

PENGUJIAN KINERJA MESIN BENJIN DENGAN SISTEM PENGAPIAN CDI YANG MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR PREMIUM RON 88 DAN PERTAMAX RON 92

Nor Muhammad Sahid¹, Corvis L. Rantererung², Benyamin Tangan³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Paulus
Jl. Perintis Kemerdekaan km 13 Daya Makassar, 90243
Email korespondensi: benytan@ukipaulus.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui prestasi mesin bensin dengan sistem pengapian CDI yang menggunakan bahan bakar Premium RON 88 dan pertamax RON 92, untuk mengetahui prestasi mesin bensin maka dilakukan perhitungan daya efektif, pemakaian bahan bakar, pemakaian bahan bakar spesifik, laju aliran massa sebenarnya, laju aliran massa teoritis, perbandingan udara bahan bakar, efisiensi volumetris, efisiensi thermal, dan juga penelitian dilakukan tiga variasi putaran mesin.

Dari hasil pengujian, dapat dilihat nilai torsi, daya dan konsumsi bahan bakar untuk efisiensi yang paling baik digunakan yaitu bahan bakar pertamax RON 92. Daya efektif maksimum (BHP) yang dihasilkan oleh mesin bensin dengan sistem pengapian CDI yang menggunakan bahan bakar premium RON 88 untuk putaran 2500 rpm, nilainya sebesar 2,564 kW, kemudian torsi yang dihasilkan nilainya sebesar 9,8 Nm, dan konsumsi bahan bakar nilainya sebesar 0,836 kg/h, jika dibandingkan dengan mesin bensin yang menggunakan bahan bakar pertamax RON 92 terjadi peningkatan nilai BHP sebesar 2,616 dan juga terjadi peningkatan nilai torsi sebesar 10 Nm kemudian terjadi penurunan konsumsi bahan bakar sebesar 0,0047 kg/h. Dengan demikian daya dan torsi yang dihasilkan oleh mesin bensin dengan bahan bakar pertamax RON 92 lebih besar dibanding yang menggunakan bahan bakar premium RON 88 kemudian terjadi penurunan konsumsi bahan bakar pada mesin bensin dengan bahan bakar pertamax RON 92 dibanding dengan mesin bensin dengan bahan bakar premium RON 88, sehingga bahan bakar pertamax RON 92 lebih baik digunakan dibanding jenis bahan bakar lainnya.

Kata kunci : Premium, Pertamax, Daya, Torsi, Konsumsi Bahan Bakar

Abstract

This study was conducted to determine the performance of a gasoline engine with a CDI ignition system that uses RON 88 and pertamax RON 92 Premium fuels, to determine the performance of a gasoline engine, the calculation of effective power, fuel consumption, specific fuel expansion, actual mass flow rate, speed theoretical mass flow, fuel air ratio, volumetric efficiency, thermal efficiency, and also research carried out three variations of engine speed.

From the test results, it can be seen that the torque, power and fuel consumption for efficiency are best used namely pertamax RON 92 fuel. The maximum effective power (BHP) produced by a gasoline engine with CDI ignition system that uses RON 88 premium fuel for 2500 rpm, the value is 2.564 kW, then the torque produced is 9.8 Nm, and the fuel consumption value is 0.836 kg / h, when compared to the gasoline engine that uses RON 92 pertamax fuel there is an increase in BHP value of 2.616 and also an increase in torque value of 10 Nm then a decrease in fuel consumption of 0.0047 kg / h. Thus the power and torque produced by a gasoline engine with pertamax RON 92 fuel is greater than that using RON 88 premium fuel then a decrease in fuel consumption on a gasoline engine with pertamax RON 92 fuel coupled with a gasoline engine with RON premium fuel 88, so the RON 92 pertamax fuel is better to use than other types of fuel.

Keywords: Premium, Pertamax, Power, Torque, Fuel Consumption

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada saat ini semakin pesat, mendorong manusia untuk selalu menciptakan inovasi. Perkembangan teknologi juga terjadi pada bidang otomotif, khususnya pada sistem pengapian dan bahan bakar yang digunakan pada motor bensin. Sistem pengapian merupakan salah satu dari sekian banyak komponen sepeda motor yang paling sering mengalami perkembangan. Dikarenakan untuk memperoleh kerja mesin yang baik dibutuhkan sistem pengapian yang baik pula. Sistem pengapian merupakan sistem yang sangat penting pada sepeda motor. Menurut Jama dan Wagino (2008: 165).

Sistem pengapian pada motor bensin berfungsi mengatur proses pembakaran campuran bensin dan udara di dalam silinder sesuai waktu yang sudah ditentukan yaitu pada akhir langkah kompresi. Sistem pengapian ini sangat berpengaruh pada daya, torsi dan konsumsi bahan bakar yang dibangkitkan oleh mesin tersebut.

Saat ini jenis bahan bakar juga bervariasi dan dari setiap jenis bahan bakar juga memiliki nilai oktan dan sifat masing-masing sehingga juga mempengaruhi kinerja pada mesin, seperti halnya pada bahan bakar premium (RON 88) dan pertamax (RON 92) memiliki nilai oktan yang berbeda antara satu dengan yang lain, hal ini tentu saja memiliki dampak pada kinerja mesin. Pada saat ini banyak konsumen yang menggunakan sistem pengapian CDI pada kendaraan mereka mengubah mengubah bahan bakar mereka yang awalnya menggunakan premium dan sekarang menggunakan pertamax.

Namun banyak konsumen yang belum mengetahui berapa kenaikan performa mesin dan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan antara yang menggunakan bahan bakar premium dengan yang menggunakan bahan bakar pertamax.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Motor Bensin

Motor bensin adalah jenis mesin kalor yang termasuk pembakaran Dalam (*Internal Combustion Engine*). Internal combustion engine (IC.Engine) adalah mesin kalor yang mengubah energi kimia bahan bakar menjadi kerja mekanis, yaitu dalam bentuk putaran poros. Penggunaan mesin ini diantaranya sebagai alat transportasi, sumber penggerak alat produksi, generator listrik dan sebagainya.

Menurut Hidayat (2012:14) Motor bensin termasuk dalam motor bakar dengan klasifikasi berikut:

1. Jenis pembakaran: *Internal Combustion Engine* (ICE)
2. Operasi Siklus: Siklus Otto
3. Bahan Bakar: Bensin
4. Type Pengapian: Baterai dan Penyalaan Magnet
5. Sistem pengapian : Busi yang Dikendalikan platina atau CDI
6. Pencampuran Bahan Bakar : Karburator

Prinsip kerja dari motor bensin menurut Hidayat (2012:14). Prinsip kerja motor bensin adalah mesin yang memanfaatkan energi dari gas panas hasil proses pembakaran, di mana proses pembakaran berlangsung di dalam silinder mesin itu sendiri sehingga gas pembakara sekaligus berfungsi sebagai fluida kerja menjadi tenaga atau energi panas.

Motor bensin memiliki karakteristik seperti berikut:

1. Pengapian dilakukan oleh busi yang dikendalikan platina atau CDI.
2. Rasio kompresi pada ruang bakar rendah antara 8 sampai 11 : 1.
3. Putaran mesin tinggi, tenaga dan torsi yang dihasilkan lebih tinggi dari mesin diesel dengan kapasitas yang sama.
4. Suhu mesin relatif lebih rendah

B. Sistem Pengapian CDI (*Capacitor Discharge Ignition*)

Sistem pengapian CDI merupakan salah satu jenis dari sistem pengapian elektronik. Sistem pengapian CDI merupakan salah satu sistem pengapian yang paling terkenal digunakan pada sepeda motor saat ini. Sistem pengapian CDI terbukti lebih banyak keunggulan dibanding sistem pengapian konvensional (menggunakan platina).

Tenggangan pengapian yang dikeluarkan oleh sistem pengapian CDI bisa mencapai kurang lebih 35.000 volt, sehingga dalam waktu proses pembakaran campuran bahan bakar dapat terbakar lebih sempurna dibandingkan dengan yang menggunakan sistem pengapian konvensional. Pada sistem pengapian CDI tidak memerlukan perawatan dan penyetelan seperti yang menggunakan sistem pengapian konvensional, karena peran platina telah digantikan oleh *thyristor* sebagai saklar elektronik dan *pulser coil* atau *pick-up coil* (koil pulsa generator) yang dipasang dekat *flywheel* generator atau rotor alternator (kadang-kadang *pulser coil* menyatu sebagai bagian dari komponen dalam piringan stator, kadang-kadang dipasang secara terpisah).

C. Bahan Bakar Premium.

Premium adalah bahan bakar minyak jenis distilat berwarna kekuningan yang jernih. Premium merupakan bahan bakar minyak untuk kendaraan bermotor yang paling populer di Indonesia. Premium di Indonesia dipasarkan oleh Pertamina dengan harga yang relatif murah karena memperoleh subsidi dari APBN.

Premium merupakan BBM dengan oktan atau *Research Octane Number (RON)* terendah di antara BBM untuk kendaraan bermotor lainnya, yakni hanya memiliki nilai oktan 88. Pada umumnya, premium digunakan untuk kendaraan bermesin bensin, seperti: mobil, sepeda motor, motor tempel, dan lain-lain. Bahan bakar ini sering juga disebut motor gasoline atau petrol.

Adapun kelemahan dari bahan bakar premium adalah:

1. Dari segi teknologi, penggunaan premium dalam mesin berkompresi tinggi, akan menyebabkan mesin mengalami knocking. Sebab premium di dalam mesin kendaraan akan terbakar dan meledak tidak sesuai dengan gerakan piston. Knocking menyebabkan tenaga mesin berkurang, sehingga terjadi inefisiensi.
2. Dari segi finansial, knocking yang berkepanjangan menyebabkan kerusakan piston, sehingga kendaraan bermotor harus diganti pistonnya.

D. Bahan Bakar Pertamax

Pertamax adalah salah satu jenis *mogas* atau *gasoline*, yang digunakan sebagai bahan bakar untuk mesin kendaraan dengan penyalaan busi atau *spark ignition engine*. Pertamax pertama kali diluncurkan pada tahun 1999 sebagai pengganti premix 98 karena unsur MTBE (*methyl tertiary butyl ether*, C₅H₁₂O) yang berbahaya bagi lingkungan. MTBE murni setara berbilangan oktan 118. Selain dapat meningkatkan bilangan oktan, MTBE juga dapat menambah oksigen pada campuran gas di dalam mesin, sehingga akan mengurangi pembakaran tidak sempurna bensin yang akan menghasilkan gas CO.

Belakangan diketahui MTBE ini juga berbahaya bagi lingkungan karena sifat karsinogik dan mudah bercampur dengan air, sehingga jika terjadi kebocoran pada tempat-tempat penampungan bensin (misalnya Pompa Bensin) MTBE masuk ke air tanah dan bisa mencemari sumber-sumber air minum lainnya.

Pertamax merupakan jenis bahan bakar dengan angka oktan 92. Bensin pertamax dianjurkan digunakan untuk kendaraan bahan bakar bensin yang

mempunyai perbandingan kompresi tinggi (9:1 sampai 10:1). Pada bahan bakar pertamax ditambahkan zat aditif sehingga mampu membersihkan mesin dari timbunan deposit pada fuel injector dan ruang pembakaran.

Bahan bakar pertamax sudah tidak menggunakan campuran timbal sehingga dapat mengurangi racun gas buang kendaraan bermotor seperti nitrogen oksida dan karbon monoksida dan warna dari pertamax adalah biru, beberapa kandungan di dalam pertamax RON 92, adalah:

- Sulfur (S) 0,1%
- Oksigen (O₂) 2,72%
- Pewarna 0,13 gr/100L

Adapun keunggulan dari bahan bakar pertamax RON 92, yaitu:

1. Bebas timbal sehingga mengurangi racun gas buang kendaraan.
2. Oktan atau *Research Octane Number (RON)* yang lebih tinggi sehingga tidak terjadi knocking pada saat mesin dalam kompresi tinggi.
3. Tenaga mesin lebih maksimal karena nilai oktan yang tinggi mampu menerima tekanan pada mesin berkompresi tinggi.

E. Daya Pengereman Mesin.

Daya pengereman adalah daya yang dihasilkan mesin yang ditransmisikan melalui poros mesin yang digerakkan. Daya pengereman yang diukur adalah putaran mesin dengan tachometer dan torsi dengan torsiometer.

Salah satu cara mengukur *brake horse power* (BHP) adalah dengan meletakkan suatu alat ukur pada poros mesin, dinamometer mengukur torsi (t) yang dihasilkan oleh mesin pada putaran tertentu. Dinamometer yang digunakan adalah *water brake dynamometer*. Adapun rumus yang digunakan adalah :

$$BHP = \frac{2 \times \pi \times N \times T}{60} \times 10^{-3} \text{ (kW)} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

T = Torsi (Nm)

N = Putaran Poros (rpm)

F. Konsumsi Bahan Bakar (*Fc*).

Konsumsi bahan bakar adalah banyaknya bahan bakar yang dikonsumsi atau digunakan oleh mesin dalam satuan waktu. Konsumsi bahan bakar dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$F_c = \frac{V_{bb} \times SG \times 3600 \times 10^{-3}}{t} \left(\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right) \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

SG = *Spesifik Gravity*

V_{bb} = Volume Bahan Bakar Pada Gelas Ukur (ml)

t = Waktu Konsumsi Bahan Bakar (s)
3600 = konversi waktu dari detik ke jam

G. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC)

Konsumsi bahan bakar spesifik dinyatakan sebagai jumlah bahan bakar yang dibutuhkan mesin dalam waktu tertentu untuk menghasilkan 1 kilowatt daya efektif. SFC adalah ukuran nilai ekonomis mesin dalam penggunaan bahan bakar. Persamaan yang digunakan adalah :

$$SFC = \frac{F_c}{BHP} \left(\frac{\text{kg}}{\text{kWh}} \right) \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

fc = konsumsi bahan bakar (kg/h)
BHP = Daya efektif (kW)

H. Tekanan Efektif Rata-rata (MEP)

Tekanan efektif rata-rata menyebabkan tekanan rata-rata yang bekerja untuk menggerakkan torak dalam menghasilkan daya efektif. Persamaan luas yang digunakan yaitu :

$$MEP = \frac{60 \cdot 10^3 \times nR \times BHP}{n \times V_s} \text{ (kPa)} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan

nR = 2 putaran / siklus (untuk motor 4 langkah)
Vs = Volume silinder (m³)

$$V_s = \frac{\pi \cdot d^2 \times s \times z}{4 \times 10^6} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

D = Diameter selinder (mm)
S = Langkah piston (mm)
Z = jumlah selinder

III. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen semu (*quasi-experimen*), dengan desain "*one shot case study*". Dalam penelitian ini, perlakuan kinerja mesin bensin dengan sistem pengapian CDI yang menggunakan bahan bakar Premium dan Pertamax. Kemudian akan dilihat hasilnya berupa yang terjadi pada daya, torsi dan konsumsi bahan bakar pada masing-masing variasi putaran mesin 2000 rpm, 2500 rpm dan 3000 rpm.

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.

A. Analisa Perhitungan

1. Daya Pengereman

Diketahui :

T = 6,5 Nm

N = 2000 rpm

$$BHP = \frac{2 \times 3,14 \times 2000 \times 6,5}{60} \times 10^{-3}$$

BHP = 1,3606 kW

2. Konsumsi Bahan Bakar (Fc)

$$FC = \frac{V_{bb} \times SG \times 3600 \times 10^{-3}}{t}$$

Diketahui :

SG = 0,74

t = 32,24 s

V_{bb} = 8 ml

Maka :

$$FC = \frac{8 \times 0,74 \times 3600 \times 10^{-3}}{32,64}$$

$$FC = \frac{21,312}{32,24}$$

FC = 0,661 kg/h

3. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

$$SFC = \frac{0,661}{1,3606}$$

SFC = 0,485 kg/kWh

4. Tekanan Efektif Rata-rata (MEP)

$$V_s = \frac{3,14 (66,548)^2 (49,276)(1)}{4 \times 10^6}$$

V_s = 0,1713 dm³

$$MEP = \frac{60 \times 10^3 \times nR \times BHP}{h \times V_s}$$

$$= \frac{60 \times 10^3 \times 2 \times 1,36066}{2000 \times 0,1713}$$

$$= \frac{163279.200}{342,6}$$

= 476,58 kPa

5. Neraca kalor

a. Energi kalor hasil pembakaran (Q_{tot})

$$Q_{tot} = \frac{f_c \times LHV_{bb}}{3600}$$

$$Q_{tot} = \frac{0,661 \times 44200}{3600}$$

$$Q_{tot} = \frac{29216,2}{3600}$$

Q_{tot} = 8,116 kW

b. Energi kalor yang menghasilkan daya pengereman (Q_{de})

Q_{de} = BHP

Q_{de} = 1,3606 kW

$$\%Q_{de} = \frac{BHP}{Q_{tot}} \times 100\%$$

$$\%Q_{de} = \frac{1,3606}{8,116} \times 100\%$$

%Q_{de} = 16,764 %

c. Energi kalor yang hilang melalui gas buang (Q_{gb})

$$Q_{gb} = H_{gb} - H_{ud}$$

$$H_{gb} = \frac{M_{act} + F_c}{3600} C_{pud} \times T_{gb}$$

$$H_{gb} = \left(\frac{(25-20)+0,661}{3600} \right) 1,0207 \times 450$$

$$H_{gb} = 0,722 \text{ kW}$$

$$H_{ud} = \frac{M_{act} \times C_{pud} \times T_{db}}{3600}$$

$$H_{ud} = \frac{(25-20) \times 1,0207 \times 33,5}{3600}$$

$$H_{ud} = 0,047 \text{ kW}$$

Jadi,

$$Q_{gb} = H_{gb} - H_{ud}$$

$$Q_{gb} = 0,722 - 0,0477$$

$$Q_{gb} = 0,675 \text{ kW}$$

$$\%Q_{gb} = \frac{Q_{gb}}{Q_{tot}} \times 100\%$$

$$\%Q_{gb} = \frac{0,675}{8,116} \times 100\%$$

$$\%Q_{gb} = 8,316 \%$$

- d. Energi kalor yang hilang akibat kerugian lain (Q_{oth})

$$Q_{oth} = Q_{tot} - (Q_{de} - Q_{gb})$$

$$Q_{oth} = 8,116 - (1,3606 - 0,675)$$

$$Q_{oth} = 7,4304 \text{ kW}$$

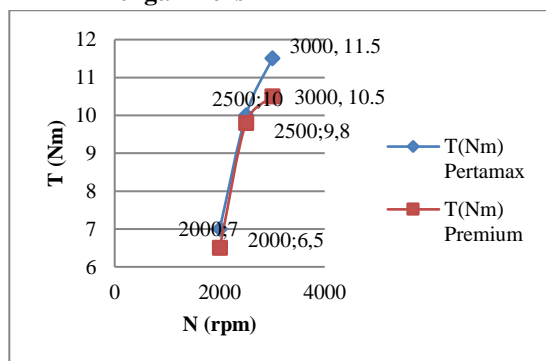
$$\%Q_{oth} = \frac{Q_{oth}}{Q_{tot}} \times 100\%$$

$$\%Q_{oth} = \frac{7,4304}{8,116} \times 100\%$$

$$\%Q_{oth} = 91,552 \%$$

B. Analisa Pembahasan

1. Perbandingan Putaran Poros Mesin Dengan Torsi

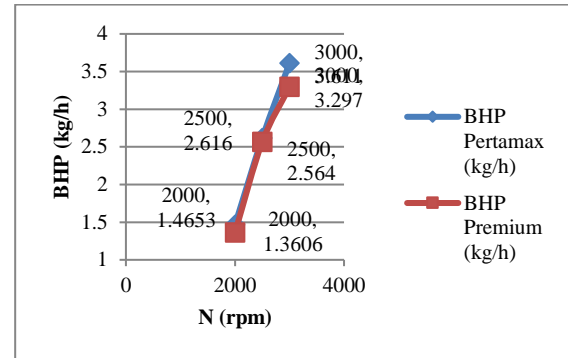


Gambar 1. Grafik Hubungan Torsi VS Putaran

Dari grafik diatas saya dapat menarik kesimpulan bahwa semakin meningkat putaran mesin maka torsi yang dihasilkan akan meningkat dan sebaliknya jika putaran mesin rendah maka torsi yang dihasilkan akan rendah. Pada grafik diatas juga dapat di lihat perbandingan antara putaran poros mesin dengan torsi yang dihasilkan antara mesin bensin dengan bahan bakar premium dan pertamax dengan nilai pada putaran 2000 rpm torsi yang

dihasilkan premium sebesar 6,5 Nm sedangkan pada pertamax sebesar 7 Nm kemudian pada putaran 2500 rpm torsi yang dihasilkan premium sebesar 9,8 Nm sedangkan pada pertamax sebesar 10 Nm dan pada putaran 3000 rpm sebesar 10,5 Nm sedangkan pada pertamax sebesar 11,5 Nm. Dari grafik dilihat bahwa mesin bensin dengan bahan bakar pertamax lebih unggul dan baik digunakan.

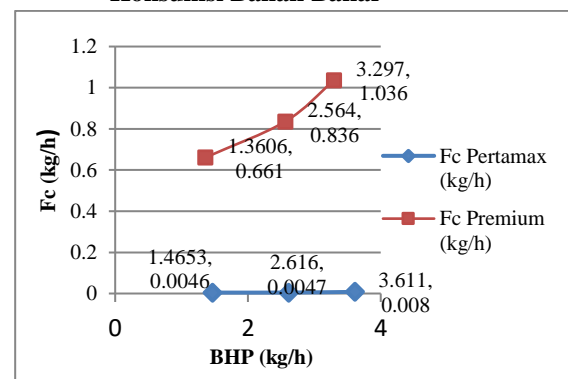
2. Perbandingan BHP Dengan Torsi



Gambar 2. Grafik Hubungan BHP VS Torsi

Dari grafik diatas saya menyimpulkan bahwa torsi mesin sangat berpengaruh pada daya yang dihasilkan suatu mesin. Semakin besar torsi yang dihasilkan suatu mesin maka semakin besar pula daya yang dihasilkan. Pada grafik dapat dilihat nilai pada mesin bensin dengan bahan bakar premium pada putaran 2000 rpm sebesar 1,3606 kg/h sedangkan pada pertamax sebesar 1,4653 dan pada putaran 2500 rpm pada bahan bakar premium sebesar 2,564 sedangkan pada bahan bakar pertamax sebesar 2,616 kg/h kemudian pada putaran 3000 rpm pada bahan bakar premium nilainya sebesar 3,297 kg/h sedangkan pada bahan bakar pertamax sebesar 3,611 kg/h. Dari data di atas dapat dilihat bahwa mesin bensin dengan bahan bakar pertamax RON 92 daya yang dihasilkan lebih besar di banding dengan yang menggunakan bahan bakar premium RON 88.

3. Grafik Perbandingan BHP Dengan Konsumsi Bahan Bakar



Gambar 3. Grafik Perbandingan BHP Dengan Konsumsi Bahan Bakar

Dari grafik BHP VS FC pada mesin bensin saya dapat menarik kesimpulan bahwa semakin besar daya pada motor bensin dapat mempengaruhi pemakaian bahan bakar pada motor bensin. Artinya semakin besar daya yang dihasilkan akan semakin besar pula konsumsi bahan bakar pada mesin bensin. Pada grafik dapat dilihat nilai BHP pada mesin bensin dengan bahan bakar premium pada putaran 2000 rpm sebesar 1,3606 kg/h dengan nilai Fc sebesar 0,661 kg/h kemudian pada putaran 2500 rpm nilai BHP sebesar 2,564 dengan nilai Fc sebesar 0,836 dan pada putaran 3000 rpm nilai BHP yang dihasilkan sebesar 3,297 kg/h dengan nilai Fc sebesar 1,036, sedangkan pada mesin bensin dengan bahan bakar pertamax pada putaran 2000 rpm nilai BHP yang dihasilkan sebesar 1,4653 kg/h dengan nilai Fc 0,0046 kemudian pada putaran 2500 rpm nilai BHPnya sebesar 2,616 dengan nilai Fc 0,0047 dan pada putaran 3000 rpm nilai BHPnya sebesar 3,611 dengan nilai Fc 0,008. Dari grafik dapat pula dilihat bahwa mesin bensin dengan bahan bakar pertamax lebih unggul karena BHP yang dihasilkan lebih besar dengan konsumsi bahan bakar yang lebih irit.

V. PENUTUP

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Besar konsumsi bahan bakar pada mesin bensin dengan sistem pengapian CDI yang menggunakan bahan bakar premium pada putaran 2000 rpm di rata-ratakan sebesar 0,661 kg/h lalu pada putaran 2500 rpm sebesar 0,836 kg/h dan pada putaran 3000 rpm sebesar 1,036 kg/h. Sedangkan yang menggunakan bahan bakar pertamax pada putaran 2000 rpm sebesar 0,0046 kg/h lalu pada putaran 2500 rpm sebesar 0,0047 kg/h dan pada putaran 3000 rpm sebesar 0,008 kg/h. Terdapat penurunan konsumsi bahan bakar pada mesin bensin yang menggunakan sistem pengapian CDI dengan bahan bakar pertamax RON 92.
2. Besar torsi dan daya yang dihasilkan pada mesin bensin dengan sistem pengapian CDI yang menggunakan bahan bakar premium pada putaran 2000 rpm yaitu torsi yang dihasilkan sebesar 6,5 Nm dan daya sebesar 1,3606 kW, lalu pada putaran 2500 rpm torsi yang dihasilkan sebesar 9,8 Nm dan daya sebesar 2,564 kW, kemudian pada putaran 3000 rpm torsi yang dihasilkan sebesar 10,5 Nm dan daya yang dihasilkan sebesar 3,297 kW. Sedangkan mesin bensin yang menggunakan bahan bakar

pertamax pada putaran 2000 rpm torsi yang dihasilkan sebesar 7 Nm dan daya sebesar 1,4653 kW, lalu pada putaran 2500 rpm torsi yang dihasilkan sebesar 10 Nm dan daya sebesar 2,616 kW, kemudian pada putaran 3000 rpm torsi yang dihasilkan sebesar 11,5 Nm dan daya sebesar 3,611 kW. Terdapat kenaikan torsi dan daya yang dihasilkan pada mesin bensin dengan sistem pengapian CDI yang menggunakan bahan bakar pertamax RON 92

DAFTAR PUSTAKA

- Jama, Jalius dan Wagino. 2008. *Teknik Sepeda Motor Jilid 1*. Jakarta: Direktorat pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Jama, Jalius dan Wagino. 2008. *Teknik Sepeda Motor Jilid 2*. Jakarta: Direktorat pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Sarwono, Jonathan. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Hidayat, Wahyu. 2012. *Motor Bensin Modern*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arismunandar, Wiranto. 2005. *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*. Bandung: Penerbit ITB.
- Soenarta, Nakoela dan Sochi Furuhamu. 1995. *Motor Serba Guna*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Daryanto. 2018. *Prinsip Dasar Klistrikan Otomotif (Bekal Keterampilan Bagi Pemula)*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Anonim. 2017. *Laporan Praktikum Motor Bakar*. Makassar: Universitas Kristem Indonesia Paulus.
- http://modul_teknologi_sepeda_motor.com
- www.wikipedia.org
- www.google.com