

KARAKTERISTIK PERFORMA MESIN MOTOR BENSIN KAPASITAS 113 CC DENGAN PERUBAHAN RASIO KOMPRESI

Robby Maulana Rifai¹⁾, Arif Rahman Saleh²⁾, Sigit Joko Purnomo³⁾

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar Email:

¹⁾robbymaulanaarifai@gmail.com, ²⁾arifrahmansaleh@untidar.ac.id, ³⁾
sigitjoko@untidar.ac.id.

ABSTRAK

Peningkatan performa mesin bisa didapaat melalui berbagai metode, misalnya yakni peningkatan perbandingan kompresi. Tujuan pengamatan tersebut yakni guna mengetahui besarnya dampak transformasi rasio kompresi bagi kekuatan, torsi, pemakaian bahan bakar spesifik, serta sisa gas buang yang bersumber dari sepeda motor 113 cc dengan variasi rasio 8,8:1 dan rasio kompresi 9,6:1. Objek penelitian ini adalah motor Yamaha MIO 113 cc melalui pemakaian putaran mesin 2.000 rpm - 3.500 rpm pada *range* 500 rpm. Pengamatan tersebut memakai teknik percobaan variasi rasio kompresi 8,8:1 dan rasio kompresi 9,6:1 dengan melakukan proses *stroke up* untuk menaikan langkah piston. Hasil yang didapat pada penelitian yaitu daya maksimal yang dihasilkan dari rasio kompresi 8,8:1 adalah 5,6 hp dalam putaran mesin 3.000 rpm, serta kekuatan maksimal dari rasio kompresi 9,6:1 adalah 6,1 hp dalam putaran mesin 2.500 rpm. Torsi maksimal yang dihasilkan dari rasio kompresi 8,8:1 adalah 15,25 Nm dalam putaran mesin 2.500 rpm, serta torsi maksimal dari rasio kompresi 9,6:1 adalah 18,25 Nm dalam putaran mesin 2.000 rpm. Pemakaian bahan bakar spesifik minimal rasio kompresi 8,8:1 adalah 0,104 kg/jam.hp dalam putaran mesin 2.500 rpm, dan pemakaian bahan bakar spesifik minimal perbandingan kompresi 9,6:1 adalah 0,102 kg/jam.hp dalam putaran mesin 2.500 rpm. Hasil konsentrasi CO terbesar pada pengujian emisi gas buang pada putaran mesin *idle stationer* pada rasio kompresi 9,6:1 sebesar 5,89%, dan rasio kompresi 8,8:1 sebesar 4,75%. Hasil konsentrasi HC terbesar dari rasio kompresi 9,6:1 pada putaran mesin *idle stationer* sebesar 1184 ppm, sedangkan rasio kompresi 8,8:1 sebesar 955 ppm. Kekuatan serta torsi yang diperoleh sebab terdapatnya ketidaksamaan ukuran langkah pada poros engkol setelah proses *stroke up* yang membuat volume silinder menjadi cenderung besar. Hasil pemakaian bahan bakar spesifik minimal dan uji sisa gas buang dari masing-masing rasio kompresi bergantung pada penggunaan bahan bakar dimana angka oktannya sesuai serta paduan bahan bakar diikuti udara yang sesuai.

Kata kunci: Performa, bensin, kompresi.

KARAKTERISTIK PERFORMA MESIN MOTOR BENSIN KAPASITAS 113 CC DENGAN PERUBAHAN RASIO KOMPRESI

Robby Maulana Rifai¹⁾, Arif Rahman Saleh²⁾, Sigit Joko Purnomo³⁾

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar Email:

¹⁾robbymaulanarifai@gmail.com, ²⁾arifrahmansaleh@untidar.ac.id, ³⁾sigitjoko@untidar.ac.id.

ABSTRACT

Enhancement of engine performance can be obtained from several ways, one of which is enhancement compression ratio. The purpose of this research is to find out how much the effect of changing the compression ratio on power, torque, specific fuel consumption, and exhaust emissions that produced by motorcycles 113 cc with a variation of the ratio of 8.8:1 and a compression ratio of 9.6:1. The object of this research is a Yamaha MIO 113 cc motorbike using an engine speed of 2,000 rpm - 3,500 rpm with a range of 500 rpm. The method of this study uses the testing variations in the compression ratio of 8.8:1 and the compression ratio of 9.6:1 by performing a stroke up process to increase the piston stroke. The results of this study are the maximum power generated from the 8.8:1 compression ratio is 5.6 hp at 3,000 rpm engine speed, and the maximum power from a compression ratio of 9.6:1 is 6.1 hp at 2,500 rpm engine speed. The maximum torque generated from the 8.8:1 compression ratio is 15.25 Nm at 2,500 rpm engine speed, and the maximum torque of the 9.6:1 compression ratio is 18.25 Nm at 2,000 rpm. Minimum specific fuel consumption of 8.8:1 compression ratio is 0.104 kg/hour.hp at 2,500 rpm engine speed, and minimum specific fuel consumption of 9.6:1 compression ratio is 0.102 kg/hour.hp at 2,500 rpm engine speed. The largest of the results CO on exhaust emission testing at engine speed idle stationer at a compression ratio of 9.6:1 by 5.89%, and a compression ratio of 8.8:1 by 4.75%. The largest of the result HC concentrate from the compression ratio of 9.6:1 at engine speed idle stationer stationary of 1184 ppm, while the compression ratio of 8.8:1 is 955 ppm. power and torque generated due to the difference in stroke length of the crankshaft after processing stroke up which makes the cylinder volume larger. The results of minimum specific fuel consumption and exhaust emission tests for each compression ratio are influenced by the use of fuel with the appropriate octane number and the appropriate mixture of fuel and air.

Keywords: Performance, gasoline, compression

1. PENDAHULUAN

Peningkatan kompresi bisa dilaksanakan melalui penyempitan kapasitas ruang bakar. Hal ini dapat membuat kapasitas tempat bakar menjadi menyempit dimana membuat suhu serta tekanan bakar cenderung cukup banyak dimana bisa berdampak pada energi maupun daya yang didapat (Wigraha, 2018).

Saat mesin motor dengan kompresi rendah namun memakai Bahan Bakar Minyak (BBM) yang memiliki RON besar, akan mengalami proses pembakaran yang tidak sempurna pada dapur pacu. Ketidaksempurnaan pembakaran sudah pasti akan berdampak buruk dan menghasilkan sisa bahan bakar yang tinggi pada dapur. Bahan bakar yang tak mengalami pembakaran secara bagus dapat berubah menjadi kerak karbon (Muku, 2009).

2. TINJAUAN PUSTAKA

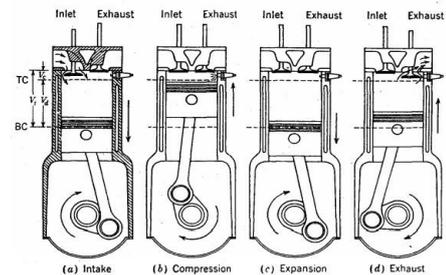
Ariawan (2016) Pengaruh perubahan nilai oktan yaitu nilai yang menampilkan tingkat tekanan maksimal yang mampu diberikan pada mesin sebelum bahan bakar terbakar mengalami pembakaran secara tiba-tiba. Nilai oktan yaitu sebuah angka yang menampilkan karakteristik anti ketukan (*detonasi*). Maknanya, makin besar nilai oktan maka mampu menurunkan kemungkinan terjadinya *detonasi* (*knocking*).

Tarigan (2019). *Stroke up* yakni melakukan perubahan kedudukan sumbu *crankshaft* (*big end*) di poros engkol menjadi cukup jauh ataupun melakukan penggeseran *big end* standard menjadi dekat ke pinggir daun *crankshaft*. *Stroke up* dilaksanakan supaya rentang fluktuatif piston dari TMA ke TMB jadi cukup jauh, yang membuat panjang tahapan torak akan cukup panjang.

2.1 MOTOR BAKAR

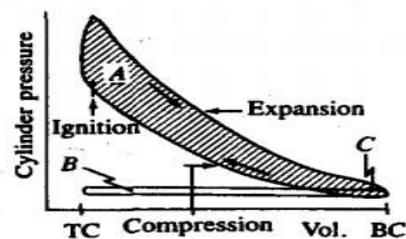
Motor bensin (*spark Ignition*) yakni sebuah tipe motor bakar pada (*Internal Combustion Engine*) yang mana mampu mengonversi tenaga kalor jadi tenaga

mekanik dalam bentuk kekuatan sumbu dalam putaran sumbu engkol. Tenaga kalor didapat dari tahap bakar bahan bakar beserta udara yang dialami di tempat bakar melalui pertolongan semburan api dimana bersumber pada busi guna membentuk gas bakar. Seperti gambar 1, motor bensin 4 langkah dinamakan motor 4 tak karena tiap tahapan pembakaran butuh 4 langkah piston, seperti terlihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Langkah Kerja Motor Bensin 4 Langkah

Perputaran tahap kerja dialami motor bensin disebut perputaran Otto menggunakan bahan bakar bensin. Ketika tahap kompresi dan ekspansi tidak adanya tukar kalor. Maka, beda kalor yang masuk serta kalor yang keluar adalah upaya yang diperoleh dari setiap perputaran, seperti terlihat dalam Gambar 2.



Gambar 2. Diagram P-V aktual Motor Bensin 4 Langkah

2.2 PERBANDINGAN KOMPRESI

Rasio kompresi menjabarkan banyaknya paduan bahan bakar serta

udara dimana mampu ditekan pada silinder motor. Rasio tekanan diakumulasikan melalui pembagian total ataupun kapasitas udara yang ada pada silinder pada atas piston ketika piston terletak di TMB pada total maupun kapasitas udara yang terdapat pada tempat bakar pada atas piston ketika piston terletak pada TMA.

2.3 EMISI GAS BUANG

Sisa gas buang yakni sisa perolehan bakar pada mesin motor dimana dialami sebab terjadi pembakaran yang tidak baik pada tahap pembakaran pada mesin motor. Sisa perolehan pembakaran berupa H₂O atau dinamakan air, gas CO maupun dinamakan karbon monoksida dengan racun, CO₂ atau dinamakan karbon dioksida dimana bentuk gas rumah kaca, NO maupun Nitrogen Monoksida yakni unsur nitrogen oksida, unsur timah hitam (Pb) serta HC dalam bentuk unsur hidrat arang menjadi hasil tidak lengkapnya tahap bakar.

2.4 UNJUK KERJA MOTOR BENSIN

Rumus-rumus yang digunakan antara lain:

a. Perbandingan Kompresi

$$R_c = \frac{v_d + v_c}{v_c} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

R_c = Perbandingan kompresi

V_d = Volume silinder

V_c = Volume kompresi

b. Volume Silinder

$$V_s = 0,785 \times D^2 \times L \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

V_s = Kapasitas silinder

L = Ukuran laju jarak

torak D = Nilai tengah

silinder i = Total silinder

c. Air Fuel Ratio (AFR)

$$AFR = \frac{m_a}{m_f} = \frac{\dot{m}_a}{\dot{m}_f} \dots\dots\dots(3)$$

$$\dot{m}_f = \frac{m_f N_c N}{60 \cdot n} \dots\dots\dots(4)$$

$$m_f = \frac{m_a}{AFR} \dots\dots\dots(5)$$

$$m_a = \frac{P_i(V_l + V_c)}{RT_i} \dots\dots\dots(6)$$

$$r_c = \frac{V_l + V_c}{V_c} \dots\dots\dots(7)$$

Dimana :

m_a = berat udara (kg/siklus) \dot{m}_a = kecepatan arus udara menuju mesin

(kg/detik) m_f = berat bahan

bakar (kg/siklus)

\dot{m}_f = kecepatan arus bahan bakar menuju mesin (kg/detik)

N_c = total silinder

N = putaran mesin (rpm) n = 2 (rev/detik) guna 4 tahap serta 1 (rev/detik) serta 2 tahap

P_i = kompresi udara yang masuk ke silinder (89-90 kPa)

V_l = kapasitas *displacement* (m³)

V_c = kapasitas *clearance* (m³)

R = konstanta gas ideal (0,287 kJ/kg.K)

T_i = suhu udara yang menuju ke silinder (333K)

R_c = 8-11 dalam mesin pengapian busi

d. Daya

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot T}{75 \times 60} \dots\dots\dots(8)$$

Dimana :

P = kekuatan sumbu (hp)

T = torsi (N.m)

N = laju berputarnya mesin (rpm)

1/60 = aspek pengubah ukuran rpm merubah kelajuan translasi (m/s)

1 hp = 0,735 kW dan 1 kW = 1,36 hp

1/75 = aspek pengubah ukuran kgf.m menjadi hp.

e. Torsi

$$\tau = F \times r \dots\dots\dots(9)$$

Dimana : τ = torsi (N.m) F = gaya (N)

r = rentang barang menuju titik putaran (m)

f. Pemakaian Bahan Bakar Spesifik

$$SFC = \frac{F_b}{P} \dots\dots\dots(10)$$

Dimana :

SFC = pemakaian bahan bakar khusus
(kg/jam.hp)

Fb = massa bahan bakar pada satuan
jam (kg/jam) P = kekuatan (hp)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Kendaraan roda dua yang hendak dilakukan percobaan diletakkan pada piranti *dynamometer* pada keadaan roda belakang berporos dalam suatu *chassis dynamometer*. Data pengetahuan berubahnya kekuatan, torsi, dan *air fuel ratio* dalam tiap berputarnya mesin bias ditunjukkan pada layar monitor komputer.

Pada percobaan konsumsi bahan bakar dilaksanakan dengan melihat berubahnya total pemakaian bahan bakar dalam buret ukur dibagi pada total masa dimana diperlukan supaya bahan bakar habis terjadi pembakaran. Pengamatan masa dilaksanakan memakai piranti *stopwatch*. Adapun untuk uji emisi gas buang, data akan diketahui melalui monitor *gas analyser* yang mana alat pendeteksi karbon dimasukkan kedalam kenalpot.

3.1 ALAT DAN BAHAN

Piranti serta komponen pengamatan yakni sebagai berikut: a. Alat Piranti yang dipakai di pengamatan ini yakni : 1. *Chasis Dynamometer*

2. *Blower*
3. *Tools Kit*
4. *Stopwatch*
5. *Gas Analyser*
6. *Burette Tester*
7. *Dial Gauge*
8. Jangka sorong
9. Gelas Ukur

b. Bahan

Material yang dipakai di pengamatan tersebut terdiri dari:

1. Sepeda motor Yamaha Mio 113cc
2. Pertalite
3. *Pen stroke* 3 mm

3.1 VARIABEL PENELITIAN

1. Variabel bebas

. Variabel bebas pada pengamatan tersebut yakni rasio kompresi 8,8:1 dan rasio kompresi 9,6:1.

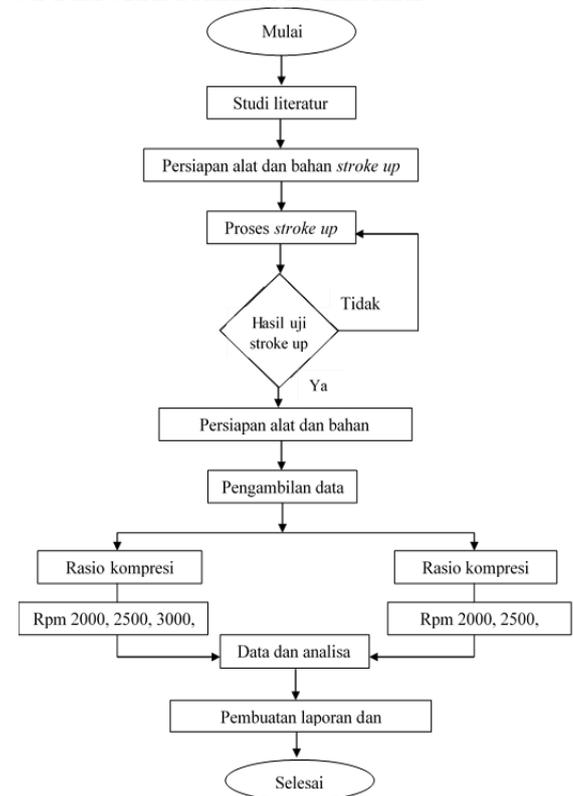
2. Variabel terikat

Variabel terikat ini yakni daya, torsi serta pemakaian bahan bakar khusus.

3. Variabel kontrol

Variabel kontrol pada pengamatan tersebut yakni berputarnya mesin 2.000 rpm, 2.500 rpm, 3.000 rpm, 3.500 rpm.

3.2 DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Gambar 3. Diagram alir penelitian

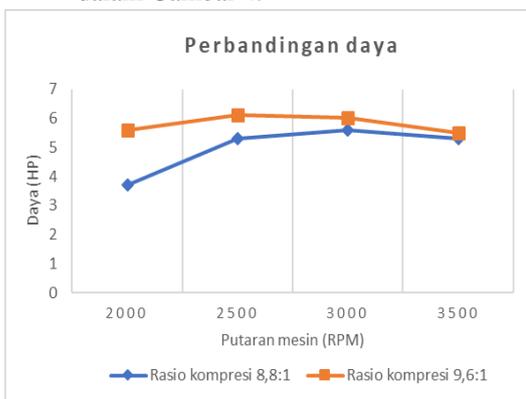
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perbandingan daya maksimal menggunakan rasio kompresi 8,8:1 dan rasio kompresi 9,6:1 dari kedua pengujian sesuai Tabel 1.

Tabel 1. Daya maksimal

| Putaran mesin (rpm) | Rasio 8,8:1 | Rasio 9,6:1 |
|---------------------|-------------|-------------|
| | Daya (hp) | Daya (hp) |
| 2.000 | 3,7 | 5,1 |
| 2.500 | 5,3 | 6,1 |
| 3.000 | 5,6 | 6,0 |
| 3.500 | 5,3 | 5,5 |

Grafik perbandingan daya maksimal menggunakan rasio kompresi 8,8:1 dan rasio kompresi 9,6:1, seperti ditampilkan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Grafik komparasi daya

Daya pada putaran mesin 2.000 rpm dari penggunaan rasio kompresi 8,8:1 sebesar 3,7 hp, dan penggunaan rasio kompresi 9,6:1 sebesar 5,1 hp. Hasil daya terbesar pada putaran mesin 2.000 rpm sebesar 5,1 hp dari penggunaan rasio kompresi 9,6:1.

Daya maksimal dari pengujian sebesar 6,1 hp pada putaran mesin 2.500 rpm dari penggunaan rasio kompresi 9,6:1. Hal ini disebabkan oleh karena adanya perbedaan rasio kompresi.

Daya pada putaran mesin 3.000 rpm dari penggunaan rasio kompresi 8,8:1 sebesar 5,6 hp, dan penggunaan rasio kompresi 9,6:1 sebesar 6,0 hp. Hasil daya terbesar dalam putaran mesin 3.000 rpm yakni 6,0 hp dari pemakaian rasio kompresi 9,6:1.

Kekuatan dalam putaran mesin 3.500 rpm dari penggunaan rasio kompresi 8,8:1 sebesar 5,3 hp, dan penggunaan rasio kompresi 9,6:1 sebesar 5,5 hp. Hasil daya terbesar pada putaran

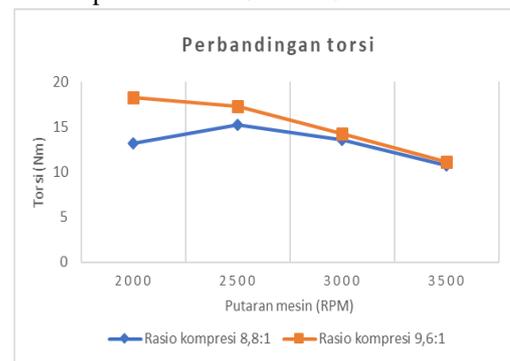
mesin 3.500 rpm sebesar 5,5 hp dari penggunaan rasio kompresi 9,6:1. Namun pada putaran 3.000 rpm hingga 3.500 rpm, kedua rasio kompresi menunjukkan penurunan daya.

- Perbandingan torsi maksimal menggunakan rasio kompresi 8,8:1 dan rasio kompresi 9,6:1 sesuai Tabel 2.

Tabel 2. Torsi maksimal

| Putaran mesin (rpm) | Rasio kompresi 8,8:1 | Rasio kompresi 9,6:1 |
|---------------------|----------------------|----------------------|
| | Torsi (Nm) | Torsi (Nm) |
| 2.000 | 13,12 | 18,25 |
| 2.500 | 15,25 | 17,25 |
| 3.000 | 13,56 | 14,26 |
| 3.500 | 10,74 | 11,12 |

Grafik perbandingan torsi maksimal menggunakan rasio kompresi 8,8:1 dan rasio kompresi 9,6:1, misalnya ditampilkan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Grafik perbandingan torsi

Torsi pada putaran mesin 2.000 rpm dari penggunaan rasio kompresi 8,8:1 sebesar 13,12 Nm, dan rasio kompresi 9,6:1 sebesar 18,25 Nm. Hasil torsi paling besar dalam putaran mesin 2.000 rpm sebanyak 18,25 Nm dari pemakaian perbandingan kompresi 9,6:1.

Torsi dalam putaran mesin 2.500 rpm dari penggunaan rasio kompresi 8,8:1 sebesar 15,25 Nm, dan rasio kompresi 9,6:1 sebesar 17,25 Nm. Hasil torsi paling besar dalam putaran mesin 2.500 rpm sebanyak 17,25 Nm dari pemakaian rasio kompresi 9,6:1, Hal ini disebabkan oleh adanya perubahan pada panjang langkah piston.

Torsi maksimal dari pengujian sebesar 18,25 Nm pada putaran mesin 2.000 rpm dari penggunaan rasio kompresi 9,6:1, lebih besar dibandingkan rasio kompresi 8,8:1 yang memiliki torsi maksimal 15,25 Nm dalam putaran mesin 2.500.

Torsi dalam putaran mesin 3.000 rpm dari penggunaan rasio kompresi 8,8:1 dengan torsi sebesar 13,56 Nm, dan rasio kompresi 9,6:1 sebesar 14,26 Nm. Hasil torsi paling besar dalam putaran mesin 3.000 rpm sebanyak 14,26 Nm dari pemakaian perbandingan tekanan 9,6:1. Namun dalam putaran mesin 3.000 rpm hingga 3.500 rpm, kedua rasio kompresi menunjukkan penurunan torsi.

Torsi pada putaran mesin 3.500 rpm dari penggunaan rasio kompresi 8,8:1 dengan torsi sebesar 10,74 Nm, dan penggunaan rasio kompresi 9,6:1 sebesar 11,12 Nm. Hasil torsi paling besar dalam putaran mesin 3.000 rpm sebanyak 11,14 Nm dari pemakaian rasio kompresi 9,6:1,

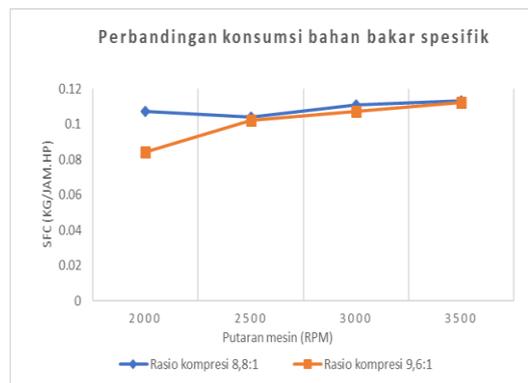
- Perbandingan pemakaian bahan bakar khusus menggunakan perbandingan tekanan 8,8:1 dan perbandingan tekanan 9,6:1 sesuai Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan SFC

| Putaran mesin (rpm) | Rasio kompresi 8,8:1 <i>sfc</i> (kg/jam.hp) | Rasio kompresi 9,6:1 <i>sfc</i> (kg/jam.hp) |
|---------------------|---|---|
| 2.000 | 0,107 | 0,084 |
| 2.500 | 0,104 | 0,102 |
| 3.000 | 0,111 | 0,107 |
| 3.500 | 0,113 | 0,122 |

Grafik perbandingan pemakaian bahan bakar khusus minimal menggunakan perbandingan 8,8:1 dan perbandingan 9,6:1 seperti ditampilkan dalam Gambar

6.



Gambar 6. Grafik perbandingan pemakaian bahan bakar khusus

Pemakaian bahan bakar khusus dalam putaran mesin 2.000 rpm dari penggunaan rasio kompresi 8,8:1 sebesar 0,107 kg/jam.hp, serta perbandingan tekanan 9,6:1 sebesar 0,084 kg/jam.hp. pemakaian bahan bakar khusus minimal dalam putaran mesin 2.000 rpm sebanyak 0,084 kg/jam.hp dari penggunaan rasio kompresi 9,6:1.

Pemakaian bahan bakar khusus minimal dari pengujian sebanyak 0,102 kg/jam.hp dalam putaran mesin 2.500 rpm dari penggunaan rasio kompresi 9,6:1. Hal ini dikarenakan makin besar nilai oktan bahan bakar yang dipakai dengan putaran mesin serta perbandingan kompresi yang sebanding maka SFC yang diperoleh terjadi pengurangan.

Pemakaian bahan bakar khusus dalam putaran mesin 3.000 rpm dari penggunaan rasio kompresi 8,8:1 sebesar 0,111 kg/jam.hp, serta perbandingan kompresi 9,6:1 sebesar 0,107 kg/jam.hp. Pemakaian bahan bakar khusus paling rendah dalam putaran mesin 3.000 rpm sebanyak 0,107 kg/jam.hp dari penggunaan rasio kompresi 9,6:1.

- Perbandingan emisi gas buang menggunakan rasio kompresi 8,8:1 dan rasio kompresi 9,6:1 sesuai Tabel 4.

Tabel 4. Emisi gas buang

| Rasio 8,8 :1 | | Rasio 9,6 : 1 | |
|--------------|----------|---------------|----------|
| CO (%) | HC (ppm) | CO (%) | HC (ppm) |
| 4,59 | 951 | 5,48 | 1151 |

| | | | |
|-------------|------------|-------------|-------------|
| 4,61 | 953 | 5,89 | 1146 |
| 4,75 | 813 | 5,75 | 1184 |

Konsentrasi CO pada putaran mesin *idle stationer* dari penggunaan rasio kompresi 8,8:1 sebesar 4,75%, dan penggunaan rasio kompresi 9,6:1 memiliki konsentrasi CO sebesar 5,89%. Hasil konsentrasi CO terbesar pada putaran mesin *idle stationer* sebesar 5,89% dari penggunaan rasio kompresi 9,6:1.

Konsentrasi HC pada putaran mesin *idle stationer* dari penggunaan rasio kompresi 8,8:1 sebesar 953 ppm, dan penggunaan rasio kompresi 9,6:1 memiliki konsentrasi HC sebesar 1184 ppm. Hasil konsentrasi HC terbesar pada putaran mesin *idle stationer* sebesar 1184 ppm dari penggunaan rasio kompresi 9,6:1.

5. KESIMPULAN

1. Daya maksimal pada pengujian yaitu 6,1 hp dari penggunaan perbandingan kompresi 9,6:1 dalam putaran mesin 2.500 rpm.
2. Torsi maksimal pada pengujian yaitu 18,25 Nm dari penggunaan rasio kompresi 9,6:1 dalam putaran mesin 2.000 rpm.
3. Pemakaian bahan bakar khusus minimal yaitu 0,084 kg/jam.hp dari penggunaan perbandingan kompresi 9,6:1 dalam putaran mesin 2.000 rpm.
4. Hasil konsentrasi CO terbesar yaitu 5,89% dari penggunaan rasio kompresi 9,6:1, untuk hasil konsentrasi HC terbesar yaitu 1184 ppm dari penggunaan rasio kompresi 9,6:1.

6. REFERENSI

Ariawan, I Wayan Budi, I.G.B Wijaya Kusuma dan I.W Bandem Adnyana., (2016), Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Pertalite Terhadap Unjuk Kerja Daya, Torsi dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor Bertransmisi Otomatis. *Jurnal METTEK.*, Volume 2 No 1, Halaman 52.

Heywood, John B. 1988. Internal combustion engine fundamentals. United State of America : McGrawhill, Inc.

Muku, I Dewa Made Krishna dan I Gusti Ketut Sukadana. (2009). Pengaruh Rasio Kompresi Terhadap Unjuk Kerja Mesin Empat Langkah Menggunakan Arak Bali Sebagai Bahan Bakar. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin.*, Vol. 3 No. 1, Halaman 32.

Tarigan, Kristian (2019). Analisa Pengaruh Stroke Terhadap Performa Mesin Empat Langkah Kapasitas 150 CC Bahan Bakar Pertamina 92, Pertamina Turbo 98 dan Bensol Terhadap Data dan Konsumsi Bahan Bakar. *Jurnal Ilmiah Core IT.*, Vol. 4 No. 3, Halaman 234.

Wigraha, Arya (2018). Pengaruh Pemotongan Permukaan Penutup Ruang Bakar Pada Kepala Silinder Terhadap Daya Dan Torsi Pada Motor Jupiter Z. *JJTM.*, Vol 6 No 1, Halaman 32.