

# Pengaruh Sudut Pengapian Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin 4 Langkah Berbahan Bakar E-10

## *(The Effect Ignition Angle On Performance 4 Stroke Gasoline Engine With E-10)*

<sup>1</sup>Bisatya Irsan P, <sup>2</sup>Hary Sutjahjono, <sup>2</sup>Aris Zainul M

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember

<sup>2</sup>Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

Jln. Kalimantan 37, Jember 68121

E-Mail: hary.teknik@unej.ac.id

### Abstrak

Etanol merupakan sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil khususnya bensin (*gasoline*) yang dapat diperbaharui, sebagai bahan bakar alternative yang mudah di jumpai dan ramah lingkungan. Dari penelitian ini diharapkan dapat diketahui pengaruh pada bahan bakar E-10 dengan etanol kadar 90%, dengan di tinjau dari sudut pengapian pada motor bensin 4 langkah terhadap torsi, daya, dan emisi gas buang yang dihasilkan. Peralatan yang digunakan dalam pengujian ini adalah Motor bensin 4 langkah Yamaha Jupiter Z dengan bahan bakar yang digunakan adalah Premium, Etanol dengan kadar 90% dan 96%. Daya efektif maksimum tertinggi adalah 4,585 kW pada putaran 7000 rpm menggunakan bahan bakar E-10 dengan pengapian 17° BTDC. Nilai SFCE terendah dicapai dengan bahan bakar E-10 dengan pengapian 15° BTDC yakni 1,76 g/kW. Emisi gas buang yang dihasilkan bahan bakar yang bercampur dengan etanol memiliki kadar CO lebih rendah di bandingkan dengan yang tidak bercampur dengan etanol.

**Kata Kunci:** Bahan Bakar E-10, Motor Bakar 4 Langkah, Sudut Pengapian

### Abstract

*Ethanol is an alternative energy source to fossil fuels, especially petrol (gasoline) that can be updated, as an alternative fuel that is easy to meet and environmentally friendly. From this study are expected to know the effect on the E-10 fuel with ethanol content of 90%, with in the review from the point of ignition 4 stroke petrol motor to torque, power, and exhaust emissions are produced. The equipment used in this test is a 4 stroke petrol motor Yamaha Jupiter Z with the fuel used is Premium, pertamax, with levels of 90% Ethanol and 96%. The highest maximum effective power is 4,585 kW at 7000 rpm rotation using E-10 fuel with 17 ° BTDC ignition. SFCE lowest value achieved with the E-10 fuel with 15 ° BTDC the ignition 1.76 g / kW. Exhaust emissions produced fuel mixed with ethanol has lower CO levels compared with those not mixed with ethanol.*

**Keywords:** E-10 Fuel, Gasoline Motor Step 4, Ignition Angle

### Pendahuluan

Perkembangan ilmu teknologi saat ini sangatlah pesat sehingga semakin banyak pula inovasi - inovasi yang dikembangkan di dunia teknologi khususnya di industri otomotif. Banyaknya inovasi yang terjadi saat ini telah memasuki tahap pemikiran bagaimana penggunaan bahan bakar alternatif, yang didukung menipisnya cadangan bahan bakar fosil, diharapkan bahan bakar alternatif tersebut harus ekonomis dan ramah lingkungan. Walaupun penggunaan bahan bakar alternatif masih memasuki tahap riset, dan tidak bisa langsung menggantikan fungsi utama bahan bakar fosil. Etanol merupakan sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil khususnya bensin (*gasoline*) yang dapat diperbaharui, sebagai bahan bakar alternative yang mudah di jumpai dan ramah lingkungan. Etanol yang secara teoretik

memiliki angka oktan di atas standar maksimal bensin, cocok di terapkan sebagai substitusi sebagian ataupun keseluruhan pada mesin bensin, terdapat beberapa karakteristik internal etanol yang menyebabkan penggunaan etanol pada mesin *otto* lebih baik dari pada *gasoline* [1].

Emisi gas buang dengan bahan bakar bensin memiliki kadar gas buang karbon monoksida (CO) lebih tinggi dibandingkan bahan bakar etanol 96% sedangkan untuk uji emisi gas buang dengan bahan bakar etanol 96% memiliki kadar gas buang karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan oksigen (O<sub>2</sub>) lebih tinggi dibandingkan bahan bakar bensin [2]. Penggunaan bahan bakar alternatif juga diharapkan ramah

terhadap lingkungan dan etanol termasuk bahan bakar yang ramah lingkungan.

Dalam pemanfaatannya, bioetanol bukan hanya sebagai bahan bakar atau untuk memasak semata, namun dapat digunakan sebagai penunjang kegiatan lain. Etanol yang sering dijumpai biasanya hanya di gunakan untuk keperluan bidang kedokteran dan bidang kosmetik dengan kadar etanol yang relative rendah. Etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi dirasa lebih ekonomis dan ramah lingkungan di dibandingkan dengan bensin yang diprosesnya lebih lama dan rumit.

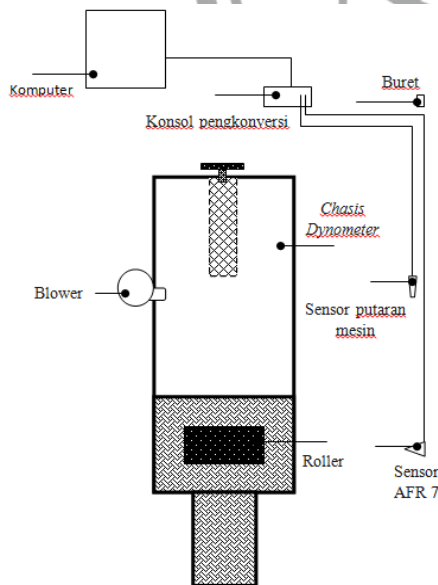
Dari penelitian ini diharapkan dapat diketahui pengaruh pada bahan bakar E-10 dengan etanol kadar 90%, dengan di tinjau dari sudut pengapian pada motor bensin 4 langkah terhadap torsi, daya, dan emisi gas buang yang dihasilkan.

## Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental, yaitu melakukan pengamatan langsung untuk mengetahui hubungan sebab akibat. Adapun literature buku dan jurnal ilmiah yang relevan dengan masalah yang diteliti diperlukan sebagai bahan pendukung.

Peralatan yang digunakan dalam pengujian ini adalah Motor bensin 4 langkah Yamaha Jupiter Z, Motor Cycle Dynamometer Rextor Sportdyno Type Motor Cycle SP1 / SP2 / SP3 V3.3, dan Gas Analyzer QROTECH Type QRO – 401.

Bahan yang digunakan adalah Premium, Aquades, Etanol dengan kadar 90%.



Gambar 1. Skema mesin uji dynotest

Setelah proses penyusunan peralatan dan motor uji sudah terpasang dengan baik pada *dyno tester* maka dilakukan proses pengecekan pada kondisi pemasangan motor, pengecekan terhadap alat ukur dan sensor-sensor ukur yang terhubung pada terminal *dyno tester* serta mencatat kondisi ruangan pengujian suhu dan kelembapan

udara ruangan. Kemudian rangkaian pengujian dimulai dengan menghidupkan mesin dan memposisikan langsung ke gigi ke-3. Lalu mengatur bukaan throttle hingga mencapai putaran 3000 rpm. Dilanjutkan dengan memulai pengujian atau proses pengambilan data oleh mesin *dyno tester* dengan range putaran mesin 3000-9000 rpm. Pengujian dilakukan dengan membuka *throttle* hingga mencapai putaran 3000 rpm selanjutnya *throttle* dibuka secara cepat hingga *throttle* terbuka penuh dan mencapai putaran maksimal selanjutnya ditahan hingga dicapai putaran mesin maksimal dan pengujian selesai. Setelah mencapai putaran 9000 rpm pengambilan data selesai (memberhentikan proses pengambilan data pada mesin *dyno tester*). Kemudian menghentikan mesin motor sampai keadaan mesin dingin.

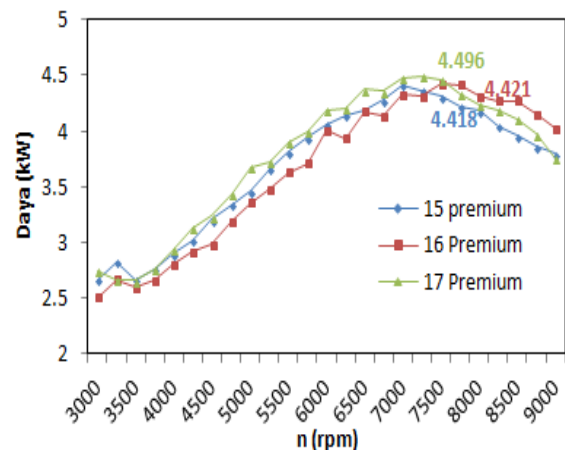
Pengujian emisi diawali dengan pemeriksaan kebocoran pada sistem gas buang motor penggerak dan sistem alat uji. Setelah pemanasan selesai, lakukan pembersihan sistem pembuangan dengan jalan mengegas hingga putaran penuh sebanyak tiga kali tanpa beban. Setelah itu, biarkan putaran mesin idling selama sekitar 5 detik. Lakukan akselerasi secara cepat namun lembut (*quick and smooth*) hingga putaran mesin mencapai putaran maksimum. Pertahankan selama 4 detik, kemudian lepaskan gas hingga putaran mesin kembali idling. Kemudian setiap pengujian lakukan lagi langkah Pengambilan data dilakukan dengan menahan sensor emisi selama 20 detik pada kondisi idling, kemudian lakukan lagi langkah pada pengujian selanjutnya. Hasil uji dari setiap pengukuran kemudian diambil nilai rata-ratanya sebagai hasil akhir.

## Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian pengaruh sudut pengapian terhadap unjuk kerja motor bensin 4 langkah berbahan bakar E-10 antara lain : daya, torsi, dan *fuel consumption*. Analisa pengujian dilakukan dengan cara mengola data berupa daya rata-rata, torsi rata-rata serta *fuel consumption* rata-rata pada gigi tiga, yang menggunakan bahan bakar Premium, dan E-10.

### Daya pada mesin dan bahan bakar Premium

Penelitian menggunakan bahan bakar premium dengan perubahan sudut pengapian 15°, 16°, 17° BTDC.

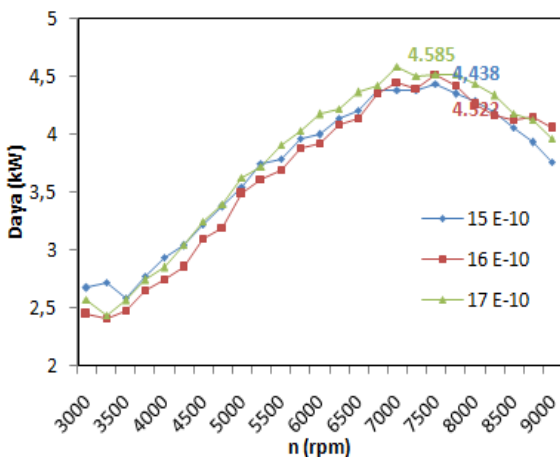


Gambar 2. Grafik perbandingan daya rata-rata pengapian 15°, 16°, 17° BTDC dengan bahan bakar premium terhadap putaran mesin

Dari Gambar 2 dapat diketahui bahwa daya rata-rata maksimal terbesar pada pengapian  $17^\circ$  BTDC adalah 4,496 kW pada putaran 7250 rpm, sedangkan pada pengapian  $16^\circ$  BTDC adalah 4,421 kW pada putaran 7500 rpm, pada pengapian  $15^\circ$  BTDC adalah 4,418 kW pada putaran 7000 rpm. Hal ini disebabkan karena besarnya sudut pengapian sangat berpengaruh pada daya yang dihasil dikarenakan pada saat proses pembakaran sebelum torak/piston mencapai TMA percikan bunga api dari busi terpercik lebih dulu yang berdampak pada naiknya akselerasi dari mekanisme torak yang dapat menambah daya pada motor bakar. Setelah putaran 7500 rpm daya efektif mesin mulai turun perlahan sampai putaran 9000 rpm. Semakin tinggi putaran mesin maka campuran bahan bakar dan udara dituntut untuk semakin cepat terbakar sempurna. Hal inilah yang mempengaruhi penurunan daya efektif seiring dengan peningkatan putaran mesin, karena putaran yang semakin cepat maka bahan bakar tidak sempat terbakar sempurna sebelum TMA (Titik Mati Atas). Semakin cepat putaran mesin maka bahan bakar akan cenderung terbakar setelah TMA. Hal ini dikarenakan pembakaran membutuhkan waktu dan udara yang masuk ke ruang bakar bukanlah oksigen murni. Salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas bensin. Untuk mendapatkan bensin dengan angka oktan yang cukup tinggi dapat ditempuh dengan beberapa cara antara lain Menggunakan komponen yang beroktan tinggi sebagai bahan bakar, contohnya dengan penambahan alkohol atau menambahkan aditif peningkat angka oktan [3].

#### Daya pada mesin dan bahan bakar E-10

Hasil dari penelitian menggunakan bahan bakar E-10 dengan perubahan sudut pengapian  $15^\circ$ ,  $16^\circ$ ,  $17^\circ$  BTDC, dilakukan dengan merata-rata hasil tiga pengujian pada Yamaha Jupiter Z.

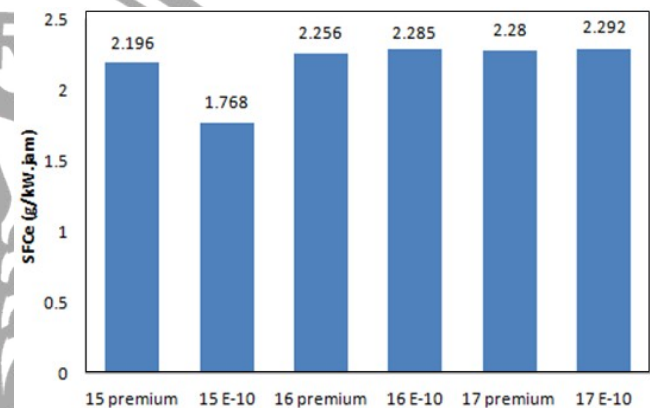


Gambar 3. Grafik perbandingan daya rata-rata pengapian  $15^\circ$ ,  $16^\circ$ ,  $17^\circ$  BTDC dengan bahan bakar E-10 terhadap putaran mesin

Dari Gambar 3 dapat diketahui bahwa daya rata-rata maksimal terbesar pada pengapian  $17^\circ$  BTDC adalah 4,585 kW pada putaran 7000 rpm, sedangkan pada pengapian  $15^\circ$  BTDC adalah 4,438 kW pada putaran 7500 rpm, pada pengapian  $16^\circ$  BTDC adalah 4,522 kW pada putaran 7500 rpm. Hal ini disebabkan karena besarnya sudut pengapian sangat berpengaruh pada daya yang dihasil dikarenakan pada saat proses pembakaran sebelum torak/piston mencapai TMA percikan bunga api dari busi terpercik lebih dulu yang berdampak pada naiknya akselerasi dari mekanisme torak yang dapat menambah daya pada motor bakar. Setelah

putaran 7000 rpm daya efektif mesin mulai turun perlahan sampai putaran 9000 rpm. Semakin tinggi putaran mesin maka campuran bahan bakar dan udara dituntut untuk semakin cepat terbakar sempurna. Hal inilah yang mempengaruhi penurunan daya efektif seiring dengan peningkatan putaran mesin, karena putaran yang semakin cepat maka bahan bakar tidak sempat terbakar sempurna sebelum TMA (Titik Mati Atas). Semakin cepat putaran mesin maka bahan bakar akan cenderung terbakar setelah TMA. Hal ini dikarenakan pembakaran membutuhkan waktu dan udara yang masuk ke ruang bakar bukanlah oksigen murni. Salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas bensin. Untuk mendapatkan bensin dengan angka oktan yang cukup tinggi dapat ditempuh dengan beberapa cara antara lain Menggunakan komponen yang beroktan tinggi sebagai bahan bakar, contohnya dengan penambahan alkohol atau menambahkan aditif peningkat angka oktan [3].

#### Konsumsi bahan bakar spesifik pada pengapian $15^\circ$ , $16^\circ$ , $17^\circ$ BTDC



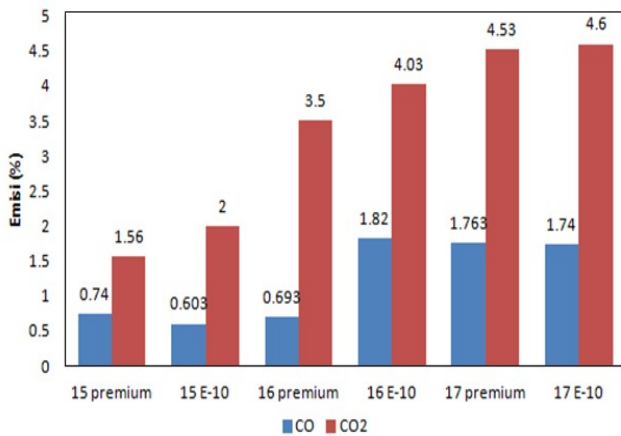
Gambar 4. Grafik perbandingan SFCe rata-rata pengapian  $15^\circ$ ,  $16^\circ$ ,  $17^\circ$  BTDC dengan bahan bakar premium, dan E-10.

Konsumsi bahan bakar spesifik efektif menyatakan laju konsumsi bahan bakar pada suatu motor bakar torak.

Dari Gambar 4 dapat dilihat nilai SFCe terendah dihasilkan oleh bahan bakar E-10 dengan pengapian  $15^\circ$  BTDC adalah 1,76 g/kW.jam. Pada grafik diatas terlihat adanya selisih SFCe pada setiap perubahan bahan bakar dan sudut pengapian, hal ini disebabkan karena kondisi putaran mesin cenderung tidak stabil sehingga banyak dilakukan penyesuaian bukaan *throttle* gas yang berakibat borosnya konsumsi bahan bakar, dan kondisi bahan bakar yang berbeda seperti bahan bakar E-10 yang memiliki kandungan  $H_2O$  (air) juga mempengaruhi nilai pembakaran yang berdampak pada konsumsi bahan bakar yang digunakan.

#### Emisi gas buang pada bahan bakar premium, dan E-10

Hasil penelitian emisi pada kondisi idle Yamaha Jupiter Z emisi yang dihasilkan dari sudut pengapian  $15^\circ$ ,  $16^\circ$ ,  $17^\circ$  BTDC dengan bahan bakar premium, dan E-10.

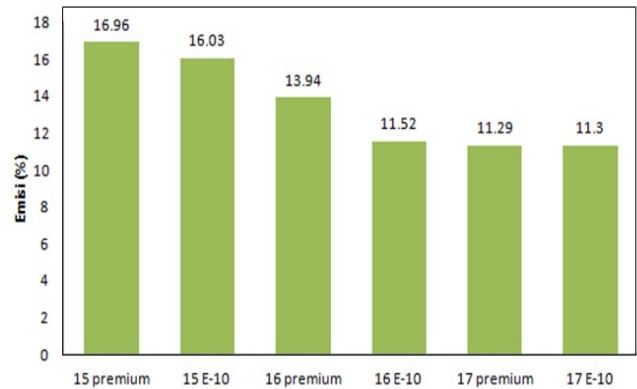


Gambar 5. Grafik perbandingan emisi gas buang CO dan CO<sub>2</sub> rata-rata pengapian 15°, 16°, 17° BTDC dengan bahan bakar premium, dan E-10.

Dari Gambar 5 menunjukkan adanya penurunan kandungan CO dari 0,74 % pada bahan bakar premium dengan pengapian 15° BTDC menjadi 0,693% pada pengapian 16° BTDC, fenomena ini berarti hasil yang didapat sesuai teori yang seharusnya terjadi semakin tinggi kadar CO<sub>2</sub> dalam gas buang menandakan kesempurnaan pembakaran yang terjadi pada ruang bakar yang menghasilkan CO lebih sedikit dan didukung oleh pengapian yang sesuai. Namun terdapat penyimpangan pada saat pengapian 17° BTDC yang memiliki kadar CO<sub>2</sub> yang tinggi tetapi kadar CO yang tinggi pula. Salah satu faktor penyebabnya adalah ketidak stabilan mengontrol laju putaran mesin mesin, hal ini juga dapat disebabkan karena campuran udara dan bahan bakar tidak seimbang akibatnya terlalu banyak udara yang masuk dalam ruang bakar. Terjadi pula peningkatan kandungan CO dari 0,603 % pada bahan bakar E-10 dengan pengapian 15° BTDC menjadi 1,82 % pada bahan bakar premium dengan pengapian 16° BTDC, demikian juga dengan pengapian 17° BTDC dengan bahan bakar E-10 cenderung mengalami kenaikan kandungan CO dan CO<sub>2</sub>. Pada pengapian 15° dan 17° BTDC bahan bakar E-10 memiliki kadar CO lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar premium hal ini menunjukkan pembakaran yang terjadi lebih baik.

#### Emisi gas buang O<sub>2</sub> pada semua bahan bakar

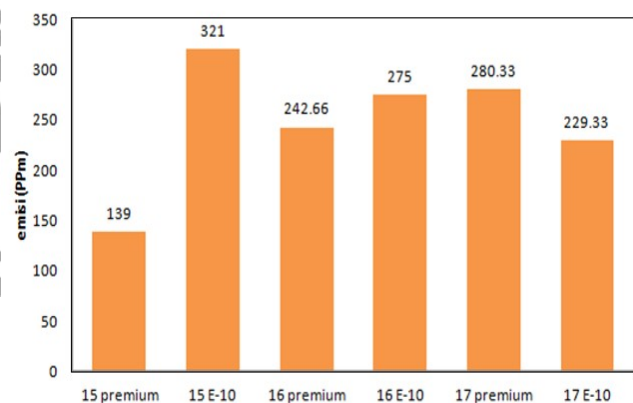
Hasil penelitian emisi pada kondisi idle Yamaha Jupiter Z emisi O<sub>2</sub> yang dihasilkan dari sudut pengapian 15°, 16°, dan 17° BTDC dengan bahan bakar premium, dan E-10.



Gambar 6. Grafik perbandingan emisi gas buang O<sub>2</sub> pengapian 15°, 16°, dan 17° BTDC dengan bahan bakar premium, dan E-10.

Dari grafik diatas kadar O<sub>2</sub> menandakan bahwa tingkat penggunaan udara (oksigen) dalam proses pembakaran, semakin rendah kadar O<sub>2</sub> semakin banyak udara yang digunakan untuk proses pembakaran yang berarti pembakaran semakin baik, namun sebaliknya jika kadar O<sub>2</sub> tinggi maka banyak udara masuk yang tidak dipergunakan pada proses pembakaran yang berarti pembakaran kurang sempurna yang akan menghasilkan CO pada gas buang. Untuk bahan bakar yang menggunakan tambahan etanol memiliki nilai kadar O<sub>2</sub> lebih sedikit di bandingkan dengan yang tidak menggunakan tambahan, hal ini berarti pembakaran dengan menggunakan tambahan etanol akan menjadi sempurna.

#### Emisi gas buang HC pada semua bahan bakar



Gambar 4.7 Grafik perbandingan emisi gas buang HC pengapian 15°, 16°, dan 17° BTDC dengan bahan bakar premium, dan E-10.

Dari grafik diatas kadar HC menandakan bahwa tingkat penggunaan bahan bakar dalam proses pembakaran, semakin rendah kadar HC semakin banyak bahan bakar yang digunakan untuk proses pembakaran yang berarti pembakaran semakin baik. Pada grafik menunjukkan adanya peningkatan HC pada bahan bakar yang bertambah dengan etanol hal ini disebabkan karena etanol memiliki kandungan H<sub>2</sub>O (air) yang mempengaruhi campuran antara bensin dengan etanol yang mengakibatkan banyak bahan bakar yang belum terbakar.

## Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari keseluruhan hasil penelitian tentang pengaruh sudut pengapian terhadap unjuk kerja motor bensin 4 langkah berbahan bakar E-10, yaitu :

1. Bahan bakar yang bercampur dengan etanol, dan sudut pengapian yang tepat sangat berpengaruh terhadap kenaikan daya, daya efektif maksimum tertinggi adalah 4,585 kW pada putaran 7000 rpm terjadi pada kondisi mesin yang menggunakan bahan bakar E-10 dengan pengapian 17° BTDC.
2. SFCE terendah terjadi pada kondisi mesin yang menggunakan bahan bakar E-10 dengan pengapian 15° BTDC adalah 1,76 g/kWjam.
3. Emisi gas buang yang dihasilkan bahan bakar yang bercampur dengan etanol memiliki kadar CO lebih rendah di bandingkan dengan yang tidak bercampur dengan etanol pada pengapian 15° dan 17° BTDC.

## Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan oleh penulis dari hasil penelitian ini yaitu antara lain:

1. Karena pengujian dilakukan dengan menggunakan motor yang biasa digunakan sehari-hari, sebelum dilakukan pengujian motor harus dilakukan servis dan dikondisikan standart sehingga didapat data hasil pengujian yang standart.
2. Dalam pengambilan data, sebaiknya diberi interval waktu istirahat yang lebih lama lagi antara satu pengambilan data dengan pengambilan yang lain agar kondisi mesin dapat benar-benar dalam keadaan optimal.
3. Untuk pengembangan dari riset bahan bakar perlu dilakukan pengujian unjuk kerja bahan bakar premium bercampur etanol *great* 90 % terhadap pemercepatan pengapian dengan jarak pengapian yang lebih besar dan penggunaan volume ruang bakar yang lebih besar pada motor bakar empat langkah.
4. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk aplikasi penggunaan etanol atau E-100 sebagai bahan bakar alternative tanpa menggunakan campuran bensin.

## Daftar Pustaka

- [1] Suarta, I Made. 2012. *Pengaruh Kadar Air Pada Etanol Terhadap Kecepatan Pembakaran Dalam Hele Shaw Cell*. Teknik Mesin. Politeknik Negeri Bali.
- [2] Nababan, Hotlan, dkk. 2013. *Studi Kinerja Mesin Otto Menggunakan Bahan Bakar Bensin Dan Etanol 96%*. Teknik Mesin. Universitas Sumatera Utara.
- [3] Bambang, Sugiarto. 2007. *Analisa mesin Otto berbahan bakar premium dengan penambahan Aditif Oksigenat dan Aditif pasaran*. SNTTM-VI Universitas Syiah Kuala.