Pengaruh Variasi Waktu Pengapian TerhadapUjunk Kerja Motor Bensin 4 Langkah 1 Silinder 100 cc Dengan Bahan Bakar Etanol 96%

Dedy Hendrawan*, I Made Mara**, Made Wirawan**
*Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram
**Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram
Jl. Majapahit No.62 Mataram. Telp(0370)636126
Email : mesin_unram@telkom.net

ABSTRACT

In line the population growth, technological developments and the increasing of vehicles, the necesery of fuel is increase. Therefore, the people try to find an alternative fuel that is Ethanol as vehicle fuel. To increase the performance and efficiency to use of Ethanol fuel in vehicles is one of them by varying the ignition timing.

This research aimed to investigate the influence of ignition timing to torque, power and specific fuel consumption effective (SFCe) with 96% ethanol fuel. in a engine four stroke single cylinder 100 cc Honda Astrea Legenda. The research variation ignition timing are 15˚, 20˚ and 25˚ before TDC and the engine speed are 1500, 2500, 3500, 4500, and 6000 rpm.

The results show that the engine has better performance when the engine running on the ignition timing is advanced earlier. The highest torque at 20˚ ignition time before TDC 0.868 kgf.m at 6000 rpm, the highest effective power at 20˚ ignition time before TDC of 7.272 ps at 6000 rpm, and the lowest SFCe at 20˚ ignition time before TDC is 0, 08 kg / PS.hour at 6000 rpm.

Keywords: Time ignition, Ethanol, engine speed , performance.

1. PENDAHULUAN

Seiring berjalannya waktu pertumbuhan penduduk, perkembangan teknologi dan bertambahnya jumlah kendaraan maka kebutuhan bahan bakar terus meningkat. Bahan Bakar Minyak adalah kebutuhan masyarakat yang harus dipenuhi untuk berjalannya roda kehidupan. Tapi seiring berjalannya waktu ketersediaan bahan bakar fosil semakin berkurang (BBM).

Untuk mengatasi keterbatasan bahan bakar harus dilakukan penelitian dan pengembangan sebuah alternatif dari bahan bakar minyak. Oleh sebab itu masyarakat berusaha mencari bahan bakar alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak. Salah satu bahan bakar alternatif yang saat ini dikembangkan untuk mengurangi ketergantungan akan BBM terutama untuk kendaraan traansportasi adalah bahan bakar Etanol.

Etanol termasuk dalam kategori energi baru dan terbarukan. Etanol dapat dihasilkan dari produk pertanian, seperti jagung, tebu, bit, beras dll, dan menggunakan proses farmentasi. Ethanol atau ethyl alkohol C_2H_5OH, tidak berwarna dan dapat larut dalam semua jenis pelarut.

Dalam penelitian sebelumnya (*Setiyawan, 2007*) menggunakan bahan bakar campuran etanol dan bensin dengan variasi main jet, dan variasi ignition timing pada bahan bakar E85 untuk menghasilkan unjuk kerja mesin yang optimal.

Beberapa derajat sebelum akhir langkah kompresi busi memercikan api, percikan api pada busi akan membakar

daerah sekeliling busi. Bahan bakar yang telah tercampur udara yang terbakar akan bergerak menjauh dari busi, dan membakar campuran bahan bakar yang berada pada silinder sehingga tekanan dan temperatur naik, puncak tekanan hasil pembakaran terjadi 10-15˚ setelah TMA (*Anonim 1, 2013*).

Untuk meningkatkan performa mesin pada motor pembakaran dalam dapat dilakukan dengan tiga tahap, yaitu sebelum proses pembakaran, saat proses pembakaran, dan setelah proses pembakaran. Berhubungan dengan hal tersebut peneliti akan melakukan penelitian melalui tahap yang kedua, yaitu dengan memvariasikan waktu pengapian dan mencari waktu yang menghasilkan performa yang maksimal.

2. DASAR TEORI

Motor bakar merupakan salah satu jenis dari mesin kalor, yakni mesin yang merubah energi panas untuk melakukan kerja mekanik. Energi diperoleh dari proses pembakaran, proses pembakaran juga mengubah energi tersebut yang terjadi didalam dan diluar mesin kalor. Mesin merupakan alat yang mengubah sumber tenaga panas, listrik, air, angin, atau sumber tenaga lainya menjadi tenaga mekanik *(Arismunandar, 1998 .)*

Pada motor bakar berdasarkan sistem penyalaannya terbagi *spark ignition* dan *compression ignition*. Berdasarkan siklus kerjanya terbagi menjadi empat langkah dan dua langkah. Sistem penyalaan *spark ignition* (SI) merupakan metode penyalaan bahan bakar dengan bantuan api dari luar.

Pengaturan waktu pengapian yang tepat merupakan hal yang penting karena masing-masing motor memiliki waktu pengapian optimal pada kondisi standarnya. Jika pencetusan bunga api terlalu cepat maka akhir pembakaran akan terjadi sebelum langkah kompresi selesai sehingga tekanan yang dihasilkan akan melawan arah gerakan piston yang berakibat pada penurunan tenaga yang dihasilkan, hal ini disebut *direct losses*. Dan sebaliknya jika pencetusan bunga api terlalu lambat (*late*) maka piston sudah melakukan langkah ekspansi sebelum terbentuk tekanan yang tinggi akibatnya tenaga yang dihasilkan tidak maksimal *(Hendry, 2012).*

2.1 Mesin Bensin

Pada motor bensin, bensin dibakar untuk memperoleh energi *thermal*. Energi ini selanjutnya digunakan untuk melakukan gerakan mekanik. Prinsip kerja motor bensin, secara sederhana dapat dijelaskan sebagai berikut : campuran udara dan bensin dari karburator di hisap masuk ke dalam silinder, dimampatkan oleh gerak naik torak, dibakar untuk memperoleh tenaga panas.

2.2 Waktu Pengapian

Reaksi pembakaran dalam motor bakar berpenyalaan busi adalah reaksi penggabungan oksigen (yang didapat dari udara) dengan bahan bakar yang terjadi di dalam sistem *intake* mesin kemudian dibakar dengan bantuan percikan bunga api listrik yang berasal dari busi (*Heywood, 1988*).

Agar proses pembakaran pada motor bakar berpenyalaan busi dapat berlangsung, maka campuran udara dan bahan bakar dalam ruang bakar harus dipatik melalui elektroda busi. Diantara elektroda busi akan dihasilkan percikan api yang selanjutnya akan merambat dan membakar seluruh campuran udara bahan bakar dalam ruang bakar.

2.3 Rasio Kompresi

Rasio kompresi adalah suatu angka yang menyatakan perbandingan volume antara volume total silinder dengan volume ruang bakar nya. Volume total adalah penjumlahan dari volume silinder dan volume ruang bakar.

Rasio kompresi berhubungan erat dengan besarnya angka oktan suatu bahan bakar. Sehingga semakin besar angka

oktan maka semakin besar pula rasio kompresi yang di gunakan agar menghindari ketukan yang terjadi pada mesin.

2.4 Etanol

Etanol dipasaran dikenal dengan nama alkohol. Etanol memiliki rumus molekul C_2H_5OH. Etanol atau etil alcohol adalah cairan tak berwarna dengan karakteristik antara lain mudah terbakar, larut dalam air, biodegradable, tidak karsinogenik, dan jika terjadi pencemaran tidak memberikan dampak lingkungan yang signifikan.

Hydrous ethanol (95% volume), yaitu etanol yang mengandung sedikit air. Campuran ini digunakan langsung sebagai pengganti gasoline pada kendaraan dengan mesin yang sudah dimodifikasi.

Anhydrous ethanol (atau dehydrated ethanol), yaitu etanol bebas air dan paling tidak memiliki kemurnian 99%. Etanol ini dapat dicampur dengan gasoline konvensional dengan kadar antara 5-85%.

2.3 Unjuk Kerja Motor

Unjuk kerja mesin *(Engine Performance)* ditentukan oleh beberapa variabel perancangan dan variabel pengoperasian. Variabel-variabel tersebut adalah saat penyalaan (*spark timing*), perbandingan udara dan bahan bakar (*air-fuel ratio*, afr), perbandingan kompresi (*compression ratio*), putaran mesin, banyaknya massa campuran yang terinduksi dan rugi kalor di dalam mesin. Pada langkah kompresi, katup hisap dan katup buang tertutup. Proses kompresi diawali saat piston di TMB.

Pada motor bakar daya dihasilkan dari proses pembakaran di dalam silinder dan biasanya disebut dengan daya indikator (*indicated horsepower*). Daya indikator merupakan suatu tenaga yang diterima oleh piston, dimana tenaga tersebut berasal dari tekanan gas pembakaran bahan bakar di dalam ruang bakar mesin.

2.3.1 Alat Ukur Torsi

Gaya adalah percepatan yang dialami oleh suatu benda yang memiliki massa yang dipengaruhi gravitasi bumi. Untuk menentukan nilai torsi maka gaya dikalikan dengan gravitasi melalui persamaan berikut: *(Rachmanto tri, 2008).*

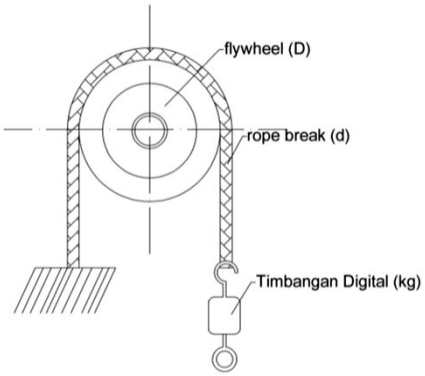
$$T = F \times r \qquad (2\text{-}2)$$

Dimana :

T = Torsi (Nm)

F = Beban pengereman (kgf)

r = Jari-jari (m)



Gambar **2.5 :** Sistem *Rope Break.*

2.3.2 Daya Efektif (Ne)

Besarnya daya efektif (Ne) akan tergantung dari besarnya torsi dan putaran yang terjadi. Hal ini dapat dilihat dari persamaan berikut *(Arismunandar, 1988)*:

$$Ne = \frac{T \times n}{716{,}2} \qquad (2\text{-}3)$$

Dengan :

Ne : Daya efektif (PS)

T : Torsi (kg.m)

n : Putaran mesin (rpm)

2.3.4 *Fuel Consumption* (FC)

Fuel consumption adalah banyaknya bahan bakar yang digunakan untuk

menjalankan suatu mesin selama priode waktu tertentu, dan biasanya diukur dalam satuan massa bahan bakar per satuan waktu. Besarnya *fuel consumption* (FC) bensin dapat dihitung dengan persamaan *(Anonim 2, 2003)*:

$$FC = \frac{b}{t} \times \rho \times \frac{3600}{1000000} (kg / jam) \qquad (2\text{-}4)$$

Dengan :

b : Volume pemakaian bahan bakar, (ml)

t : Waktu yang digunakan untuk mengkonsumsi bahan bakar, (detik)

ρ : Berat spesifik bahan bakar, (g/m^3)

2.2.9 *Specific Fuel Consumption Effective* (SFCe)

Konsumsi bahan bakar efektif atau *specific fuel consumption effective* (SFCe) ditentukan dengan persamaan *(Arismunandar, 1988)*:

$$SFCe = \frac{FC}{Ne} \qquad (2\text{-}5)$$

Dengan :

FC : Penggunaan bahan bakar pada kondisi tertentu, (kg / jam)

Ne : Daya efektif, (PS)

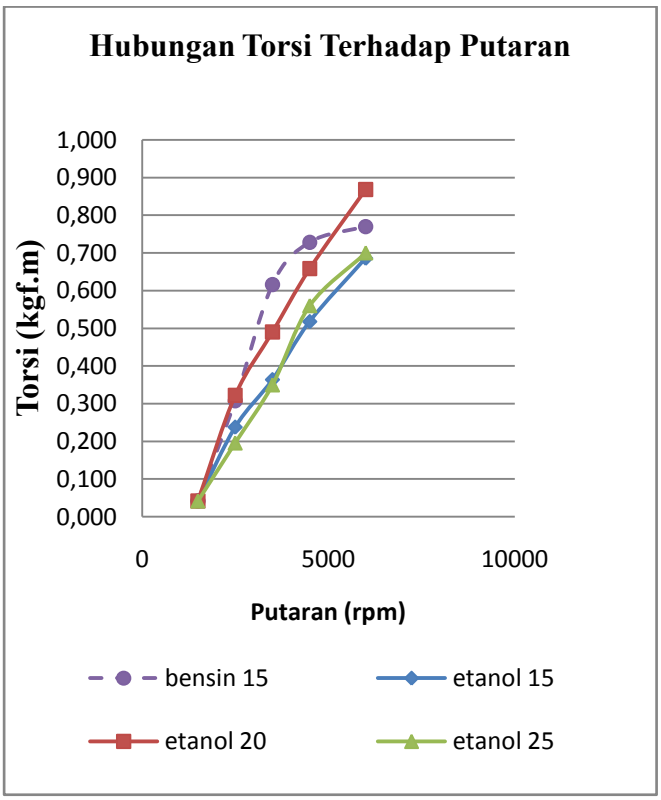
SFCe : sebagai parameter yang biasa dipakai sebagai ukuran ekonomi pemakaian bahan bakar yang dipakai per jam untuk setiap daya yang dihasilkan. Harga SFCe yang lebih rendah menyatakan efisiensi yang lebih tinggi, (kg / PS jam).

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini mesin yang digunakan adalah mesin sepeda motor Honda Legenda 100 cc dengan variasi putaran mesin 1500, 2500, 3500, 4500 dan 6000 rpm pada transmisi 4 serta waktu pengapian 15°, 20° dan 25° dengan bahan bakar etanol 96% dengan rasio kompresi 11:1. Menggunakan sistem rope break sebagai alat untuk mengukur torsi dan gelas ukur untuk mengukur konsumsi bahan bakar.

4. Hasil Dan Pembahasan

4. 1 Pengaruh Waktu Pengapian Terhadap Torsi



Gambar **4.1** Grafik hubungan torsi terhadap putaran

Dari grafik torsi terhadap putaran di atas terlihat bahwa torsi yang dihasilkan oleh mesin meningkat berbanding lurus dengan meningkatnya putaran mesin. Torsi yang dihasilkan melalui pembakaran bahan bakar semakin meningkat, dikarenakan jumlah bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar bertambah seiring dengan meningkatnya putaran mesin.

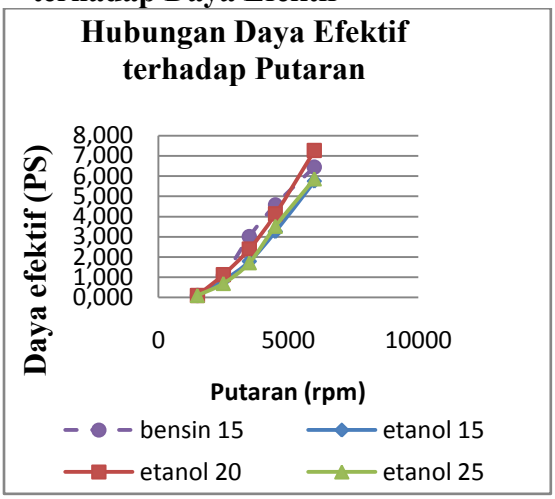
Secara keseluruhan dengan penggunaan bahan bakar Etanol, torsi tertinggi yang dihasilkan pada waktu pengapian 20˚ sebelum TMA sebesar 0,868 kgf.m dan torsi terendah dihasilkan pada waktu pengapian 15˚ sebelum TMA

sebesar 0,686 kgf.m, pada putaran 6000 rpm.

Dari grafik di atas dengan menggunakan bahan bakar Etanol terlihat nilai torsi yang dihasilkan pada waktu pengapian 15˚, 20˚, dan 25˚ sebelum TMA menunjukkan selisih yang signifikan. Torsi terbesar didapat pada waktu pengapian 20˚ sebelum TMA, yang disebabkan campuran bahan bakar dan udara terbakar sempurna.

Penggunaan bahan bakar bensin pada waktu pengapian 15˚ sebelum TMA yang merupakan waktu pengapian standar yang dikeluarkan oleh pabrikan sehingga digunakan sebagai pembanding dengan memajukan waktu pengapian menggunakan bahan bakar Etanol. Terlihat bahwa variasi waktu pengapian mempengaruhi torsi yang dihasilkan. Torsi terbesar dihasilkan pada putaran 6000 rpm dengan waktu pengapian 20° sebelum TMA sebesar 0,868 kgf.m lebih besar dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar bensin. Besarnya torsi yang dihasilkan dipengaruhi oleh karakteristik bahan bakar etanol yang menghasilkan efisiensi termal yang lebih baik dari pada bensin pada rasio kompresi 11:1.

4.2 Pengaruh Waktu Pengapian terhadap Daya Efektif



Gambar **4.2** Grafik hubungan daya efektif terhadap putaran

Dari grafik di atas terlihat bahwa daya efektif yang dihasilkan meningkat seiring dengan meningkatnya putaran mesin. Hal ini dikarenakan bertambahnya putaran mesin seiring dengan jumlah pembakaran per menit yang terjadi. Untuk putaran mesin yang lebih tinggi kebutuhan bahan bakar per waktu semakin banyak sehingga energi yang dihasilkan melalui pembakaran per waktu akan semakin besar.

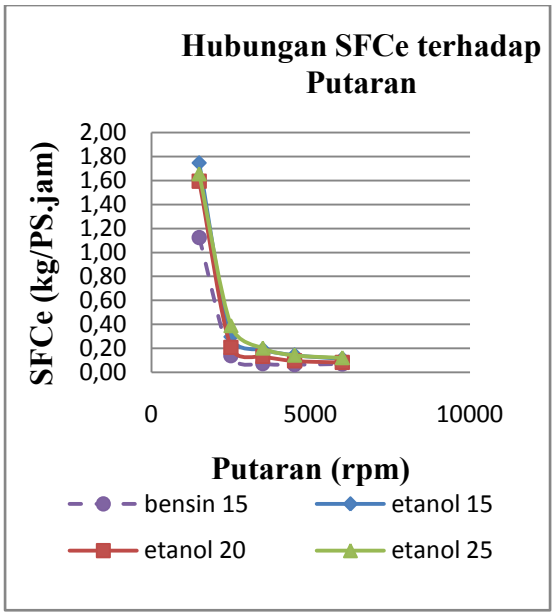
Dengan penggunaan bahan bakar Etanol daya efektif tertinggi yang dihasilkan pada putaran 6000 rpm pada waktu pengapian 20˚ sebelum TMA sebesar 7,272 PS dan daya efektif terendah dihasilkan pada waktu pengapian 15˚ sebelum TMA sebesar 5,474 PS, sedangkan dengan penggunaan bahan bakar bensin daya efektif yang dihasilkan sebesar 6,451 PS pada putaran 6000 rpm.

Jika kita lihat grafik di atas, pada putaran 3500 rpm dan 4500 rpm bensin masih lebih tinggi untuk daya efektif yang dihasilkan. Ini menunjukan bahwa etanol mampu bekerja pada putaran motor yang lebih tinggi sehingga pada putaran 4500 rpm hingga 6000 rpm motor bisa memberi daya yang lebih besar pada pengapian 20° sebelum TMA, dibandingkan dengan bensin pada waktu pengapian 15° sebelum TMA.

Seperti yang terjadi pada torsi, daya efektif pada waktu pengapian 20˚ sebelum TMA memiliki nilai yang paling besar dikarenakan tekanan hasil pembakaran dalam ruang bakar yang optimal, sehingga tekanan hasil pembakaran tersebut menghasilkan daya yang diteruskan oleh torak yang kemudian memutar *flywheel* sebagai sebuah daya yang akan diteruskan ke roda. Sedangkan pada waktu pengapian 15˚ sebelum TMA daya yang dihasilkan cenderung lebih rendah disebabkan oleh puncak tekanan hasil pembakaran yang terlalu awal sehingga tekanan tersebut menghambat gerak piston saat kompresi yang menyebabkan daya yang akan diteruskan sebagai langkah usaha menjadi kecil. Hal tersebut menyebabkan daya yang diteruskan ke roda akan menjadi rendah.

Penggunaan bahan bakar bensin pada waktu pengapian 15˚ sebelum TMA yang merupakan waktu pengapian standar yang dikeluarkan oleh pabrikan sehingga digunakan sebagai pembanding dengan memajukan waktu pengapian menggunakan bahan bakar Etanol. Terlihat bahwa variasi waktu pengapian mempengaruhi daya efektif yang dihasilkan. Walaupun daya efektif yang dihasilkan dengan bahan bakar bensin yakni pada waktu pengapian 15˚(standar) sebelum TMA sebesar 0,641 PS lebih besar dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar Etanol pada waktu pengapian dan putaran yang sama.

4.3 Pengaruh Waktu Pengapian terhadap *Specific Fuel Consumption Effective*



Gambar **4.3** Grafik hubungan SFCe terhadap putaran

Dari grafik di atas terlihat semakin tinggi putaran mesin maka SFCe yang dihasilkan semakin rendah. Semakin rendahnya nilai SFCe yang dihasilkan maka tingkat efisiensi penggunaan bahan bakar terhadap daya yang dihasilkan semakin baik.

Dengan penggunaan bahan bakar Etanol nilai SFCe terendah dihasilkan pada waktu pengapian 20˚ sebelum TMA sebesar 0,08 kg/PS.jam dan SFCe tertinggi dihasilkan pada waktu pengapian 25˚ sebelum TMA sebesar 0,13 kg/PS.jam. Pada putaran 6000 rpm SFCe terendah dihasilkan pada waktu pengapian 20˚ sebelum TMA sebesar 0,08 kg/PS.jam dan tertinggi pada waktu pengapian 25˚ sebelum TMA sebesar 0,13 kg/PS.jam sedangkan dengan penggunaan bahan bakar bensin nilai SFCe yang dihasilkan sebesar 0,07 kg/PS.jam.

Pada waktu pengapian 20˚ nilai SFCe yang dihasilkan paling rendah dan yang paling tinggi pada waktu pengapian 25˚. Hal ini dikarenakan waktu pengapian 20˚ sebelum TMA menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna sehingga tingkat konsumsi bahan bakar terhadap daya yang dihasilkan lebih baik. Berbeda dengan waktu pengapian 25˚ sebelum TMA terjadi detonasi.

Detonasi ini disebabkan oleh pembakaran terlalu dini yang mengakibatkan puncak ledakan terjadi sebelum torak mencapai TMA. Hal tersebut terjadi akibat hambatan pada torak saat menuju TMA sehingga sisa daya dari hasil pembakaran hanya sedikit yang bisa diteruskan pada saat langkah usaha sehingga daya yang diteruskan oleh torak lebih kecil dari semestinya, maka dari itu mesin membutuhkan suplai bahan bakar yang lebih banyak untuk mencapai putaran konstan yang diinginkan.

Penggunaan bahan bakar bensin pada waktu pengapian 15˚ sebelum TMA yang merupakan waktu pengapian standar yang dikeluarkan oleh pabrikan sehingga digunakan sebagai pembanding dengan memajukan waktu pengapian dengan menggunakan bahan bakar etanol. Terlihat bahwa variasi waktu pengapian mempengaruhi nilai SFCe yang dihasilkan.

Nilai SFCe yang dihasilkan dengan bahan bakar bensin yakni pada waktu pengapian 15˚(standar) sebelum TMA pada putaran 6000 rpm sebesar 0,07 (kg/PS.jam) lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar etanol

pada waktu pengapian maupun putaran yang sama (Tabel 4.3). hal ini dikarenakan SFCe adalah penggunaan bahan bakar per daya yang dihasilkan. Jika dibandingkan dengan bahan bakar bensin dalam keadaan standar masi lebih baik di bandingkan dengan penggunaan bahan bakar etanol 96% pada waktu engapian 20°sebelum TMA.

5. KESIMPULAN

1. Berdasarkan analisa statistik anova variasi waktu pengapian dan putaran mesin menunjukan pengaruh yang signifikan terhadap torsi, daya, dan SFCe yang dihasilkan.
2. Torsi terbesar dengan menggunakan bahan bakar Etanol diperoleh pada waktu pengapian 20˚ sebelum TMA, sebesar 0,868 kgf.m pada putaran 6000 rpm. Tapi jika dibandingkan dengan bahan bakar bensin torsi yang dihasilkan pada putaran 2500 rpm sampai 4500 rpm masih lebih baik dari etanol.
3. Daya efektif terbesar dengan bahan bakar Etanol pada waktu pengapian 20˚ sebelum TMA, sebesar 7,272 PS pada putaran 6000 rpm. Tapi jika dibandingkan dengan bahan bakar bensin daya efektif yang dihasilkan pada putaran 2500 rpm sampai 4500 rpm masih lebih baik dari etanol.
4. *Specific fuel consumption effective* (SFCe) terendah pada waktu pengapian 20˚ sebelum TMA, sebesar 0,08 kg/PS jam pada putaran 6000 rpm. Jika dibandingkan dengan SFCe bensin pada waktu pengapian 15° sebelum TMA pada setiap variasi putaran menghasilkan SFCe yang lebih baik dibandingkan dengan etanol 96%.
5. Untuk mendapatkan torsi dan daya yang optimal dengan menggunkan bahan bakar etanol 96% harus dilakukan modifikasi pada ruang bakar untuk menaikan rasio kompresi pada motor, dan memajukan waktu pengapian menjadi 20° sebelum TMA.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim 1., 1995, *New step 1 Training Manual*, Toyota Astra Motor.

Anonim 2., 2003, *Bahan Bakar*, Indonesia, Bagian proyek pengembangan kurikulum dikmenjur Direktorat pendidikan menengah kejuruan Direktorat jenderal pendidikan dasar dan menengah Departemen pendidikan nasional. http://www.ditpsmk.net

Anonim 3., 1996, *Gasoline* 2015*, fil's Auto Corner*. http://www.repairfaq.org.

Arismunandar, Wiranto. 1988. *Motor Bakar Torak*. Bandung: ITB Bandung.

Heywood, John B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamental*. Singapore: Mc Graw-Hill book company Inc.

Ma'bud, Towilan. 2014, *Pengaruh Ignition Timing Dengan Bahan Bakar Lpg Terhadap Unjuk Kerja Mesin Bensin Empat Langkah Satu Silinder.* Universitas Mataram.

Machmud, Syahril., Untoro Budi Surono dan Leydon Sitorus. 2013. *Analisis Variasi Derajat Pengapian Terhadap Kinerja Mesin.* Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Janabadra Yogyakarta.

Mara, I. Made dan I. Made Nuarsa. 2001. *Diktat Motor Bakar*. Mataram: Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Mataram.

.Putra, Nurliansyah. Husin Bugis dan Ranto. 2014. *Pengaruh Jenis Bahan Bakar Bensin Dan Variasi*

Rasio Kompresi Pada Sepeda Motor Suzuki Shogun Fl 125 Sp Tahun 2007. Jurusan Pendidikan Teknik Kejuruan Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Rachmanto, Tri.,2008, *Konsumsi Bahan Bakar Sfesifik (SFCe) dan Efisiensi Thermal Mesin Diesel Bahan Bakar Ganda Multi Silinder Solar-LPG Dengan Variasi Beban Bertingkat*; Jurusan Teknik Mesin Universitas Mataram.

Setiyawan, Atok. 2007. *Pengaruh Ignition Timing Dan Compression Ratio Terhadap Unjuk Kerja Dan Emisi Gas Buang Motor Bensin Berbahan Bakar Campuran Etanol 85% Dan Premium 15% (E-85).* Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknolgi Sepuluh November.

Suyatno, Agus. 2010. *Pengaruh Pemanasan Bahan Bakar Dengan Radiator Sebagai Upaya Meningkatkan Kinerja Mesin Bensin.* Jurusan Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang.

Wiratmaja, I Gede. 2010. *Pengujian Karakteristik Fisika Biogasoline Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Bensin Murni*. Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana

Yoshua Nanlohy, Hendry. 2012. *Perbandingan Variasi Derajat Pengapian Terhadap Efisiensi Termal Dan Konsumsi Bahan Bakar Otto Engine BE50*. Jurusan Teknik Mesin Universitas Sains Dan Teknologi Jayapura.

Yunianto, Bambang. 2010. *Pengaruh Perubahan Saat Penyalaan (Ignition Timing) Terhadap Prestasi Mesin Pada Sepeda Motor 4 Langkah Dengan Bahan Bakar Lpg.* Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.