaran mesin (rpm)	Lambda ( $\lambda$ )				
	E0	E5	E10	E15	E20
3000	1,064	1,195	1,068	1,305	1,226
3500	1,045	1,017	1,049	1,217	1,216
4000	1,007	0,989	1,041	1,189	1,184
4500	0,991	1,000	1,028	1,172	1,168
5000	0,951	0,915	0,958	1,082	1,083

5500	0,981	0,913	0,947	1,037	1,040
6000	0,982	0,924	0,947	1,010	1,065
6500	0,961	0,906	0,917	0,992	1,024
7000	1,004	0,926	0,925	0,978	0,999
7500	1,024	0,886	0,965	1,012	0,989
8000	0,969	0,936	0,969	0,988	0,989
8500	0,937	0,907	0,960	0,970	0,994
9000	0,887	0,899	0,928	0,991	0,967
9500	0,863	0,884	0,917	0,933	0,956
10000	0,873	0,900	0,913	0,950	1,047

**Efisiensi thermal**

Tabel 5. Hasil Perhitungan Efisiensi Thermal Dengan Bahan Bakar Premium Murni (E0) dan Biopremium dengan Bioethanol dari Polong Trembesi (E5, E10, E15, dan E20)

Putaran (rpm)	Efisiensi thermal (%)				
	E0	E5	E10	E15	E20
3000	0,097	0,102	0,094	0,088	0,113
3500	0,111	0,119	0,127	0,119	0,146
4000	0,109	0,112	0,114	0,120	0,149
4500	0,120	0,125	0,110	0,130	0,164
5000	0,131	0,126	0,122	0,141	0,185
5500	0,136	0,131	0,159	0,153	0,194
6000	0,137	0,139	0,168	0,159	0,209
6500	0,141	0,147	0,169	0,171	0,216
7000	0,131	0,147	0,164	0,177	0,226
7500	0,124	0,153	0,166	0,178	0,212
8000	0,118	0,126	0,153	0,167	0,201
8500	0,106	0,125	0,139	0,154	0,194
9000	0,098	0,117	0,142	0,139	0,172
9500	0,081	0,098	0,122	0,127	0,145
10000	0,068	0,087	0,091	0,095	0,111

Efisiensi thermal maksimal dihasilkan pada putaran 6500 rpm sampai 7500 rpm, dengan bahan bakar premium murni mencapai sebesar 0,141 %, efisiensi thermal berubah ketika menggunakan bahan bakar biopremium E5 menjadi sebesar 0,153 %. Pada saat bahan bakar menggunakan biopremium E10 menjadi sebesar 0,169 %. Pada saat bahan bakar menggunakan biopremium E15 menjadi sebesar 0,178 %. Pada saat bahan bakar menggunakan biopremium E20 menjadi sebesar 0,226 %.

Pada rentang putaran 3000 rpm sampai 4500 rpm, grafik efisiensi thermal cenderung mengalami peningkatan dan penurunan. Hal ini disebabkan karena transmisi dari sepeda motor mempunyai 6 kecepatan, sehingga momen puntir untuk memutar roda sepeda motor terlalu berat, akibatnya efisiensi thermal yang dihasilkan juga mengalami naik turun.

Pada rentang putaran 4500 rpm sampai 6500 rpm, grafik efisiensi thermal cenderung

mengalami peningkatan sampai maksimal. Hal ini disebabkan karena dengan putaran mesin yang semakin naik, maka turbulensi aliran yang masuk ke ruang bakar semakin naik. Pada keadaan ini campuran udara dan bahan bakar mendekati campuran *stoichiometric*, mengakibatkan perambatan nyala api semakin cepat dan pemnakaran berlangsung sempurna sehingga tekanan dan temperatur yang dihasilkan semakin tinggi dan efisiensi *thermal* yang dihasilkan besar pula.

Pada rentang 7000 rpm sampai 10000 rpm, grafik efisiensi *thermal* cenderung menurun. Hal ini disebabkan karena pada putaran tinggi torak tidak mempunyai waktu yang cukup untuk melakukan langkah hisap, sehingga volume bahan bakar yang dihisap semakin berkurang dan tekanan kompresi menurun. Selain itu pada putaran tinggi terjadi keterlambatan pembakaran sehingga ledakan pembakaran terjadi pada saat torak menuju TMB.

**KUTIPAN DAN ACUAN**

**Prinsip kerja motor 4 langkah**

Motor bakar adalah salah satu jenis dari mesin kalor, yaitu mesin yang mengubah energi termal untuk melakukan kerja mekanik atau mengubah tenaga kimia bahan bakar menjadi tenaga mekanis. Energi diperoleh dari proses pembakaran, proses pembakaran juga pengubahan energi tersebut dilaksanakan di dalam mesin dan ada yang dilakukan di luar mesin kalor (Kiyaku dan Murdhana, 1998: 2).

Prinsip kerja mesin bensin adalah campuran udara dan bahan bakar dari karburator masuk ke ruang bakar melalui *intake manifold*. Tekanan di dalam ruang bakar menjadi vakum karena torak bergerak dari TMA (Titik Mati Atas) ke TMB (Titik Mati Bawah), sehingga campuran tersebut masuk ke ruang bakar karena terjadi kevakuman pada ruang bakar. Kapasitas masuknya campuran udara dan bahan bakar sesuai dengan pembukaan katup masuk. Campuran udara dan bahan bakar dikompresikan oleh gerak torak dari TMB ke TMA dan kemudian busi memercikkan bunga api beberapa derajat sebelum TMA sehingga terjadi pembakaran. Tenaga hasil pembakaran tersebut mendorong torak bergerak dari TMA ke TMB dan

memutar poros engkol dari TMB ke TMA. Langkah ini digunakan untuk membuang gas sisa hasil pembakaran yang diteruskan oleh *exhaust manifold*.

### Bahan bakar

Bahan bakar premium adalah bahan bakar minyak jenis distilat berwarna kekuningan yang jernih, karena bensin premium dicampur dengan zat aditif dan mempunyai (*Riset Octane Number*) RON 88. Premium dianjurkan untuk kendaraan berbahan bakar bensin dengan perbandingan kompresi yang rendah (Pertamina, 1997:3).

Biopremium merupakan bahan bakar campuran bensin premium dengan *ethanol*. Biopremium mempunyai sifat dapat diperbaharui, artinya bahan bakar ini dapat dibuat oleh manusia dari bahan-bahan yang bisa ditumbuhkan. Biopremium diciptakan untuk menggantikan bahan bakar yang ada yaitu bensin. Dimana bahan bakar premium akan substitusi sebagian dengan *ethanol*.

Bahan bakar biopremium digunakan untuk mesin bensin dengan sistem kerja pada motor pembakaran dalam jenis torak, pembakaran terjadi dengan prinsip *spark ignition* yaitu bahan bakar terbakar setelah dinyalakan dengan busi. Biopremium merupakan bahan bakar *renewable* yang mempunyai angka oktan lebih besar dari pada angka oktan premium. Kadar *ethanol* yang terdapat pada biopremium di Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) pada umumnya berkisar 2%, yaitu dalam 1 liter bahan bakar terdiri atas 98% premium dan 2% *ethanol*.

### Bioethanol polong trembesi

Trembesi (*Samanea saman*) mudah dikenali dari karakteristik kanopinya yang berbentuk seperti payung. Pohon trembesi dapat mencapai tinggi maksimum mulai dari 15-25 m. Diameter puncak tanaman mencapai 30 m, sedangkan tanaman yang sangat besar mencapai diameter 50-60 m. Pohon trembesi biasanya memiliki cabang-cabang yang pendek dengan diameter 1-2 m dan pada beberapa kasus bisa mencapai 2-3 m. Penutupan area atau kanopi pohon trembesi kurang lebih 1/5 ha (Staples and Craig, 2008).

Keseluruhan polongnya mengandung 15,3 g uap lembab, 3,2 g abu, 2,1 g lemak, 12,7 g

protein, dan 55,3% karbohidrat. Bijinya mengandung 16,1 g *water content*, 3 g abu, 1,3 g lemak, 10,6 g protein, 10,8 g CF, dan 42% karbohidrat. Kulit bijinya mengandung tiga *flavonoid* dan *kaempferol*. Kulit kayu mengandung dua alkaloid ( $C_8H_{17}ON$  dan  $C_{17}H_{36}N_3$ ) dan saponin (samarin) yang merupakan hasil hidrolisis *glucone* dengan unsur  $C_{23}H_{36}O_4$ , arabinosa, glukosa, dan rhamnosa (Duke, 1983).

## PENUTUP

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, analisa, dan pembahasan yang telah dilakukan tentang pengaruh penggunaan bahan bakar alternatif biopremium dari polong trembesi terhadap kinerja sepeda motor Suzuki Satria F150 tahun 2010 dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Penggunaan bahan bakar *bioethanol* polong trembesi sebagai campuran premium pada mesin 4 langkah dapat meningkatkan torsi.
- Penggunaan bahan bakar *bioethanol* polong trembesi sebagai campuran premium pada mesin 4 langkah dapat meningkatkan daya.
- Penggunaan bahan bakar *bioethanol* polong trembesi sebagai campuran premium pada mesin 4 langkah dapat menurunkan konsumsi bahan bakar.
- Penggunaan bahan bakar *bioethanol* polong trembesi sebagai campuran premium pada mesin 4 langkah dapat meningkatkan efisiensi *thermal*.

### Saran

Dari serangkaian pengujian, perhitungan dan analisa data dan pengambilan simpulan yang telah dilakukan, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

- Penelitian ini dilakukan pada sepeda motor Suzuki Satria F150 tahun 2010, diharapkan ada penelitian lanjutan dengan menggunakan sepeda motor lain.
- Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menggunakan kadar *ethanol* lebih dari 96% pada kendaraan tahun pembuatan di atas 2010.
- Pengambilan data harus sesuai dengan prosedur pengujian terutama pada saat pengujian pada kinerja mesin.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim. Data penjualan motor 2011, (*Online*), <http://www.berita-ane.com/2012/01/data-penjualan-motor-2011.html>, diakses 8 Februari 2012.
- Anonim. Kiyaku dan Murdhana 1998, (*Online*) <http://ebookbrowse.com/bab-ii-husni-mubarak-c2-1-doc-d61326729>, diakses 07 Januari 2012.
- Anonim. Konsumsi BBM Indonesia Tergolong Sangat Boros, (*Online*), <http://finance.detik.com/read/2009/04/17/140524/1117084/4/konsumsi-bbm-indonesia-tergolong-sangat-boros>, diakses 08 Februari 2012.
- Anonim. Penyebab kelangkaan BBM, (*Online*), <http://bisnis.vivanews.com/news/read/231743-ini-penyebab-kelangkaan-bbm>, diakses 20 Februari 2012.
- Anonim. Premium, (*Online*), <http://www.pertamina.com/index.php/detail/read/premium->, diakses 01 Juli 2012.
- Anonim. Waskito. 2009. <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-12645-Chapter1.pdf>, diakses 08 Januari 2012.
- Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta. Rineka Cipta.
- Arismunandar, Wiranto. 2005. *Motor Bakar Torak (edisi kelima)*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Duke and Wain, 1981. *Samanea saman (rain tree)*, (*Online*), <http://rajabenih.com>, diakses 22 Febreuari 2012.
- George Granger Brown. (1973). *Unit Operations*. New York Tokyo: Modern Asia Edition.
- Heywood, John B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Halderman, James. D & Linder, Jim. 2006. *Automotif Fuel And Emissions Control Systems*. New Jersey: Pearson education, Inc.
- Hardjono. A. (2001). *Teknologi Minyak Bumi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Irawati, Fida Nur. 2011. *Uji Kinerja Mesin Motor Yamaha Vega R 2007 Dengan Berbahan Bakar Bioethanol dari Limbah Nanas Sebagai Campuran Premium*. Skripsi tidak diterbitkan. Surabaya: Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.
- James A. Duke. 1983. *Handbook of Energy Crops*. Unpublished. Samanea saman (jacq.) Merr. Mimosaceae Rain tree. [www.hort.purdue.edu](http://www.hort.purdue.edu), diakses 22 Februari 2012.
- Prasetyo, Nanang. 2012. *Pengaruh Jumlah Air, Ragi Dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Ethanol Dari Polong Trembesi (Samanea Saman) Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Skripsi tidak diterbitkan. Surabaya: Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.
- Prihandana, Rama, dkk. (2007). *Bioethanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Jakarta: PT Agromedia Pustaka.
- Staples, G.W and Craig. 2008. *Samanea Saman (rain tree)*, (*Online*), <http://www.traditionaltree.com>, diakses 9 Maret 2012.
- Toyota Astra Motor. 1995. *Training Manual New Step 2*. Jakarta: PT Toyota Astra Motor.
- Warju. 2009. *Pengujian Performa Mesin Kendaraan Bermotor*. Edisi Pertama. Surabaya: Unesa University Press.
- Wenda. 2011. *Pembuatan Bioethanol Dari Pemanfaatan Limbah Tepung Beras Pabrik Rose Brand*. Skripsi tidak diterbitkan. Surabaya: Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.