

# OBSERVASI PENGGUNAAN SISTEM PENGAPIAN CDI PADA KINERJA MOTOR BAKAR 6 LANGKAH

Rafdhika Rachmadhani, Eko Siswanto, Bayu Satriya Wardhana

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

E-mail : Rafdhikadiko@gmail.com

**Abstrak**

Pada era globalisasi saat ini di bidang otomotif yang semakin maju berkembang, salah satu usaha perkembangannya dalam bidang industri penggunaan motor 2 langkah yang berkembang menjadi 4 langkah. yang diinginkan sekarang meliki perfoma tinggi dan kehematan bahan bakarnya oleh karena itu diwujudkan dengan deduksi bahwa motor bakar 6 langkah lebih handal dan hemat dibanding motor bakar 4 langkah otto. Salah satu usaha untuk meningkatkan dan menanggulangi masalah efisiensi yang tinggi dan perfoma terus dilakukan. penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana penggunaan pengepian cdi pada motor bakar 6 langkah dengan menggunakan bahan bakar pertamax dan ethanol. Dalam penelitian motor bakar 6 langkah menggunakan CDI dengan bahan bakar pertamax (densitas 770 kg/m<sup>3</sup>, Lhvbb 16610 Kkal/Kg, flash point -43 °C), ethanol (densitas 789 kg/m<sup>3</sup>, Lhvbb 7170,3 Kkal/Kg, flash point -16,60 °C). Dengan interval putaran 500 rpm dan bukaan throttle karburator yang dikondisikan konstan 35 %. Untuk unjuk kerja dari motor bakar 6 langkah dinilai dari nilai torsi, daya efektif dan SFCe. Hasil yang diperoleh dalam pengujian ini bervariasi, dimana bahan bakar 1 memiliki Torsi terbesar yaitu pada putaran 3000 rpm sebesar 0.66 kg.m, Daya efektif terbesar yaitu pada putaran 3000 rpm sebesar 5.43 hp.

**Kata kunci :** Pengapian cdi berbahan bakar pertamax dan ethanol, motor bakar 6 langkah, unjuk kerja

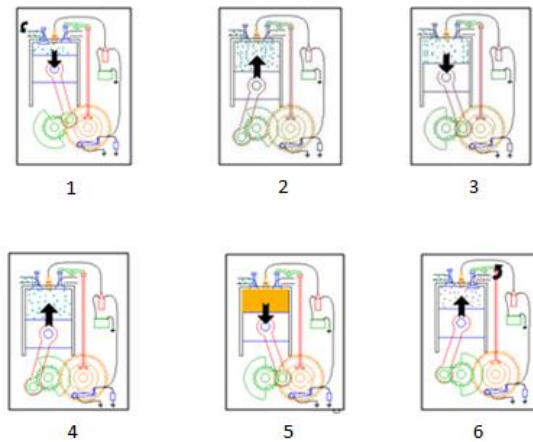
**PENDAHULUAN**

Seiring pekembangan globalisasi saat ini di bidang otomotif yang semakin maju berkembang, salah satu usaha perkembangannya dalam bidang industri penggunaan motor 2 langkah yang berkembang menjadi 4 langkah. yang diinginkan sekarang meliki perfoma tinggi dan kehematan bahan bakarnya oleh karena itu diwujudkan dengan deduksi bahwa motor bakar 6 langkah lebih handal dan hemat dibanding motor bakar 4 langkah otto. Eko Siswanto, et al.(2014), melakukan pengembangan motor bakar dengan siklus 6 langkah berbasis penambahan durasi difusi massa campuran udara-bahan bakar dan durasi difusi termal dari dinding silinder ke campuran udara-bahan bakar. Pada motor bakar 6 langkah dilengkapi katub isap dan katub buang. Usaha untuk meningkatkan dan menanggulangi masalah efisiensi yang tinggi dan perfoma terus dilakukan, sistem pengapian cdi atau sering dikenal *capasitor discharge ignition* adalah suatu komponen atau bagian dari motor bakar yang berfungsi sebagai pusat perintah pengapian motor bakar yang menggunakan busi. Sistem pengapian CDI terbukti lebih handal dibandingkan sistem pengapian konvensional (pengapian platina) dengan menggunakan CDI tegangan pengapian yang dihasilkan lebih maksimal dan stabil pada rpm atas dan campuran pembakaran terjadi secara sempurna [1]

**MOTOR BAKAR 6 LANGKAH**

Motor bakar 6 langkah adalah jenis motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*) yang mengacu pada konsep dasar motor bakar 4 langkah (otto). Namun diberi penambahan 2 langkah kerja yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan menurunkan emisi mesin. Pada prinsipnya penelitian siklus motor bakar 6 langkah ini terdiri dari penambahan 2 langkah kerja terhadap siklus Otto

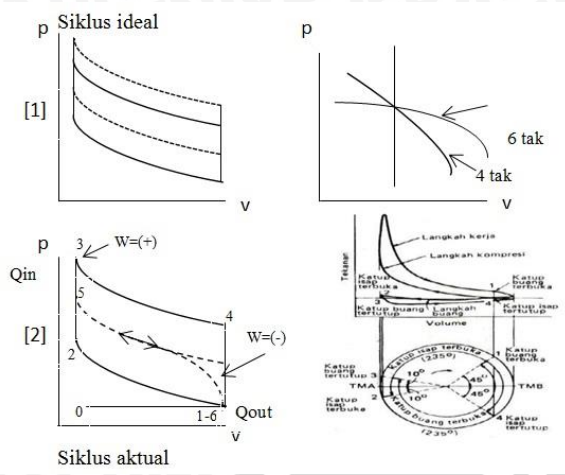
4 langkah yang bertujuan untuk menambah waktu difusi bahan bakar terhadap udara yang masuk keruang bakar. Sehingga siklus dari motor bakar 6 langkah dalam penelitian ini terdiri dari:



Gambar 1 Skematis siklus motor bakar 6 langkah berbasis difusi.

Pada motor bakar 6 langkah berbasis difusi ini, 1 putaran *camshaft* sama dengan 3 kali putaran *crankshaft* sehingga pada perpindahan nok terdapat 1080<sup>0</sup> dibanding dengan 360<sup>0</sup>. Keenam langkah tersebut yaitu :

1. Langkah Hisap.
2. Langkah Kompresi Difusi
3. Langkah Ekspansi Difusi.
4. Langkah Kompresi.
5. Langkah Ekspansi.
6. Langkah Buang



Gambar 2. Diatas gambar 1 dan 2 adalah dugaan diagram P-v motor bakar 6 langkah

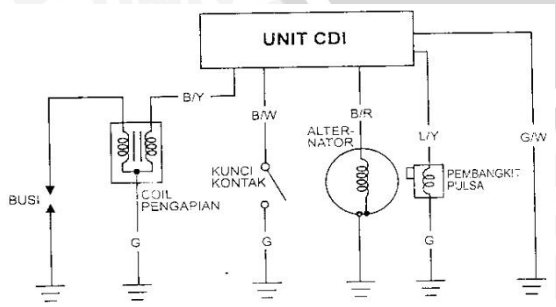
Pada gambar 1 dan 2 karena terjadi dua langkah kompresi kompresi (1-2 dan 3-4) juga penambahan satu langkah ekspansi difusi (2-3). Sehingga terjadi dinamika kompresi RPM bawah menurun tapi memungkinkan untuk mendapat usaha lebih dari *power* kompresi yang didapat pada motor bakar 6 langkah apabila dibandingkan secara koperatif dengan kerja motor bakar 4 langkah tapi pada langkah (5-6) saat katub buang terbuka lebih dulu sehingga usaha yang dilakukan menurun. Sehingga dapat disimpulkan bahwa konsep motor bakar 6 langkah memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan dalam bidang otomotif baru untuk teknologi bahan bakar kedepan

**Sistem Pengapian**

Suatu sistem dalam setiap kendaraan bermotor terutama bahan bakar bensin (gasoline) dipergunakan dalam mencampur bahan bakar dan udara saat kerja piston dalam keadaan kompresi di dalam ruang bakar. [4]

Komponen Sistem Pengapian

- 1) Koil eksitasi (sumber arus AC)
- 2) (pemutus arus CDI)
- 3) Koil Pengapian
- 4) Busi



Gambar 2 Skematik CDI-AC

**Bahan Bakar Bensin**

jenis bahan bakar minyak yang digunakan untuk bahan bakar mesin kendaraan motor yang pada umumnya adalah jenis sepeda motor dan mobil. Bahan bakar bensin yang dipakai untuk motor bensin adalah jenis gasoline dan petrol.[6]

Ethanol adalah Bahan bakar ethanol merupakan salah satu jenis bahan bakar alternatif yang terbarukan. Ada dua cara memproduksi ethanol yaitu dengan fermentasi senyawa karbohidrat dan hidrasi senyawa *ethylene* yaitu senyawa hidrocarbon dengan struktur paling sederhana atau dikenal dengan alkena (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>). [5]

Pertamax adalah bahan bakar minyak andalan pertamina, pertamax seperti halnya premium, adalah produk bbm dari pengolahan minyak bumi. Pertamax ron (92), Karena memiliki oktan tinggi, maka pertamax biasa meneri tekanan pada kompresi tinggi, sehingga dapat bekerja dengan optimal pada gerakan piston, yang dihasilkan tenaga mesin yang menggunakan lebih maksimal.[6]

**Parameter Untuk Kerja Motor Bakar**

1. Torsi

$$T = F \times L$$

dengan :

T = torsi yang dihasilkan (kg·m)

F = besarnya beban pengereman (kg)

L = panjang lengan dinamometer (m)

2. Daya efektif

$$Ne = T \cdot \omega = \frac{T \cdot 2\pi \cdot n}{60 \cdot 75} = \frac{T \cdot n}{716.5}$$

dengan:

Ne = daya efektif (hp)

ω = kecepatan angular poros (rad·detik<sup>-1</sup>)

n = putaran poros (rpm)

3. Konsumsi bahan bakar spesifik efektif

$$SFC_e = \frac{F_c}{N_e}$$

dengan:

SFC<sub>e</sub> = *Specific Fuel Consumption Effective* (kg·HP<sup>-1</sup>·jam<sup>-1</sup>)

F<sub>c</sub> = konsumsi bahan bakar (kg·jam<sup>-1</sup>)

**METODOLOGI MASALAH**

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental nyata (*true experimental research*) yaitu dengan melakukan pengamatan secara langsung untuk memperoleh data sebab akibat melalui eksperimen guna mendapatkan data empiris yang secara langsung digunakan ke obyek yang akan diteliti. Obyek tersebut akan diambil datanya pada tahapan-tahapan dan secara langsung diuji pada objek yang dituju. Untuk mengetahui pengaruh unjuk kerja capacitor discharge ignition (CDI) dengan perbedaan bahan bakar terhadap unjuk kerja motor bakar 6 langkah.

**Variable Penelitian**

Variabel Bebas

- a. Bahan bakar yang digunakan adalah pertamax(RON 92)dan Ethanol(ron 111) diasumsikan memiliki komposisi yang seragam (homogen).
- b. Putaran *crankshaft* dengan interval 500rpm mulai 3000 rpm hingga 7000 rpm

Variabel Terikat

- a. Beban Pengereman *Prony Disk Brake* (kg·m)
- b. Torsi (hp)
- c. Daya
- d. *Sfpecific fuelconsumption* (kg·HP<sup>-1</sup>·jam<sup>-1</sup>)

Variabel Terkontrol

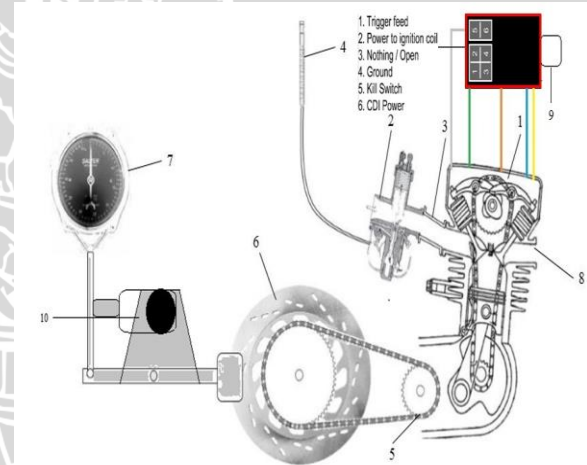
- a. Motor bakar 6 langkah 125cc yang diuji ditetapkan sebagai kondisi standar.
- b. Sudut pengapian 10°-15° sebelum TMA.
- c. Bukaian *throttle* 35%
- d. Mesin uji dalam keadaan tidak bergerak (*stasionery*).
- e. Diameter venturi karburator yang digunakan 18mm
- f. Sudut *overlap* motor bakar adalah 0°.

Tabel 1 Spesifikasi Uji Bahan Bakar

Ethanol (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH)		Pertamax (C <sub>10</sub> H <sub>24</sub> )	
Warna	cairan tak berwarna	Warna	Biru jernih
Densitas	789 kg/m <sup>3</sup>	Densitas	770 kg/m <sup>3</sup>
Titik Lebur	-114,14 °C	Titik lebur	-90.61 °C
Titik Didih	78,29 °C	Titik Didih	215 °C
Tekanan Uap	58 kPa (20 °C)	Tekanan Uap	60 kPa (37,8 °C)
Viskositas	1,200 cP (20 °C)	Viskositas	0.64 cP(15,6 °C)
Flash point	16,60 °C	Flash point	-43 °C
Nilai oktan	111,0	Nilai oktan	92
Massa molar	46.07 g/mol	Massa molar	102.5 g/mol

Sumber : Jurnal saifulaalah dan PT.Pertamina,2007

**Instalasi Penelitian**



Gambar 3 Instalasi Penelitian

**Prosedur Penelitian**

Langkah-langkah prosedur penelitiannya adalah sebagai berikut :

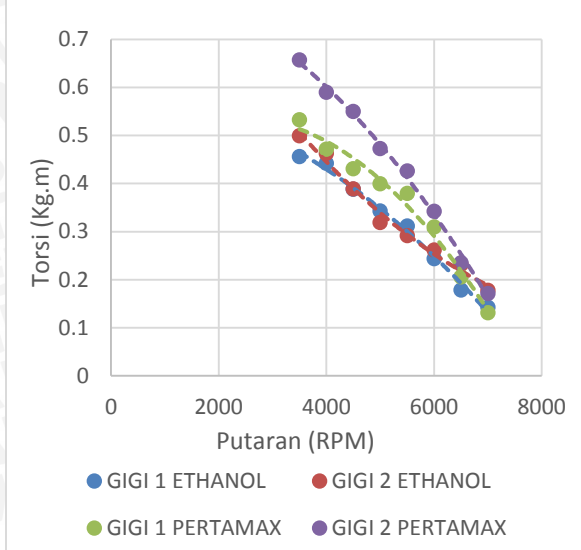
- 1. Siapkan peralatan-peralatan pengukuran sebelum mesin beroperasi.
- 2. Pemasangan kabel CDI sesuai output sinyanya pulser, positif, negatif dan coil.
- 3. Siapkan bahan bakar pertamax ron 92 dan ethanol ron 111
- 4. Menghidupkan mesin.

**Cara pengambilan data**

- a. Atur bukaian *throttle* pada bukaian yang diinginkan (35%).

- b. Atur beban pengereman (kg) dengan mengatur kuatnya pengereman pada dinamometer sampai mendapatkan interval putaran yang diinginkan (rpm).
- c. Tunggu kondisi mesin stabil kemudian lakukan pengambilan data (beban dari *prony brake*), waktu konsumsi 0.5 ml bahan bakar dengan *stopwatch*.
- d. Untuk pengamatan selanjutnya, beban pengereman dinaikkan hingga tercapai penurunan putaran interval 500 rpm kemudian diambil data seperti pada poin c, hingga motor bakar mati (*stall*) dengan menambah kuatnya daya pengereman *dynamometer* dan tidak merubah bukaan *throttle*.
- e. Mengulangi langkah poin b-d sebanyak satu kali, sehingga total percobaan dua kali.

**Hubungan antara Putaran Mesin dengan Torsi**



Gambar 4 Grafik hubungan antara putaran mesin dengan torsi

Dari persamaan di atas terlihat bahwa besarnya torsi berbanding lurus dengan besarnya beban pengereman yang dikenakan pada poros.

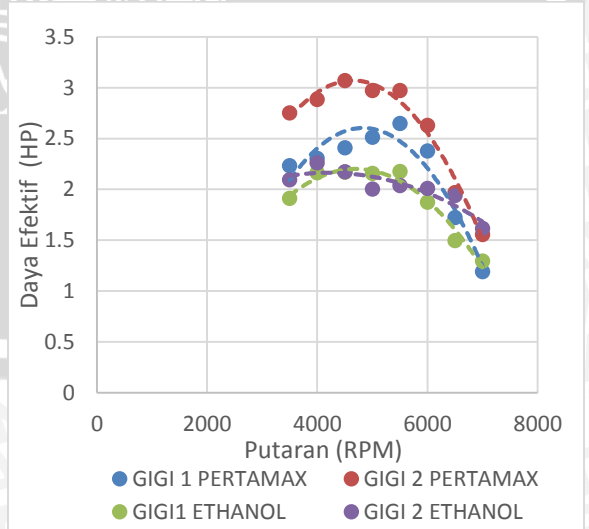
Selain itu, semakin tinggi putaran yang terjadi, gerakan bolak-balik torak akan semakin cepat menyebabkan gesekan antara torak dengan dinding silinder akan semakin banyak, sehingga kerugian mekanis akibat gesekan semakin besar. Hal ini juga menyebabkan gerakan buka tutup katup hisap juga semakin cepat, sehingga massa campuran udara dan bahan bakar yang masuk dan terbakar ke dalam ruang silinder semakin berkurang tiap siklus. Sehingga tekanan efektif pembakaran yang dihasilkan akan semakin kecil. Akibatnya energi tekanan yang digunakan untuk mendorong torak pada saat langkah kerja (ekspansi) juga berkurang, sehingga torsi yang dihasilkan semakin menurun.

Melihat kecenderungan dari Gambar 4 dapat diketahui bahwa pada pengujian motor bakar 6 langkah dengan penggunaan Pertamax diperoleh rata-rata nilai torsi yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan *Ethanol* pada putaran yang sama. Hal tersebut dikarenakan, dengan perbedaan jenis LHV, densitas, *flash point* dari bahan bakar pertamax dan ethanol menyebabkan bertambahnya kinerja pada motor bakar 6 langkah. Pada kondisi ini, terjadi perbedaan dari sifat kimia bahan bakarnya. Yang menyebabkan perbedaan dari proses pembakaran tersebut menghasilkan gaya dorong yang lebih besar pada torak mengakibatkan torsi yang dihasilkan semakin besar. Didapatkan juga peningkatan rpm dengan posisi *throttle* sama (35%), sehingga rentang kurva torsi yang diperoleh juga lebih luas dan merata. Hal ini juga mengindikasikan ada peningkatan pada kualitas pembakaran yang terjadi.

Pada gambar tersebut juga memperlihatkan untuk bukaan *throttle* sama, motor bakar 6 langkah memiliki rentang rpm dan torsi yang lebih luas. Ini terjadi karena meningkatnya fluktuasi yang terbaca pada pembebanan *dynamometer* saat pembebanan semakin tinggi

Pertamax RON 92 terbesar dicapai motor bakar 6 langkah pada putaran 3000 rpm sebesar 0,66 ( $\text{kg}\cdot\text{m}^3$ ) dan torsi terendah dicapai pada putaran 7000 rpm sebesar 0,13 ( $\text{kg}\cdot\text{m}$ ). Sementara untuk bahan bakar *Ethanol* RON 111 untuk motor bakar 6 langkah, torsi terbesar diperoleh motor bakar 6 langkah pada putaran 3000 rpm sebesar 0,5 ( $\text{kg}\cdot\text{m}$ ) dan torsi terendah diperoleh pada putaran 7000 rpm sebesar 0,14 ( $\text{kg}\cdot\text{m}$ ).

**Hubungan antara Putaran Mesin dengan Daya efektif**



Gambar 5 Grafik hubungan antara putaran mesin dengan daya efektif

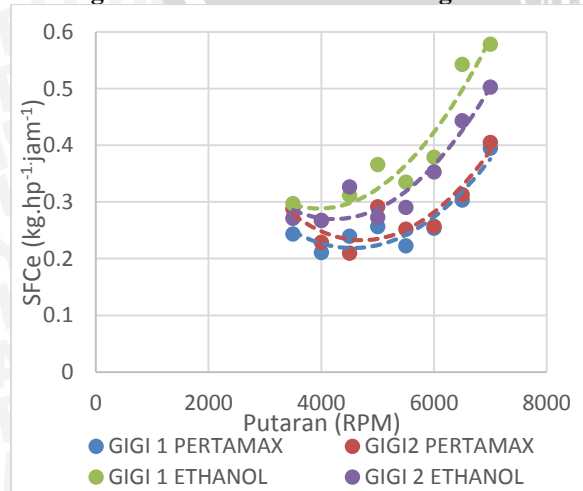
Pada Gambar 5 Bahwa semakin tinggi putaran mesin daya efektif terjadi peningkatan dari titik maksimum dan dimana titik putaran poros cenderung menurun daripada daya indikator maksimumnya, peningkatan tersebut menunjukkan bahwa semakin besar daya efektif disebabkan oleh daya indikasi yang berasal dari sifat kimia bahan bakar yang berbeda mempengaruhi proses pembakaran yang berbeda dan menyebabkan putaran yang terus meningkat.menggambarkan

Kemudian cenderung menurun pada putaran tinggi, hal ini dikarenakan putaran piston yang besar mengalami gesekan besar didalam ruang bakar. Naiknya putaran maka daya efektif (Ne) yang dihasilkan mengalami penurunan

Seiring torsi yang diperoleh, nilai rata-rata daya efektif yang diperoleh motor bakar 6 langkah lebih tinggi pada penggunaan bahan bakar *pertamax* daripada penggunaan bahan bakar *ethanol* pada putaran yang sama. Meskipun daya terbesar yang diperoleh tidak memiliki rentang yang tidak terlalu jauh. Hal ini tentunya dipengaruhi juga oleh fluktuasi disebabkan pada pengukuran torsi dengan pembebanan yang lebih besar. Jarak nilai torsi dan rpm yang diperoleh pada penggunaan bahan *pertamax* RON 92 juga lebih besar.

Daya terbesar yang dapat dicapai motor bakar 6 langkah terjadi pada putaran 3000 rpm yaitu dengan bahan bakar *pertamax* RON 92 sebesar 2,78 (hp) dan daya terendah dicapai pada putaran 7000 rpm sebesar 1,18 (hp). Sementara untuk bahan bakar *ethanol* RON 111, daya terbesar diperoleh motor bakar 6 langkah pada putaran 3000 rpm sebesar 2,1 (hp) dan daya terendah diperoleh pada putaran 7000 rpm sebesar 1,2 (hp).

**Hubungan antara Putaran Mesin dengan SFCE**



Gambar 6 Grafik Hubungan antara Putaran Mesin dengan SFCE

Pada Gambar 6 Hasil yang diperoleh pada grafik sesuai dengan hubungan di atas. Sehingga disimpulkan bahwa apabila FC mengalami peningkatan maka SFCE juga akan meningkat apabila daya efektif yang dihasilkan cenderung naik dengan interval kenaikan yang tidak terlalu besar atau bahkan jika Ne mengalami penurunan.

Pada grafik yang diperoleh terlihat bahwa penggunaan kedua jenis karburator pada motor bakar 6 langkah memiliki selisih terhadap nilai SFCE meskipun nilai yang diperoleh relatif sama namun pada jarak yang berbeda. Penggunaan bahan bakar *Ethanol* memiliki rata-rata nilai yang lebih tinggi pada putaran motor yang sama. Artinya penggunaan bahan bakar *ethanol* lebih tidak efisien dibandingkan penggunaan bahan bakar *pertamax* RON 92. Ini disebabkan konsumsi bahan bakar yang tinggi pada bahan bakar *ethanol* RON 111.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar spesifik efektif terendah motor bakar 6 langkah terjadi pada putaran rendah dan diperoleh pada penggunaan karburator dengan bahan bakar *ethanol* sebesar 0.27(kg·hp<sup>-1</sup>·jam<sup>-1</sup>) yang terus meningkat hingga 5.43 (kg·hp<sup>-1</sup>·jam<sup>-1</sup>). Sedangkan dengan penggunaan bahan bakar *pertamax* diperoleh SFCE sebesar 0.31 (kg·hp<sup>-1</sup>·jam<sup>-1</sup>) kemudian meningkat seiring bertambahnya putaran hingga mencapai 0.24 (kg·hp<sup>-1</sup>·jam<sup>-1</sup>). Selisih nilai terendah dari rata-rata ini juga bisa disebabkan oleh fluktuasi beban pengereman yang terjadi, secara ideal SFCE lebih baik akan diperoleh bahan bakar *pertamax*.

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian, analisa dan pembahasan pada pengujian CDI dengan bahan bakar *pertamax* dan *ethanol* terhadap unjuk kerja motor bakar 6 langkah 1 silinder kapasitas 125 cc adalah sebagai berikut :

1. Torsi terbesar dihasilkan oleh *pertamax* ron 92, yaitu pada putaran 3000 rpm sebesar 0.66 kg.m.
2. Daya efektif terbesar dihasilkan oleh bahan bakar *pertamax* ron 92, yaitu pada putaran 3000 rpm sebesar 2.74 hp.
3. Konsumsi bahan bakar spesifik efektif terbesar dihasilkan oleh bahan bakar *ethanol*, yaitu pada putaran 7000 rpm sebesar 5.43 kg/hp.h.
4. Efisiensi thermal efektif terbesar dihasilkan oleh bahan bakar *pertamax*, yaitu putaran 3000 sebesar 16 %.

**Daftar Pustaka**

[1].Siswanto, Eko, Nurkholis Hamidi, Mega Nur Sasongko, & Denny Widhiyanuriyawan. 2014. *A Gasoline Six-stroke Internal Combustion Engine*. Patent Invention, Malang: Unpublished.

- [2]. Noor, Gilang Rausan Fikri. 2015. Pengaruh Diameter Venturi Karburator terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar 6 langkah 1 Silinder Kapasitas 125 cc. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
- [3]. Saifuallah, 2016. Perbandingan Kosumsi Bahan Bakar Ethanol dan LPG Pada Kendaraan Urban Concept. Malang: Jurusan Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- [4]. Sularto, I. 2004. Pengaruh Jenis Sistem Pengapian CDI dan Jenis Bensin Terhadap Kadar Karbon Monoksida (CO) Gas Buang Pada Sepeda Motor Honda Supra Tahun 2003. Surakarta: Jurusan Mesin, Fakultas Teknik Universitas Surakarta.
- [5]. Battistonia, M., Mariania F., Risia, F., & Poggiana C. Combustion CFD modeling of a spark ignited optical access engine fueled with gasoline and ethanol. *Jurnal Engineering. Sciencedirect.*
- [6]. PT. PERTAMINA (PERSERO). 2007. *Material Safety Data Sheet PERTAMAX*. Jakarta: PT. PERTAMINA (PERSERO).

