

# Perbandingan Unjuk Kerja Mesin Berbahan Bakar Pertamina Plus Dengan Peralite Pada Rasio Kompresi Berbeda Terhadap Unjuk Kerja

I Made Sumaryanta<sup>1)</sup>, I W Bandem Adnyana<sup>2)</sup>, I G K Sukadana<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Universitas Udayana

<sup>2,3)</sup> Dosen Jurusan Teknik Mesin, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

Sepeda motor merupakan motor pembakaran dalam yang membutuhkan unjuk kerja mesin yang maksimal dan konsumsi bahan bakar yang hemat. Untuk meningkatkan unjuk kerja mesin sepeda motor dilakukan dengan berbagai cara salah satunya dengan menaikkan rasio kompresi dan kualitas bahan bakar. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh rasio kompresi dan variasi bahan bakar dengan sudut  $0^\circ$  aliran masuk bahan bakar terhadap unjuk kerja mesin 110cc transmisi otomatis. Pengujian dilakukan pada motor empat langkah dengan kapasitas mesin 110 cc, variasi rasio kompresi 9.2 : 1, 9.7 : 1 memvariasikan bahan bakar pertamax plus, peralite dan campuran 50% pertamax plus 50% peralite serta memvariasikan putaran mesin pada 5000 rpm, 6000 rpm, 7000 rpm, 8000 rpm, dan 9000 rpm. Bahan bakar yang diuji tidak berpengaruh pada unjuk kerja pada rasio kompresi yang tinggi. Torsi yang tertinggi adalah rasio kompresi 9.7:1 bahan bakar pertamax plus dengan nilai Torsi tertinggi dengan nilai 10.99 N.m pada putaran mesin 5000 rpm. Daya yang tertinggi adalah rasio kompresi 9.7:1 bahan bakar pertamax plus dengan nilai 6.16 kW pada putaran mesin 5000 rpm. Dari 2 pilihan bahan bakar yang diuji untuk rasio kompresi 9.2 : 1 bahan bakar peralite yang baik dibandingkan pertamax plus, penelitian yang dilakukan dengan variasi bahan bakar dan rasio kompresi 9.7 : 1, bahan bakar pertamax plus menghasilkan SFC yang irit.

**Kata kunci:** Rasio Kompresi, Bahan Bakar, Unjuk Kerja

## Abstract

Motorcycle is a combustion engine which requires maximum engine performance and fuel consumption is frugal. To enhance the performance of the bike is done in various ways either by raising the compression ratio and fuel quality. The aim of this research was to determine the effect of compression ratio and fuel variation with angle of  $0^\circ$  inflow of fuel to the engine performance 110cc automatic transmission. Tests carried out on motor four stroke with engine capacity of 110 cc, the variation in compression ratio of 9.2: 1, 9.7: 1 varying fuel pertamax plus, peralite and a mixture of 50% pertamax plus 50% peralite and vary the engine speed at 5000 rpm, 6000 rpm, 7000 rpm, 8000 rpm and 9000 rpm. The fuels being tested have no effect on performance at a high compression ratio. The highest torque is a compression ratio of 9.7: 1 fuel pertamax plus with the highest torque value with the value of 10.99 N.m at engine speed of 5000 rpm. The highest power is the compression ratio of 9.7: 1 fuel pertamax plus the value of 6.16 kW at engine speed of 5000 rpm. Of 2 selection fuels being tested for compression ratio of 9.2: 1 fuel peralite nice compared pertamax plus, research conducted by the variation of the fuel and the compression ratio of 9.7: 1, the fuel pertamax plus SFC is economical to produce.

**Keywords:** Compression Ratio, Fuel, Performance

## 1. Pendahuluan

Untuk mendapatkan unjuk kerja mesin yang maksimal maka diperlukan rasio kompresi yang tinggi, campuran udara-bahan bakar yang sempurna, dan waktu pengapian yang tepat. Kendaraan saat ini banyak menggunakan mesin dengan rasio kompresi yang tinggi, mesin dibuat dengan rasio kompresi tinggi bertujuan untuk meningkatkan efisiensi (irit bahan bakar) dan menurunkan kadar emisi. Rasio kompresi yang terlalu tinggi akan menyebabkan detonasi pada ruang pembakaran. Akibatnya, campuran bahan bakar yang belum terbakar temperatur menjadi meningkat sehingga melewati temperatur untuk menyala sendiri. Dengan demikian diperlukan rasio kompresi yang

sesuai kebutuhan bahan bakar. Rasio kompresi mesin harus seimbang dengan kandungan bahan bakar yang digunakan, agar mesin motor menjadi lebih awet dan pemakain bahan bakar akan bisa menjadi lebih irit. Jika kompresi mesin tinggi memakai bensin beroktan rendah dalam jangka panjang, maka mesin akan menjadi rusak, seperti piston yang nantinya akan rusak, mesin akan tidak bertenaga/unjuk kerja mesin berkurang. Untuk menghindari hal tersebut maka harus menggunakan bensin yang seimbang dengan rasio kompresi mesin motor.

Untuk menghasilkan unjuk kerja mesin yang maksimal perlu melakukan penelitian perubahan unjuk

kerja mesin 110cc transmisi otomatis pada sudut 0° aliran masuk bahan bakar akibat perubahan rasio kompresi dan bahan bakar yang berbeda.

## 2. Tinjauan pustaka

Motor bakar adalah suatu mekanisme yang mengubah energi termal menjadi energi mekanis. Energi itu sendiri diperoleh dari proses pembakaran. Mesin ini memanfaatkan fluida kerja/gas panas hasil pembakaran secara langsung untuk menghasilkan usaha. Pembakaran dari campuran udara dan bahan bakar di dalam silinder menghasilkan tekanan tinggi sehingga torak bergerak dari TMA (titik mati atas) ke TMB (titik mati bawah) untuk menghasilkan usaha. Pada umumnya motor bakar terbagi menjadi dua golongan utama, motor pembakaran luar (*Exsternal Combustion Engine*) dan Motor pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*).

### 2.1 Bahan Bakar

Bahan bakar adalah bahan yang dikonsumsi untuk menghasilkan sejumlah energi panas. Secara kondisi fisik bahan bakar dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu bahan bakar padat, bahan bakar gas, dan bahan bakar cair. Khusus bahan bakar cair merupakan gabungan senyawa hidrokarbon yang diperoleh dari alam maupun secara buatan. Bahan bakar cair umumnya berasal dari minyak bumi. Minyak bumi merupakan campuran alami hidrokarbon cair dengan sedikit belerang, nitrogen, oksigen sedikit sekali metal dan mineral.

### 2.2 Pertamina Plus

Pertamax plus jenis bahan bakar minyak non-subsidi didirikan 10 Desember 1999 pemilik Pertamina. Pertamina Plus, seperti halnya Pertamina dan Premium, adalah produk BBM dari pengolahan minyak bumi, dihasilkan dengan penambahan zat aditif dalam proses pengolahannya di kilang minyak. Pertamina Plus adalah bahan bakar untuk kendaraan yang memiliki rasio kompresi 10,1-11,1, serta menggunakan teknologi *Electronic Fuel Injection* (EFI), *Variable Valve Timing Intelligent* (VVTI), (VTI), *Turbochargers*, dan *catalytic converters*. Dan pertamax plus memiliki kadar Research Oktan Number (RON) 95.

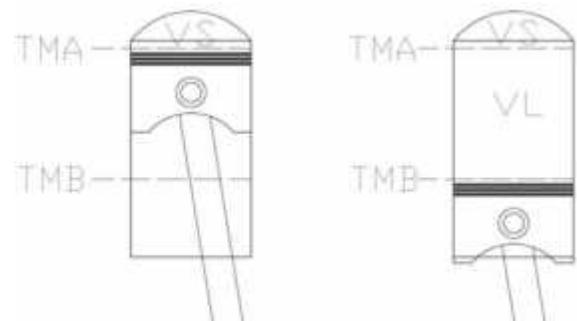
### 2.3 Peralite

Peralite merupakan bahan bakar minyak (BBM) jenis baru yang diproduksi Pertamina, jika dibandingkan dengan premium Peralite memiliki kualitas bahan bakar lebih sebab memiliki kadar Research Oktan Number (RON) 90, di atas Premium, yang hanya RON 88, menurut Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), Sudirman Said, Peralite merupakan produk yang lebih bersih dan

ramah terhadap lingkungan. kualitas dari pertalite yang lebih bagus serta diproduksi untuk cocok dengan segala jenis kendaraan. Peralite adalah bahan bakar minyak dari Pertamina dengan RON 90. Peralite dihasilkan dengan penambahan zat aditif dalam proses pengolahannya di kilang minyak, diluncurkan tanggal 24 juli 2015 sebagai varian baru bagi konsumen yang ingin BBM dengan kualitas diatas premium tetapi lebih murah dari pada Pertamax.

### 2.4 Perbandingan Kompresi

Perbandingan kompresi merupakan hasil bagi dari volume total dengan volume sisa (volume ruang bakar). Volume total adalah isi ruang antara torak ketika berada di TMB sampai tutup silinder, volume total juga merupakan jumlah antara volume langkah dengan volume sisa, sedangkan volume sisa adalah volume antara torak ketika berada di TMA sampai tutup silinder. Tiap motor bensin akan memperoleh daya yang semakin besar apabila kompresi dipertinggi. Tetapi dengan kenaikan tekanan melebihi batas tertentu yang akan mengakibatkan temperatur yang melebihi dari temperatur nyala dari bahan bakar, mengakibatkan daya dari motor tidak akan bertambah. Tekanan atau desakan yang tidak teratur dan disertai dengan getaran-getaran ini menandakan terjadinya detonasi dalam silinder.



Gambar 1. Perbandingan kompresi

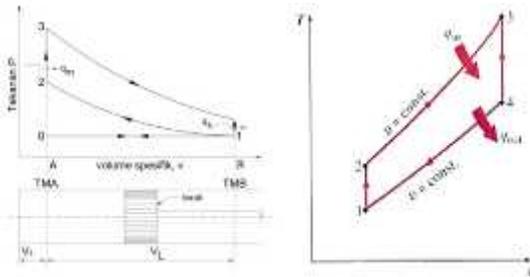
Perbandingan kompresi dapat dihitung dengan rumus, seperti persamaan 1 :

$$c = \frac{V_T}{V_S} = \frac{V_L + V_S}{V_S} = 1 + \frac{V_L}{V_S} \dots \dots \dots (1)$$

### 2.5 Prinsip Kerja Motor Empat Langkah

Motor empat langkah (4 tak) adalah mesin yang menyelesaikan satu siklus dalam empat langkah piston atau dua kali putaran poros engkol.

### 2.6 P-V dan T-S Diagram Siklus Otto Ideal



**Gambar 2 P-V dan T-S Diagram siklus ideal motor bensin empat langkah**

Proses 0 sampai 1 proses langkah hisap, proses 1 sampai 2 langkah kompresi (adiabatic compression reversibele), proses 2 sampai 3 proses pembakaran pada volume konstan, proses 3 sampai 4 langkah kerja (langkah ekspansi, adiabatic expansion reversibele), proses 4 sampai 1 proses pembuangan dianggap sebagai pengeluaran kalor pada volume konstan, proses 1 sampai 0 proses pembuangan pada tekanan konstan.

**2.7 Torsi Mesin**

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, besaran torsi adalah besaran turunan biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya, dirumuskan seperti persamaan 2.

$$T = F \times r \text{ (N.m)} \dots\dots\dots(2)$$

**2.8 Daya Poros Efektif**

Tujuan utama dari penggunaan *engine* adalah daya (*mechanical power*). Daya didefinisikan sebagai laju kerja dan sama dengan perkalian antara gaya dengan kecepatan linear atau torsi dengan kecepatan angular. Sehingga dalam pengukuran daya melibatkan pengukuran gaya atau torsi dan kecepatan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan dynamometer dan tachometer atau alat lain dengan fungsi yang sama. Daya ditemukan seperti persamaan 3 (Simanungkalit 2013).

$$P = \frac{2\pi \cdot N \cdot T}{60000} \text{ (kW)} \dots\dots\dots(3)$$

**2.9 Konsumsi Bahan Bakar**

Konsumsi bahan bakar merupakan ukuran bahan bakar yang dikonsumsi motor untuk menghasilkan tenaga mekanis. Konsumsi bahan bakar ditentukan dalam laju pemakaian bahan bakar tiap detiknya dapat ditentukan dengan rumus, seperti persamaan 4 (Simanungkalit 2013).

$$f = Mb / \Delta t \text{ (gr/dt)} \dots\dots\dots(4)$$

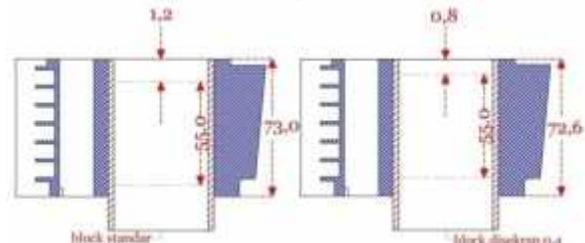
**2.10 Konsumsi Bahan Bakar spesifik**

Konsumsi bahan bakar spesifik atau *Specific Fuel Consumption* (SFC) adalah parameter unjuk kerja mesin yang berhubungan langsung dengan nilai ekonomis sebuah mesin, karena dengan mengetahui hal ini dapat dihitung jumlah bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan sejumlah daya dalam selang waktu tertentu, seperti persamaan 5 (Simanungkalit 2013).

$$SFC = \frac{M_f}{P} \text{ (kg/kw.jam)} \dots\dots\dots(5)$$

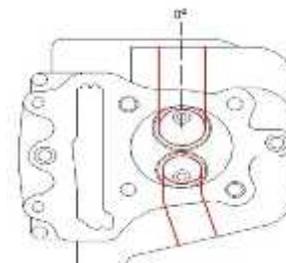
**3. Alat dan Bahan**

Peralatan yang akan digunakan dalam melakukan percobaan dan penelitian adalah Mesin uji, yang digunakan adalah sepeda motor jenis 4 langkah merk *Honda Beat* dengan spesifikasi teknik seperti Jumlah silinder 1 (satu), Volume silinder 110cc, Diameter silinder 50mm, Langkah torak 55mm, Perbandingan kompresi 9,2:1, Daya maksimum: 8,22 Hp (6.27) / 8.000 rpm, Torsi maksimum 0,85 kgf.m (8.68) / 5.500 rpm, Tahun 2010. Menggunakan bahan bakar Pertamina plus, Peralite, 50% Pertamina plus 50% Peralite. Alat yang digunakan Tekometer, Gelas ukur/Buret, Kompresi tester, Stopwatch, Tool kit set, Chassis Dynamometer. Block Silinder yang digunakan dalam pengujian ini adalah Blok silinder dengan disekrap 0.4 mm (Rasio kompresi 9.7 : 1), Block silinder standar (Rasio kompresi 9.2 : 1).



**Gambar 3 block silinder standar dan disekrap 0,4 mm**

Kepala Silinder yang digunakan dalam pengujian ini adalah Kepala Silinder dengan sudut modifikasi 0°.



**Gambar 4. Head silinder modifikasi 0°**

### 3.1 Langkah Penelitian

Langkah penelitian ini dilakukan dengan cara eksperimental, yaitu membandingkan unjuk kerja mesin 4 langkah dari sudut  $0^\circ$  dengan variasi kompresi dan bahan bakar yang digunakan. Pengerjaan dilakukan dari tahap menyiapkan Kepala silinder dengan variasi sudut  $0^\circ$ , menyiapkan Block silinder standar dan block silinder yang di sekrap 0,4 mm (kompresi 9,7 : 1), menyiapkan bahan bakar : Pertamina plus, Peralite, dan 50% Pertamina plus 50% Peralite, memeriksa tachometer dan stopwatch apakah dapat berfungsi dengan baik, melakukan pengecekan kondisi sepeda motor yang meliputi pembersihan karburator, aliran masuk bahan bakar (*intake manifold* dan lubang *in* pada kepala silinder), pengecekan kompresi, busi, dan diupayakan mesin dapat bekerja secara maksimum, melakukan pemasangan alat ukur pada *dynamometer*, siapkan alat tulis untuk mencatat data-data yang diambil.

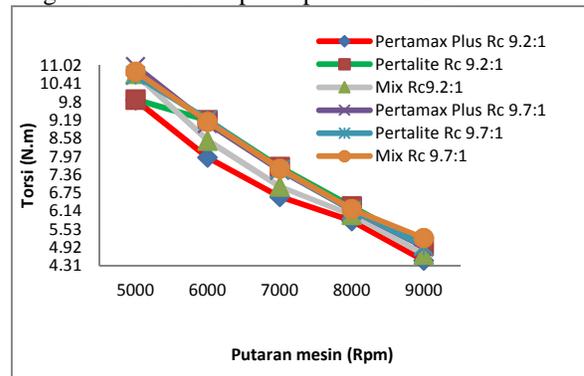
Pengujian Power (Daya), Torsi, dan Konsumsi Bahan Bakar pada sepeda motor dengan menggunakan alat uji Dynamometer dibengkel *Win'S Motor*, Jl. Bypass Ngurah Rai No. 280 Padanggalak, Tohpati, Denpasar Timur.

Tahap Persiapan pengujian dengan menyiapkan mesin Dynamometer, naikan sepeda motor pada mesin Dynamometer, ikatkan sabuk pengaman sesuai dengan standar pengaman dari mesin dynamometer agar sepeda motor tidak terlempar pada saat pengujian dan tidak terjadi slip antara roda dan *roller dynamometer*.

Pengujian Power (Daya), Torsi, dan Konsumsi Bahan Bakar menggunakan bahan bakar Pertamina plus dan kepala silinder modifikasi (sudut  $0^\circ$ ) dengan rasio kompresi 9,2 : 1, pertama hidupkan mesin sepeda motor, kedua putar *grip throttle* sampai putaran 10.000 rpm, setelah grafik pada *dynamometer* mencapai putaran 10.000 rpm, lalu lepaskan *grip throttle* hingga grafik pada *dynamometer* sampai pada 5000 rpm, ketiga tekan tombol "TAKE" dan putar *grip throttle* secara kontinu dari rpm 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, komputer akan mengolah data Power (Daya) dan Torsi dalam bentuk grafik dan tabel, keempat dalam waktu bersamaan ukur pemakaian bahan bakar dengan *stopwatch* dan jumlah bahan bakar yang terpakai pada gelas ukur (buret), kelima ulangi langkah pengujian diatas sebanyak 3 kali. Untuk bahan bakar peralite, 50% pertamax plus 50% peralite dan rasio kompresi 9.7 : 1 proses pengujian dapat dilakukan dengan mengulang proses pengujian dari langkah pertama sampai kelima.

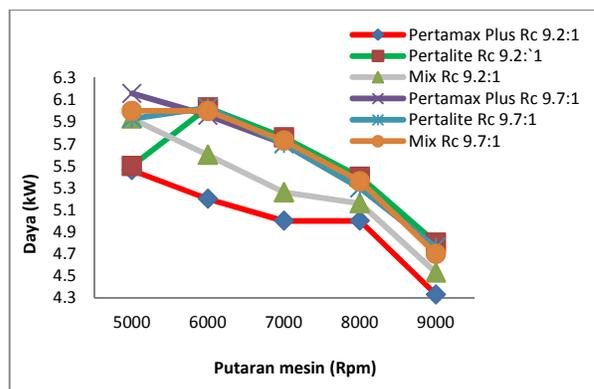
### 4. Pembahasan

Untuk memudahkan dalam memahami perubahan data maka data ditampilkan bentuk grafik sejalan dengan kenaikan kecepatan putaran mesin.



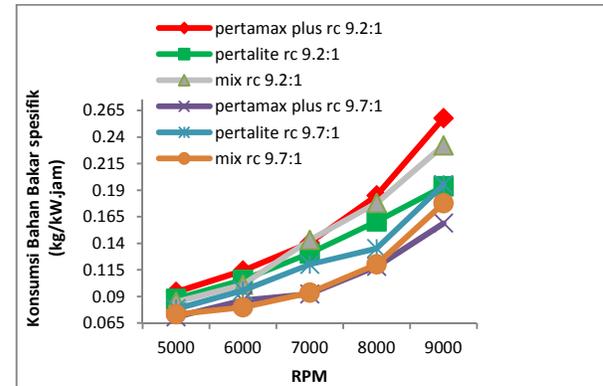
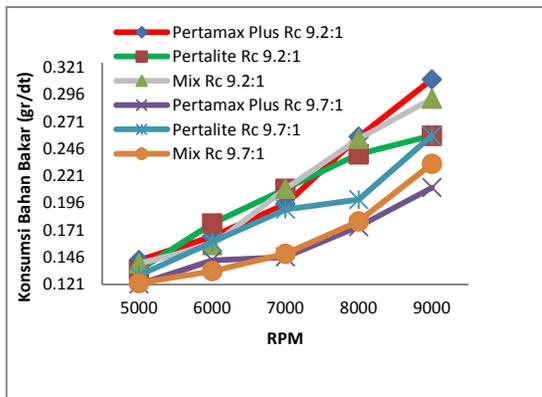
Gambar 5 Grafik hasil pengujian torsi

Gambar 5 grafik hubungan putaran mesin terhadap torsi dengan bahan bakar pertamax plus pada rasio kompresi 9.2 : 1 tidak mengalami peningkatan dan cenderung lebih kecil dibandingkan dengan bahan bakar peralite dan campuran 50% pertamax plus 50% peralite, ini menunjukkan bahwa peningkatan oktan bahan bakar pada rasio kompresi yang sama tidak akan membuat torsi meningkat secara signifikan karena tingkat temperatur pada ruang bakar lebih rendah untuk nilai oktan yang tinggi. Pada rasio kompresi 9.7 : 1 dengan bahan bakar pertamax plus mengalami peningkatan sedangkan menggunakan peralite torsi yang dihasilkan cenderung lebih kecil, dengan menggunakan bahan bakar campuran 50% peralite 50% pertamax plus torsi yang dihasilkan rata-rata lebih besar, hal ini dikarenakan pengaruh temperatur yang dihasilkan oleh rasio kompresi 9.7 : 1 lebih tinggi pada ruang bakar sehingga sesuai dengan nilai oktan yang tinggi (pertamax plus) dan variasi putaran mesin (rpm) yang menyebabkan terjadinya perbedaan besarnya torsi sehingga didapatkan torsi yang menggunakan pertamax plus (95) lebih besar dibandingkan menggunakan peralite (90).



Gambar 6. Grafik hasil pengujian daya

Gambar 6 grafik putaran mesin terhadap daya dengan variasi bahan bakar dan rasio kompresi, pada rasio kompresi 9.2 : 1 dengan bahan bakar pertalite daya yang dihasilkan mengalami penurunan pada putaran mesin 5000 rpm dan mengalami peningkatan pada putaran mesin 6000 rpm, daya yang dihasilkan sebesar 5.5 kW pada putaran 5000 rpm. Daya pada penggunaan bahan bakar pertamax plus juga memiliki karakteristik yang hampir sama seperti pada penggunaan bahan bakar pertalite dimana ada kecenderungan menurun daya sejalan dengan peningkatan putaran mesin. Berdasarkan hasil grafik di atas, bahan bakar pertamax plus dengan rasio kompresi 9.7:1 mendapatkan daya yang tertinggi pada putaran mesin 5000 rpm, pada putaran mesin 6000 rpm penurunan dan paling rendah dibanding menggunakan bahan bakar pertalite dan campuran. Bahan bakar campuran 50% pertamax plus 50% pertalite rasio kompresi 9.7:1 cenderung menghasilkan daya yang lebih tinggi. Dikarenakan kecepatan pengapian bisa diikuti oleh campuran bahan bakar-udara saat putaran tinggi.



Gambar 8. Grafik hasil perhitungan SFC

Grafik gambar 8 menunjukkan bahwa dari enam hasil perhitungan grafik di atas menunjukkan nilai SFC berbeda pada titik terendah adalah pada pertamax plus dan rasio kompresi 9.7:1 dengan nilai 0.0942 kg/kW.Jam pada putaran 5000 rpm, sedangkan pada bahan bakar yang lain menunjukkan hasil lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar pertamax plus dengan rasio kompresi 9.7:1.

Gambar 7. Grafik hasil pengujian konsumsi bahan bakar

Gambar 7 putaran mesin terhadap konsumsi bahan bakar pada rasio kompresi 9.7 : 1 dengan bahan bakar pertamax plus, menunjukkan bahwa semakin tinggi rasio kompresi laju konsumsi bahan bakar mengalami penurunan yang disebabkan oleh peningkatan rasio kompresi maka tekanan di ruang bakar akan lebih tinggi dengan nilai oktan yang tinggi pada pertamax plus baik untuk rasio kompresi tinggi, dapat dilihat pada grafik, semakin tinggi rasio kompresi maka konsumsi bahan bakar semakin turun.

Konsumsi bahan bakar berbeda dapat dilihat dari variasi bahan bakar dan rasio kompresi. Pengujian putaran mesin terhadap konsumsi bahan bakar yang dihasilkan, konsumsi bahan bakar berbanding lurus dengan putaran mesin, dimana semakin tinggi putaran mesin maka konsumsi bahan bakar akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi putaran

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data penelitian tentang perubahan rasio kompresi pada sudut  $0^\circ$  aliran masuk bahan bakar terhadap unjuk kerja mesin 110cc transmisi otomatis dengan bahan bakar campuran pertamax plus dan pertalite, dapat disimpulkan bahwa Bahan bakar yang diuji tidak berpengaruh pada unjuk kerja pada rasio kompresi yang tinggi, Torsi yang tertinggi adalah rasio kompresi 9.7:1 bahan bakar pertamax plus dengan nilai Torsi tertinggi dengan nilai 10.99 N.m pada putaran mesin 5000 rpm. Daya yang tertinggi adalah rasio kompresi 9.7:1 bahan bakar pertamax plus dengan nilai 6.16 kW pada putaran mesin 5000 rpm, Dari 2 pilihan bahan bakar yang diuji untuk rasio kompresi 9.2 : 1 bahan bakar pertalite yang baik dibandingkan pertamax plus, penelitian yang dilakukan dengan variasi bahan bakar dan rasio kompresi 9.7 : 1, bahan bakar pertamax plus menghasilkan SFC yang irit.

## Nomenclature

C =Perbandingan kompresi

$V_T$  =Volume total

$V_L$  =Volume langkah

$V_S$  =Volume sisa

T = Torsi benda berputar (N.m)

F = Gaya sentrifugal dari benda yang berputar (N)

R = Jarak benda ke pusat rotasi (m)

$P$  = Daya Poros (kW)  
 $N$  = Putaran Mesin (rpm)  
 $T$  = Torsi (N.m)  
 $f$  = konsumsi bahan bakar (gr/dt)  
 $b$  = massa bahan bakar ( gr )  
 $t$  = Waktu disaat kendaraan diakselerasi (dt)  
SFC = konsumsi bahan bakar spesifik (kg/kw.jam)  
 $f$  = Konsumsi bahan bakar (gr/dt)  
 $P$  = Daya poros efektif (W)

### 5.3 Daftar Pustaka

- [1] Arismunandar, W, (1988), *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*, Penerbit ITB, Bandung.
- [2] Aryawan, I. D. G. P (2015), *Pengaruh Perubahan Sudut Aliran Masuk Bahan Bakar Terhadap Unjuk Kerja Mesin 110cc Transmisi Otomatis*, Skripsi Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Mesin Universitas Udayana, Bali.
- [3] Honda Astra Motor, (2012), *Buku Pedoman Reparasi*, Honda Trening Center, Jakarta.
- [4] Muku, I. D. M. K. & Sukadana, I. G. K. (2009), *Pengaruh Rasio Kompresi Terhadap Unjuk Kerja Mesin Empat Langkah Menggunakan Arak Bali Sebagai Bahan Bakar*, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Udayana.
- [5] Otomotif, Tim (2009), *Bore Up Motor*, PT. Penerbit Media Motorindo
- [6] PT. Pertamina (PERSERO), 2007, *Data Fisik Dan Kimiawi (Physical And Chemical Properties)*, Pertamina, Jakarta.
- [7] PT. Pertamina (PERSERO), 2015, *Data Fisik Dan Kimiawi (Physical And Chemical Properties)*, Pertamina, Jakarta.
- [8] Pudjanarsa Astu, dan Nursuhud Djati, (2006), *Mesin Konversi Energi*, Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- [9] Sarjono, Sugiyarta (2014), *Studi Eksperimental Nilai Oktan Number Bahan Bakar Pertamina Plus Dan Shell Super Extra R95 Terhadap Emisi Gas Buang Co Dan Hc Pada Sepeda Motor Ninja 150rr*, Jurusan Teknik Mesin STTR Cepu, Jurusan Teknik Mesin Politama Surakarta
- [10] Simanungkalit, R & Sitorus, TB, 2013, *Performansi Mesin Sepeda Motorsatu Silinder Berbahan Bakar Premium Dan Pertamina Plus Dengan Modifikasi Rasio Kompresi*, Jurnal Teknik. Jurusan Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [11] Sururi, E dan Waluyo, ST., B, (2010), *Kaji Eksperimen: Perbandingan Penggunaan Bahan Bakar Premium Dan Pertamina Terhadap Unjuk Kerja Mesin Pada Sepeda Motor Suzuki Thunder Tipe En-125* Program Studi Mesin Otomotif Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Magelang.
- [12] Tenaya, I. G. N. P., (2014), *Pedoman Penyusunan Skripsi*, Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Bali.
- [13] Wardoyo, *Pengaruh Modifikasi Lubang Inlet Outlet Dan Silinder Head Terhadap Kenaikan Putaran Dan Daya Pada Mesin Bensin Dua Lubang Satu Silinder Untuk Sepeda Motor*, jurnal, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Proklamasi 45 Yogyakarta.