

Tugas Akhir

**ANALISA KINERJA MOTOR BENSIN MODEL TV1 DENGAN  
VARIASI KOMPRESI DAN MENGGUNAKAN BAHAN  
BAKAR PREMIUM, PERTALITE DAN PERTAMAX**

**Oleh :  
EGHA RETNOKTAPIAN  
D211 15 014**



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
2019**

Tugas Akhir

**ANALISA KINERJA MOTOR BENSIN MODEL TV1  
DENGAN VARIASI RASIO KOMPRESI DAN  
MENGUNAKAN BAHAN BAKAR PREMIUM, PERTALITE  
DAN PERTAMAX**

**Oleh :  
EGHA RETNOKTAPIAN  
D211 15 014**

Merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada  
Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Uनेversitas Hasanuddin

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
2019**

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan Mengikuti Ujian Akhir guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin pada Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

### JUDUL :

**ANALISA KINERJA MOTOR BENSIN MODEL TV1 DENGAN VARIASI RASIO KOMPRESI DAN MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR PREMIUM, PERTALITE DAN PERTAMAX**


**EGHA RETNOKTAPIAN**

**D211 15 014**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I



Dosen Pembimbing II

  
Ir. Baharuddin Mire, ST., MT.  
NIP. 19550914 198702 1 001

  
Dr. Eng. Novriany Amaliyah, ST., MT.  
NIP. 19791112 200812 2 002

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin

  
  
Dr. Ir. H. Ilyas Renreng, MT.  
NIP. 19570914 198703 1 001

## **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

Nama : Egha Retnoktapian

Tempat Tanggal Lahir: Karangan, 22 Oktober 1996

Alamat : Jln. Abdullah Daeng Sirua, Lorong 11 no.18, Kecamatan  
Panakukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan

Riwayat Pendidikan : - SDN 292 Inpres Karangan

- SMP Katolik Minanga

- SMAN 2 Mengkendek

Riwayat Organisasi : - PMR (Palang Merah Remaja)

- KMKO Mesin

- KMKO Teknik

- HMM FT-UH

## ABSTRAK

Motor bensin adalah suatu tipe mesin pembakaran dalam yang dapat mengubah energi panas dari bahan bakar menjadi energi mekanik berupa daya poros pada putaran poros engkol. Energi panas diperoleh dari pembakaran bahan bakar dengan udara yang terjadi pada ruang bakar dengan bantuan bunga api yang berasal dari percikan busi untuk menghasilkan gas pembakaran. Untuk mengetahui kinerja mesin dapat dilihat dari daya efektif, konsumsi bahan bakar spesifik, rasio udara bahan bakar, efisiensi volumetris dan efisiensi termis. Pengukuran kinerja mesin bensin dapat diamati melalui *engine soft*. Dari daya efektif, konsumsi bahan bakar spesifik, rasio udara-bahan bakar, efisiensi volumetris dan efisiensi termis dapat dihitung. Pengujian dilakukan pada tiga bahan bakar yaitu ; premium, pertalite dan pertamax. Dengan memvariasikan rasio kompresi pada motor bensin kita dapat mengetahui kinerjanya. Hasil yang didapatkan dari pengujian ini adalah, nilai daya efektif tertinggi terdapat pada bahan bakar pertamax, rasio kompresi 10, pada putaran 1800 rpm, sebesar 3,18 kW. Untuk konsumsi bahan bakar spesifik yang paling ekonomis terdapat pada putaran 1500 rpm, rasio kompresi 8, sebesar 0,341 kg/kW.h pada bahan bakar pertalite . Untuk rasio udara-bahan bakar yang sesuai dengan standar operasional dari rasio kompresi 6, 8 dan 10 adalah bahan bakar pertalite. Untuk efisiensi volumetris yang tertinggi terdapat pada bahan bakar premium, rasio kompresi 8, pada putaran 1200 rpm, sebesar 54,91 %. Untuk efisiensi termis tertinggi terjadi pada bahan bakar pertalite rasio kompresi 8, pada putaran 1500 rpm sebesar 25,86 %.

Kata Kunci: Bahan Bakar, Rasio Kompresi, kinerja motor bensin.

## **ABSTRACT**

Gasoline engine is one type of internal combustion engine that can convert heat energy from fuel into mechanical energy into shaft power at the crankshaft rotation. The heat energy is obtained from the fuel that produced with air in the combustion chamber with the help of sparks which race from the spark plugs to produce combustion gases. To find out the engine performance, it can be seen from the effective power, specific fuel consumption, fuel air ratio, volumetric efficiency and thermal efficiency. Measuring the performance of a gasoline engine can be done through a engine soft. From the effective power, the specific fuel consumption, air-fuel ratio, volumetric efficiency and thermal efficiency can be calculated. Tests are carried out on three fuels that are; premium, pertalite and Pertamina. By varying the compression ratio on the gasoline motor we can find out the performance. The results obtained from this test are, the highest effective power value in Pertamina fuel, compression ratio 10, at 1800 rpm, at 3.18 kW. For the most economical specific fuel consumption at 1500 rpm, a compression ratio of 8 is 0.341 kg / kW.h on pertalite fuel. For the air-fuel ratio that matches the operational standards of the compression ratio of 6, 8 and 10 is the pertalite fuel. For the highest volumetric efficiency in premium fuel, the compression ratio 8, at 1200 rpm, is 54.91%. For the highest efficiency occurs in the fuel ratio ratio 8, at 1500 rpm rotation of 25.86%.

Keywords: Fuel, Compression Ratio, gasoline engine performance.

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur dan puji bagi Tuhan Yesus Kristus atas penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini di ajukan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan dan meraih gelar sarjana Teknik di Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Judul yang penulis ajukan adalah “**Analisa Kinerja Motor Bensin Model TV 1 dengan Variasi Rasio Kompresi dan Menggunakan Bahan Bakar Premium, Pertalite dan Pertamina**”. Dalam mengerjakan tugas akhir ini bukanlah hal mudah untuk dilalui. Berbagai macam dinamika yang terjadi menimbulkan berbagai masalah. Namun bagaimanapun apa yang telah penulis lakukan dan kerjakan dalam perancangan ini akan selalu menjadi bagian sejarah dalam penulis.

Terwujud tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang telah mendorong dan membimbing penulis, baik tenaga, pikiran, maupun materi. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimah kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Dr. Ir Ilyas Renreng, MT., selaku Ketua Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Ir. Baharuddin Mire, MT, selaku Kepala Laboratorium Motor Bakar Departemen Mesin FT-UH yang, sekaligus Pembimbing I yang telah membimbing penulis sampai selesai mengerjakan tugas akhir.
4. Ibu Dr. Eng Novriany Amaliah, ST.MT, selaku Pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Dr.Ing.Ir. Wahyu Haryadi Piarah, MSME selaku Penguji sekaligus dosen matakuliah sistem pembangkit daya dan mesin pendingin.

6. Ibu Dr. Ir. Zuryati Djafar, MT. selaku Penguji sekaligus dosen matakuliah mesin pending.
7. Bapak Dr. Eng. Erwin Eka Putra, ST.MT, selaku dosen matakuliah sistem pembangkit daya yang telah mendampingi dan mengarahkan selama pengambilan data di Laboratorium Motor Bakar.
8. Bapak Muis Tola, selaku Laboran di Laboratorium Motor Bakar yang telah membantu penulis dalam proses pengambilan data.
9. Bapak/Ibu Dosen Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah banyak membimbing dan memberikan ilmunya selama Penulis mengenyam pendidikan di Kampus.
10. Bapak Ir.Machmud Syam, DEA, selaku dosen matakuliah matakuliah sistim pembangkit daya yang telah mengarahkan dalam pengambilan data.
11. Kak Firdan, yang banyak membantu dalam penulisan skripsi.
12. Bapak/Ibu Staf Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah membantu segala urusan administrasi.
13. Papa Mama dan Oma Opa yang telah merawat, mendidik dan memberi semangat di setiap waktu.
14. Pihak keluarga terutama saudara(i) penulis yang telah memberikan dorongan semangat dan bantuan materi untuk menyelesaikan pendidikan.
15. Sari, yang selalu memberi semangat, memberi masukan dan menemani dalam mengerjakan tugas akhir ini, dan semoga cepat dapat gelar ST, semangat dan jangan pernah berhenti untuk belajar.
16. Teman-teman seperjuangan, KMKO Mesin 2015, yang berproses bersama di Fakultas Teknik UNHAS.
17. Teman-teman seperjuangan, KMKO Teknik 2015, yang berproses bersama di Fakultas Teknik UNHAS.
18. Teman-teman seperjuangan, Teknik Mesin 2015 ,yang telah berproses bersama di Fakultas Teknik Unhas semoga kesuksesan selalu meyretai kita semua.



19. Teman-teman di Laboratorium Motor Bakar, Teknik Mesin FT-UH, yang telah bersama-sama mengerjakan tugas akhir semoga senantiasa dilancarkan segala urusannya.

20. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.

Tentunya dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu penulis memohon maaf atas segala kesalahan, kritik dan saran sangat dibutuhkan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

Makassar, 2 Desember 2019

Penulis,

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR SIMBOL.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	2
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
1.6. Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Motor Bensin .....	7
2.2 Karakteristik Motor Bensin .....	7
2.3 Proses Kerja Motor Bensin 4 Langkah.....	8
2.4 Siklus Ideal .....	11
2.5 Variabel Rasio Kompresi.....	12
2.6 Perbandingan Rasio Kompresi.....	13
2.7 Udara-Bahan Bakar dan Rasio Udara-Bahan Bakar .....	14

2.8 Efisiensi Pembakaran.....	15
2.9 Bahan Bakar Hidrokarbon .....	15
2.9.1 Bahan Bakar Bensin .....	15
2.9.2 Berat Jenis Bahan Bakar .....	18
2.9.3 Nilai Kalor Bahan Bakar .....	18
2.9.4 Penguapan Bahan Bakar .....	18
2.9.5 Karakteristik Volatilitas .....	19
2.9.6 Karakteristik Pembakaran .....	19
2.10 Dasar-Dasar Perhitungan Kinerja Motor Bakar.....	20
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
3.1 Tempat Penelitian.....	26
3.2 Alat dan Bahan.....	26
3.2.1 Alat Penelitian .....	26
3.2.2 Bahan Penelitian .....	29
3.3 Metode Pengambilan Data.....	30
3.4 Metode Pengujian.....	31
3.5 Prosedur Pengambilan Data.....	32
3.6 Diagram Alir Penelitian .....	33
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>34</b>
4.1 Pengolahan Data Hasil Perhitungan.....	34
4.2 Pembahasan Hasil Perhitungan.....	37
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>66</b>
5.1 Kesimpulan .....	66
5.2 Saran.....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>68</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>70</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip kerja motor bensin 4 langkah .....	10
Gambar 2.2 Diagram P vs v dari volume konstan .....	12
Gambar 3.1 Mesin Bensin model TV1 .....	26
Gambar 3.2 Panel Mesin .....	27
Gambar 3.3 Komputer.....	28
Gambar 3.4 Pompa .....	28
Gambar 3.5 Pertamina.....	29
Gambar 3.6 Premium .....	29
Gambar 3.7 Pertalite .....	29
Gambar 3.8 Diagram alir penelitian .....	30
Gambar grafik 4.1 Daya efektif vs putaran pada rasio kompresi 6 : 1 .....	39
Gambar grafik 4.2 Daya efektif vs putaran pada rasio kompresi 8 : 1 .....	40
Gambar grafik 4.3 Daya efektif vs putaran pada rasio kompresi 10 : 1 .....	42
Gambar grafik 4.4 Komsumsi bahan bakar vs putaran pada rasio kompresi 6 : 1 .....	44
Gambar grafik 4.5 Komsumsi bahan bakar vs putaran pada rasio kompresi 8 : 1 .....	46
Gambar grafik 4.6 Komsumsi bahan bakar vs putaran pada rasio kompresi 10 : 1 .....	48
Gambar grafik 4.7 Rasio Udara-Bahan bakar vs putaran pada rasio kompresi 6 : 1 .....	50
Gambar grafik 4.8 Rasio Udara-Bahan bakar vs putaran pada rasio kompresi 8 : 1 .....	52
Gambar grafik 4.9 Rasio Udara-Bahan bakar vs putaran pada rasio kompresi 10 : 1 .....	43

Gambar grafik 4.10 Efisiensi volumetris vs putaran pada rasio kompresi 6 : 1 .....	55
Gambar grafik 4.11 Efisiensi volumetris vs putaran pada rasio kompresi 8 : 1 .....	57
Gambar grafik 4.12 Efisiensi volumetris vs putaran pada rasio kompresi 10 : 1 .....	58
Gambar grafik 4.13 Efisiensi thermis vs putaran pada rasio kompresi 6 : 1	60
Gambar grafik 4.14 Efisiensi thermis vs putaran pada rasio kompresi 8 : 1	62
Gambar grafik 4.15 Efisiensi thermis vs putaran pada rasio kompresi 10 : 1 .....	63

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 4.2.1 Hasil Perhitungan dengan bukaan katup 40 %.....	37
Tabel 4.2.2 Hasil Perhitungan dengan bukaan katup 40 %.....	38

## DAFTAR SIMBOL

PK	Perbandingan kompresi	-
$V_L$	Volume langkah	$\text{mm}^3$
$V_c$	Volume kompresi	$\text{mm}^3$
<i>AFR</i>	Rasio udara-bahan bakar	-
$M_a$	Laju aliran udara aktual	kg/h
<i>FC</i>	Konsumsi bahan bakar	kg/h
<i>BP</i>	Daya efektif	kW
N	Putaran poros	rpm
T	Momen Torsi	N.m
<i>VGU</i>	Volume gelas ukur	cc
$\rho_f$	Massa jenis bahan bakar	kg/h
W	Waktu konsumsi bahan bakar	s
<i>SFC</i>	Konsumsi bahan bakar spesifik	kg/kW.h
<i>Ho</i>	Beda tekanan dalam manometer	$\text{N/m}^2$
$\rho_a$	Massa jenis udara pada kondisi masuk	$\text{kg/m}^3$
<i>C</i>	Kecepatan aliran udara	m/s
<i>Kd</i>	Koefisien discharger	-
<i>Do</i>	Diameter orifice	mm
<i>Ho</i>	Beda tekanan pada manometer	mmH <sub>2</sub> O
<i>Pud</i>	Massa jenis udara	$\text{kg/m}^3$
<i>Mth</i>	Laju udara secara teoritis	kg/h
<i>Ka</i>	konstanta untuk motor 4 langkah	-
<i>d</i>	Diameter selinder	mm

$s$	Panjang langkah selinder	mm
$z$	Jumlah selinder	-
$\eta_{vo}$	Efisiensi volumetris	%
$\eta_{th}$	Efisiensi thermis	%
$Q_{tot}$	Kalor total	kW
$LHV_{bb}$	Nilai kalor bahan bakar	kJ/kg



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan kemajuan teknologi dibidang industri terutama dalam bidang permesinan. Revolusi industri di dunia dengan ditemukannya mesin uap kemudian mesin Otto dan mesin Diesel manusia berlomba-lomba melakukan penelitian untuk menemukan teknologi yang bertujuan untuk memudahkan kegiatan manusia sehari-hari, tak terkecuali perkembangan teknologi di bidang otomotif yang semakin mengalami kemajuan yang sangat pesat. Motor bakar adalah salah satunya teknologi di bidang industri. Motor bakar adalah mesin atau pesawat tenaga yang merupakan mesin kalor dengan menggunakan energi panas untuk melakukan kerja mekanik dengan merubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi panas (thermal) sehingga menghasilkan energy mekanik. Cara memperoleh energi thermal tersebut dari hasil proses pembakaran bahan bakar didalam mesin itu sendiri (Muamar, 2015).

Motor bakar 4 langkah adalah salah satu mekanisme yang mengubah energi kimia menjadi energi panas kemudian dirubah menjadi energi mekanik dengan empat proses yaitu langkah hisap, langkah kompresi, langkah ekspansi dan langkah buang. Kompresi pada mesin merupakan perbandingan tekanan udara dengan bahan bakar. Dalam pengertian yang lebih luas, rasio kompresi adalah perbandingan volume ruang bakar saat piston di titik mati bawah (TMB) dengan volume ruang bakar saat titik mati atas (TMA). Semakin besar perbandingan rasio kompresi maka pada saat piston berada di titik mati atas (TMA) akan memiliki tekanan dan suhu yang semakin besar pula (Robertus dkk, 2015).

Faktor-faktor yang mempengaruhi sempurna atau tidaknya proses pembakaran, pertama adalah kualitas bahan bakar, yaitu bahan bakar yang memiliki ketahanan terhadap detonasi yang baik; kedua kondisi ruang bakar, ruang bakar harus bersih dari kerak-kerak yang menempel; ketiga perbandingan campuran antara

bahan bakar dengan udara; keempat sistem pengapian, yaitu suatu sistem pada motor bensin yang digunakan untuk menghasilkan loncatan bunga api pada busi sehingga bahan bakar dan udara dapat terbakar di dalam ruang bakar; kelima tekanan kompresi, yaitu tekanan gas maksimum saat akhir langkah kompresi; keenam sistem kelistrikan (Nurliansyah, 2013).

Oleh sebab itu perbandingan kompresi yang tinggi mengakibatkan tekanan awal pembakaran menjadi lebih tinggi. Dengan tekanan awal pembakaran yang tinggi berarti tekanan maksimum yang dihasilkan oleh pembakaran akan menjadi lebih tinggi sehingga tenaga yang dihasilkan menjadi lebih besar (Irwan, 2015). Begitupula apabila menggunakan bahan bakar premium pertalite dan pertamax akan mempengaruhi kinerja mesin.

Berdasarkan penjelasan sebelumnya dengan memvariasikan perbandingan kompresi akan mempengaruhi kinerja mesin, diantaranya mencakup daya efektif, konsumsi bahan bakar rasio udara-bahan bakar, efisiensi volumetris serta efisiensi thermis, sehingga penulis melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh variasi rasio kompresi dengan menggunakan bahan bakar premium, pertalite dan pertamax pada motor bensin TV1 dengan judul **“ANALISA KINERJA MOTOR BENSIN MODEL TV1 DENGAN VARIASI RASIO KOMPRESI DAN MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR PREMIUM, PERTALITE DAN PERTAMAX”**.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka yang menjadi masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana daya efektif yang dihasilkan motor bensin model TV1 dengan rasio kompresi 6, 8 dan 10 menggunakan bahan bakar premium, pertalite dan pertamax?
2. Bagaimana konsumsi bahan bakar spesifik yang dihasilkan motor bensin model TV1 dengan rasio kompresi 6, 8 dan 10 menggunakan bahan bakar premium, pertalite dan pertamax?
3. Bagaimana rasio udara-bahan bakar yang dihasilkan motor bensin model TV1 dengan rasio kompresi 6, 8 dan 10 menggunakan bahan bakar premium, pertalite dan pertamax?
4. Bagaimana efisiensi volumetris yang dihasilkan motor bensin model TV1 dengan rasio kompresi 6, 8 dan 10 menggunakan bahan bakar premium pertalite dan pertamax?
5. Bagaimana efisiensi thermis yang dihasilkan motor bensin model TV1 dengan rasio kompresi 6, 8 dan 10 menggunakan bahan bakar premium, pertalite dan pertamax?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis daya efektif yang dihasilkan motor bensin model TV1 dengan rasio kompresi 6, 8 dan 10 menggunakan bahan bakar premium, pertalite dan pertamax.
2. Menganalisis konsumsi bahan bakar yang dihasilkan motor bensin model TV1 dengan rasio kompresi 6, 8 dan 10 menggunakan bahan bakar premium, pertalite dan pertamax.

3. Menganalisis rasio udara-bahan bakar yang dihasilkan motor bensin model TV1 dengan rasio kompresi 6, 8 dan 10 menggunakan bahan bakar premium, pertalite dan pertamax.
4. Menganalisis efisiensi volumetris yang dihasilkan motor bensin model TV1 dengan rasio kompresi 6, 8 dan 10 menggunakan bahan bakar premium, pertalite dan pertamax.
5. Menganalisis efisiensi termis yang dihasilkan motor bensin model TV1 dengan rasio kompresi 6, 8 dan 10 menggunakan bahan bakar premium, pertalite dan pertamax.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Disebabkan karena luasnya permasalahan yang mungkin timbul, maka masalah dibatasi :

1. Bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar premium, pertalite dan pertamax
2. Buka katup gas 40 %
3. Rasio kompresi yang diteliti 6, 8 dan 10.
4. Putaran yang digunakan berkisar dari 1200-1800 rpm
5. Parameter kinerja mesin yang menjadi pokok analisa dalam pengujian ini, meliputi :
  - Daya Efektif (BHP)
  - Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC)
  - Rasio udara-bahan bakar (AFR)
  - Efisiensi volumetris ( $\eta_{vol}$ )
  - Efisiensi Termis ( $\eta_{th}$ )

## 1.5 Manfaat Penelitian

1. Bagi penulis adalah sebagai wadah pengaplikasian pengetahuan yang dimiliki, khususnya dalam bidang motor bakar.
2. Bagi akademik adalah sebagai bahan informasi untuk penelitian selanjutnya yang kemudian bisa dikembangkan untuk penelitian lebih lanjut.
3. Bagi masyarakat umum adalah sebagai acuan dalam penggunaan bahan bakar yang sesuai dengan rasio kompresi kendaraan yang digunakan pada motor bensin.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini terdiri dari 5 bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut.

1. Bab I Pendahuluan

Bagian pendahuluan berisi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

2. Bab II Landasan Teori

Bab ini berisi beberapa teori penunjang yang mendasari penyusunan tugas akhir ini. Adapun teori yang ada pada bab ini adalah teori yang berkaitan erat dengan pengetahuan dasar motor bakar ( *internal combustion engine* ).

3. Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini akan dipaparkan mengenai tahap-tahap pengujian kinerja mesin bensin berdasarkan cara kerja Mesin bensin model TV1.

4. Bab IV Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini dipaparkan mengenai pengolahan data dan hasil dari pengujian motor bensin yang dilakukan berdasarkan perencanaan yang telah dibuat. Setelah melakukan pengujian maka pada bab ini berisikan tentang pembahasan atas hasil yang diperoleh.

5. Bab V Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan atas hasil yang diperoleh serta berisi tentang saran-saran atas kekurangan dan kelemahan tugas akhir ini.

**Daftar Pustaka**

Bab ini berisikan referensi yang digunakan untuk melengkapi Laporan tugas akhir.

**Lampiran**

Berisi lampiran-lampiran yang berkaitan dengan laporan tugas akhir.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Motor Bensin**

Motor bensin (*spark Ignition*) adalah suatu tipe mesin pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*) yang dapat mengubah energi panas dari bahan bakar menjadi energi mekanik berupa daya poros pada putaran poros engkol. Energi panas diperoleh dari pembakaran bahan bakar dengan udara yang terjadi pada ruang bakar (*Combustion Chamber*) dengan bantuan bunga api yang berasal dari percikan busi untuk menghasilkan gas pembakaran (I Gede, 2010).

Berdasarkan siklus kerjanya motor bensin dibedakan menjadi dua jenis yaitu motor bensin dua langkah dan motor bensin empat langkah. Motor bensin dua langkah adalah motor bensin yang memerlukan dua kali langkah torak, satu kali putaran poros engkol untuk menghasilkan satu kali daya (usaha). Sedangkan motor bensin empat langkah adalah motor bensin yang memerlukan empat kali langkah torak, dua kali putaran poros engkol untuk menghasilkan satu kali daya/usaha (I Gede, 2010).

#### **2.2 Karakteristik Motor Bensin**

Mesin Otto adalah sebuah tipe mesin pembakaran dalam yang menggunakan nyala busi untuk proses pembakaran, dirancang untuk menggunakan bahan bakar *gasoline* atau yang sejenis. Mesin Otto berbeda dengan mesin Diesel dalam metode pencampuran bahan bakar dengan udara, dan mesin Otto selalu menggunakan penyalaan busi untuk proses pembakaran. Pada mesin Diesel, hanya udara yang dikompresikan dalam ruang bakar dan dengan sendirinya udara tersebut terpanaskan, bahan bakar diinjeksikan ke dalam ruang bakar di akhir langkah kompresi untuk bercampur dengan udara yang sangat

panas, pada saat kombinasi antara jumlah udara, jumlah bahan bakar, dan temperatur dalam kondisi tepat maka campuran udara dan bakar tersebut akan terbakar dengan sendirinya. Siklus Otto (ideal) pembakaran tersebut dimisalkan dengan pemasukan panas pada volume konstan (Robertus dkk, 2013).

## 2.3 Proses Kerja Motor Bensin 4 Langkah

Mesin empat langkah adalah mesin pembakaran dalam yang dalam satu siklus pembakaran terjadi empat langkah piston. Empat langkah tersebut meliputi, langkah hisap (pemasukan), kompresi, tenaga dan langkah buang yang secara keseluruhan memerlukan dua putaran poros engkol (*crankshaft*) per satu siklus pada mesin Otto (Robertus dkk, 2013).

### 1. Langkah Hisap

Dalam langkah ini, campuran bahan bakar dan udara di hisap ke dalam ruang bakar, Katup hisap membuka sedangkan katup buang tertutup. Waktu torak bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB), menyebabkan ruang silinder menjadi vakum dan menyebabkan masuknya campuran udara dan bahan bakar ke dalam silinder yang disebabkan adanya tekanan udara luar (Robertus dkk, 2013).

### 2. Langkah Kompresi

Dalam langkah ini, campuran udara dan bahan bakar dikompresikan. Katup hisap dan katup buang tertutup. Waktu torak naik dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA), campuran yang dihisap tadi dikompresikan. Akibatnya tekanan dan temperaturnya akan naik, sehingga akan mudah terbakar. Saat inilah percikan api dari busi terjadi. Poros engkol berputar satu kali ketika torak mencapai titik mati atas (TMA) (Robertus dkk, 2013).

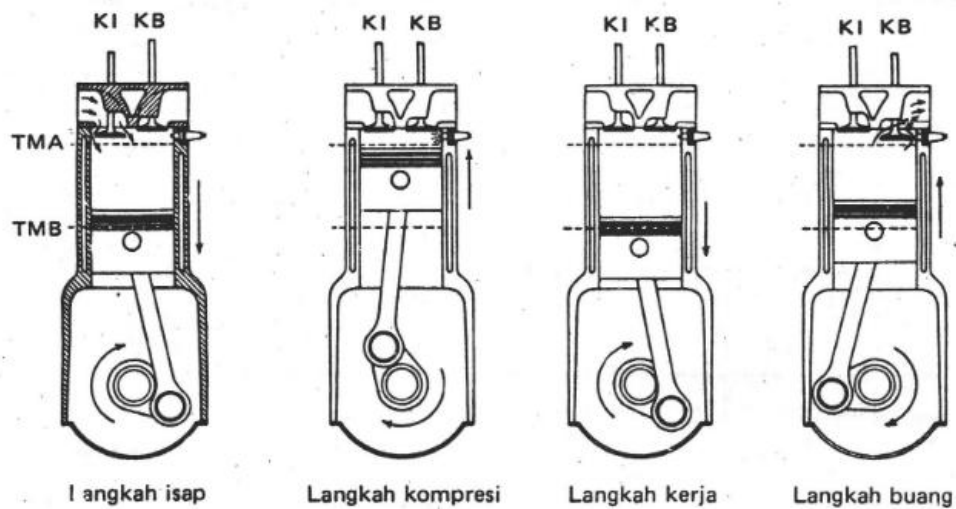


### 3. Langkah Usaha

Dalam langkah ini, mesin menghasilkan tenaga dimana gerak translasi piston diubah menjadi gerak rotasi oleh poros engkol dan selanjutnya akan menggerakkan kendaraan. Saat torak mencapai titik mati atas (TMA) pada saat langkah kompresi, busi memberikan loncatan bunga api pada campuran udara dan bahan bakar yang telah dikompresikan. Dengan adanya pembakaran, kekuatan dari tekanan gas pembakaran yang tinggi mendorong torak ke bawah. Usaha ini yang menjadi tenaga mesin (Robertus dkk, 2013).

### 4. Langkah Buang

Dalam langkah ini, gas yang sudah terbakar, akan dibuang ke luar silinder. Katup buang membuka sedangkan katup hisap tertutup. Waktu torak bergerak dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA), mendorong gas bekas keluar dari silinder. Pada saat akhir langkah buang dan awal langkah hisap kedua katup akan membuka sedikit (*valve overlap*) yang berfungsi sebagai langkah pembilasan (campuran udara dan bahan bakar baru mendorong gas sisa hasil pembakaran). Ketika torak mencapai TMA, akan mulai bergerak lagi untuk persiapan langkah berikutnya, yaitu langkah hisap. Poros engkol telah melakukan 2 putaran penuh dalam satu siklus yang terdiri dari empat langkah yaitu, 1 langkah hisap, 1 langkah kompresi, 1 langkah usaha, 1 langkah buang yang merupakan dasar kerja dari pada mesin empat langkah .



**Gambar 2.1**

*Prinsip kerja motor bensin 4 langkah*

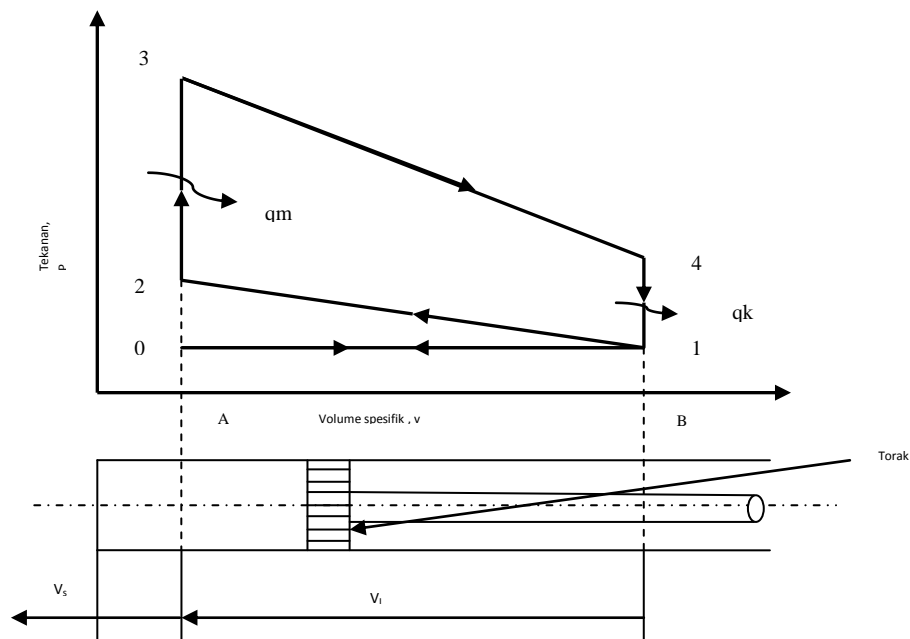
Sumber : <http://sandydwi05.blogspot.com/2014/11/langkah-kerja-motor-bahan-bakar-bensin.html>

Kompresi pada mesin merupakan perbandingan tekanan udara berbanding bahan bakar. Dalam pengertian yang lebih luas, rasio kompresi adalah perbandingan volume ruang bakar saat piston di titik mati bawah (TMB) dengan volume ruang bakar saat titik mati atas (TMA). Semakin besar perbandingan rasio kompresi maka pada saat piston berada di titik mati atas (TMA) akan memiliki tekanan Kompresi pada mesin merupakan perbandingan tekanan udara berbanding bahan bakar. Dalam pengertian yang lebih luas, rasio kompresi adalah perbandingan volume ruang bakar saat piston di titik mati bawah (TMB) dengan volume ruang bakar saat titik mati atas (TMA). Semakin besar perbandingan rasio kompresi maka pada saat piston berada di titik mati atas (TMA) akan memiliki tekanan (Robertu dkk, 2013)

## 2.4 Skilus Ideal

Proses termodinamika dan kimia yang terjadi dalam motor bakar torak sangat kompleks untuk di analisis menurut teori. Menurut Wiranto Arismunandar untuk memudahkan analisis tersebut kita perlu membayangkan suatu keadaan yang ideal. Makin ideal suatu keadaan makin mudah dianalisis, akan tetapi akan sendirinya makin jauh menyimpang dari keadaan yang sebenarnya. Di analisis siklus udara, khususnya pada motor bakar torak, akan dibahas siklus udara volume-konstan (siklus Otto). Siklus ini dapat digambarkan dengan grafik  $P$  vs  $v$  seperti terlihat pada gambar 2.2. Sifat ideal yang dipergunakan serta keterangan mengenai proses siklusnya adalah sebagai berikut :

1. Fluida kerja dianggap sebagai gas ideal dengan kalor spesifik yang konstan.
2. Langkah isap (0-1) merupakan proses tekanan konstan.
3. Langkah kompresi (1-2) ialah proses isintropik.
4. Proses pembakaran volume konstan (2-3) dianggap sebagai proses pemasukan kalor pada volume konstan.
5. Langkah kerja (3-4) ialah proses isontropik.
6. Proses pembuangan (4-1) dianggap sebagai proses pengeluaran kalor pada volume konstan.
7. Langkah buang (1-0) ialah proses tekanan konstan..
8. Siklus dianggap tertutup artinya siklus ini berlangsung dengan fluida kerja yang sama atau gas yang berbeda di dalam selinder pada titik satu dapat dikeluarkan dari dalam selinder pada waktu langkah buang, tetapi pada langkah isap berikutnya akan masuk sejumlah fluida kerja yang sama.



**Gambar 2.2**

*Diagram P vs V dari volume konstan*

*Sumber : Wiranto (1988)*

## 2.5 Variabel Rasio Kompresi (VCR)

Motor bensin ini terhubung ke dynamometer tipe arus eddy untuk mengukur. Rasio kompresi dapat diubah tanpa menghentikan mesin dan tanpa mengubah geometri ruang bakar dengan pengaturan blok silinder miring yang dirancang khusus. Pengaturan dilengkapi dengan instrumen yang diperlukan untuk tekanan pembakaran dan pengukuran sudut engkol. Sinyal-sinyal ini dihubungkan ke komputer melalui indikator mesin. Ketentuan juga dibuat untuk menghubungkan aliran udara, aliran bahan bakar, suhu dan pengukuran beban. Pengaturan memiliki panel yang berdiri sendiri kotak yang terdiri dari kotak udara, dua tangki bahan bakar untuk uji campuran, manometer, pengukur bahan bakar, pemancar untuk pengukuran aliran udara dan bahan bakar, indikator proses dan mesin indikator. Rotameter disediakan untuk air pendingin dan aliran air kalorimeter pengukuran (Anonim, 2014).

Mesin yang digunakan adalah silinder tunggal empat langkah, vertikal, berpendingin air, disedot alami, injeksi langsung mesin bensin. Transduser tekanan digunakan untuk memantau tekanan injeksi. Peralatan mesin dihubungkan dengan perangkat pengukuran emisi gas. alat analisis gas, juga dilengkapi dengan instrumen yang diperlukan untuk mengukur tekanan pembakaran dan sudut engkol. Sinyal-sinyal ini dihubungkan ke komputer melalui indikator sensor mesin perangkat lunak. Udara atmosfer memasuki *intake manifold* mesin melalui saringan udara dan kotak udara. Udara sensor aliran dilengkapi dengan kotak udara memberi masukan untuk konsumsi udara ke sistem akuisisi data. Semua input seperti konsumsi udara dan bahan bakar, rem mesin daya, tekanan silinder dan sudut engkol direkam oleh sistem akuisisi data, yang disimpan dalam komputer dan ditampilkan di monitor. Termokopel dalam bersama dengan indikator suhu terhubung pada pipa knalpot untuk mengukur suhu knalpot gas. Kepadatan asap knalpot diukur dengan termokopel (Anonim,2014).

## 2.6 Perbandingan Rasio Kompresi

Perbandingan kompresi adalah mencirikan seberapa banyak campuran bahan bakar dan udara yang masuk didalam silinder pada langkah hisap, dan yang dimanfaatkan pada langkah kompresi.

$$PK = (V_L + V_c) / V_c \quad (1)$$

Dimana :

PK = Perbandingan kompresi

$V_L$  = Volume langkah

$V_c$  = Volume kompresi (ruang bakar)

Angka perbandingan kompresi yang tinggi mengakibatkan tekanan awal pembakaran menjadi lebih tinggi. Dengan tekanan awal pembakaran yang tinggi berarti tekanan maksimum yang dihasilkan oleh pembakaran

akan menjadi lebih tinggi sehingga tenaga yang dihasilkan menjadi lebih besar. Apabila gaya yang mendorong lebih besar maka akan lebih besar pula momen yang dihasilkan, sehingga semakin besar tekanan hasil pembakaran di dalam silinder maka akan semakin besar momen yang dihasilkan pada poros engkol (Irwan, 2015).

Semakin tinggi nilai perbandingan kompresi semakin tinggi pula nilai tekanan kompresi. Pengaruh tekanan kompresi terhadap mesin adalah semakin besar tekanan kompresi semakin besar pula tenaga yang dihasilkan oleh mesin. Motor dengan perbandingan kompresi yang tinggi mempunyai kelemahan yakni dengan tingginya tekanan pada akhir kompresi atau tekanan awal pembakaran berarti suhu dalam ruang kompresi juga akan naik. Apabila hal ini terjadi maka bisa terjadi detonasi (bila tekanan kompresi yang tinggi tidak diikuti dengan pemakaian bahan bakar yang beroktan tinggi) (Irwan, 2015).

## **2.7 Rasio Udara-Bahan Bakar**

Menurut Jhon Heywood, dalam pengujian mesin, baik laju aliran massa udara dan laju aliran massa bahan bakar biasanya diukur. Rasio laju aliran ini berguna dalam mendefinisikan mesin kondisi operasi :

$$AFR = \frac{Ma}{FC} \quad (2)$$

Rentang operasi normal untuk mesin SI konvensional yang menggunakan bahan bakar bensin adalah :

( $12 \leq AFR \leq 18$ ) sedangkan bahan untuk mesin bahan bakar diesel, itu ( $18 \leq AFR \leq 70$ ).

## 2.8 Efisiensi Pembakaran

Walaupun aliran udara dan bahan bakar ke mesin dikendalikan tepat pada kondisi stoikometri, pembakaran tidak akan “sempurna”, dan komponen selain dari  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , dan  $\text{N}_2$  dijumpai dalam produk buang. Hal ini disebabkan karena singkatnya waktu yang tersedia untuk setiap siklus guna percampuran udara dan bahan bakar secara sempurna. Beberapa molekul bahan bakar tidak bergantung pada molekul oksigen untuk bereaksi dengannya sehingga sejumlah kecil bahan bakar maupun oksigen berakhir dibuang.

Dalam praktik, gas buang dari motor pembakaran dalam menghasilkan produk pembakaran tidak sempurna (misalnya, karbon monoksida,  $\text{CO}$ ; hidrokarbon tidak terbakar,  $\text{HC}$ ) serta produk-produk pembakaran sempurna ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ). Saat beroperasi dengan campuran miskin, jumlah produk pembakaran yang tidak sempurna kecil. Tetapi, saat beroperasi dengan campuran kaya maka jumlah tersebut menjadi lebih besar karena tidak cukup tersedia oksigen untuk menyelesaikan pembakaran (Philip, 2015).

## 2.9 Bahan Bakar Hidrokarbon

Hidrokarbon merupakan senyawa di mana setiap molekulnya hanya mengandung hidrogen dan karbon yang dapat dibakar (dioksidasi), membentuk air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) atau karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ). Bahan bakar hidrokarbon mempunyai variasi berat karbon dari 83% sampai 87% dan berat hidrogen dari 11% sampai 14%. Pada umumnya bobot molekular komponen yang lebih besar mempunyai temperatur didih lebih tinggi (philip, 2015).

### 2.9.1 Bahan Bakar Bensin

Bahan bakar bensin merupakan campuran senyawa hidrokarbon cair yang sangat *volatile*. Bensin terdiri dari parafin, naptalene aromatik, dan olifin, bersama-sama dengan beberapa

senyawa organik lain dan kontaminan. Struktur molekulnya terdiri dari C<sub>4</sub>-C<sub>9</sub> (parafin, alifin, naftalen, dan aromatik). Beberapa karakteristik penting bahan bakar hidrokarbon diantaranya volatilitas, nilai oktan serta kandungan energi. Karakteristik nilai oktan merupakan ukuran seberapa tahan bensin terhadap ledakan prematur (*prematuur detonation*) atau ketukan (*knocking*).

Angka oktan adalah suatu bilangan yang menunjukkan kemampuan bertahan suatu bahan bakar terhadap detonasi. Bahan bakar dengan angka oktan yang tinggi dapat dipakai pada motor dengan kompresi yang lebih tinggi dan akan menghasilkan tenaga yang lebih tinggi. Maka dari itu penggunaan bahan bakar dengan oktan yang lebih tinggi akan mengurangi kemungkinan untuk terjadinya detonasi, sehingga campuran bahan bakar dan udara yang dikompresikan bisa optimal dan tenaga yang dihasilkan motor akan lebih besar serta konsumsi bahan bakar menjadi lebih irit. Sifat-sifat fisik bahan bakar diketahui adalah sebagai berikut (Irwan, 2015). Ada beberapa jenisnya bahan bakar bensin, yaitu : pertamax, pertalite dan premium. Masing-masing jenis bahan bakar ini memiliki angka oktan yang berbeda-beda.

#### 1. Pertamax

Merupakan bahan bakar bensin dengan angka oktan minimal 92 berstandar international. Pertamax sangat direkomendasikan untuk digunakan pada kendaraan yang memiliki kompresi rasio 10:1 hingga 11:1 atau kendaraan berbahan bakar bensin yang menggunakan teknologi setara dengan Electronic Fuel Injection (EFI). Dengan *ecosave technology*, Pertamax mampu membersihkan bagian dalam mesin (*detergency*), Pertamax juga dilengkapi dengan pelindung anti karat pada dinding tangki kendaraan, saluran bahan bakar dan ruang



bakar mesin (corrothion inhibitor), serta mampu menjaga kemurnian bahan bakar dari campuran air sehingga pembakaran menjadi lebih sempurna (demulsifier). (Pertamina)

## 2. Peralite

Merupakan bahan bakar gasoline yang memiliki angka oktan 90 serta berwarna hijau terang dan jernih ini sangat tepat digunakan oleh kendaraan dengan kompresi 9:1 hingga 10:1. Bahan bakar Peralite memiliki angka oktan yang lebih tinggi daripada bahan bakar Premium 88 sehingga lebih tepat digunakan untuk kendaraan bermesin bensin yang saat ini beredar di Indonesia. Dengan tambahan additive, Peralite mampu menempuh jarak yang lebih jauh dengan tetap memastikan kualitas dan harga yang terjangkau. (Pertamina)

## 3. Premium

Merupakan bahan bakar mesin bensin dengan angka oktan minimal 88 diproduksi sesuai dengan Keputusan Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi Np.3674/K24/DJM/2006 tanggal 17 Maret 2006 tentang Spesifikasi Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin 88. Premium dapat digunakan pada kendaraan bermotor bensin dengan risiko kompresi rendah (dibawah 9:1). (Pertamina)

## **2.9.2 Berat Jenis Bahan Bakar**

Berat jenis adalah suatu perbandingan berat dari bahan bakar minyak dengan berat dari air dengan volume dan suhu yang sama. Semakin kecil berat jenis semakin baik kualitasnya karena lebih banyak mengandung bensin. Jika berat jenis tinggi maka banyak mengandung lilin/aspal residu. Residu adalah ampas atau endapan. Semakin banyak residu maka kualitas bahan bakar akan rendah yang mengakibatkan proses pembakaran terjadi kurang sempurna akibat endapan yang terlalu banyak dalam bahan bakar. Jika proses pembakaran kurang sempurna maka daya yang dihasilkan juga tidak maksimal.

## **2.9.3 Nilai Kalor Bahan Bakar**

Nilai kalor adalah jumlah panas yang dihasilkan jika 1 kg bahan bakar terbakar secara sempurna. Nilai kalor adalah suatu kemampuan bahan bakar untuk memberikan energi panas untuk menghasilkan daya. Apabila nilai kalor suatu bahan bakar tinggi maka panas yang dihasilkan oleh pembakaran akan tinggi. Akan tetapi apabila nilai kalor bahan bakar rendah maka panas yang dihasilkan oleh pembakaran akan rendah. Sehingga bahan bakar dengan nilai kalor yang tinggi mampu memberikan energi panas yang tinggi untuk proses pembakaran yang sempurna.

## **2.9.4 Penguapan Bahan Bakar**

Penguapan adalah kemampuan bahan bakar untuk berubah dari bentuk cair menjadi bentuk gas. Bahan bakar tidak boleh mempunyai nilai penguapan tinggi, karena mengurangi keiritan bahan bakar. Bahan bakar yang mudah menguap akan menghasilkan campuran bahan bakar dengan udara yang selalu kaya pada setiap keadaan (Irwan, 2015).

### **2.9.5 Karakteristik Volatilitas**

Kemudahan bensin untuk menguap disebut volatilitas. Bensin volatilitas tinggi menguap sangat cepat, bensin volatilitas rendah lambat menguap. Bensin yang baik harus memiliki volatilitas yang tepat untuk iklim dimana bensin digunakan. Jika bensin terlalu mudah menguap dalam sistem bahan bakar maka akan dihasilkan suatu kondisi yang disebut sumbatan uap (*vapor lock*). Sumbatan uap adalah pembentukan uap dalam saluran bahan bakar dalam jumlah yang cukup untuk mencegah aliran bensin melalui sistem. Kondisi ini mengakibatkan kendaraan kekurangan suplai bahan bakar. Di musim panas dan di daerah beriklim panas, bahan bakar volatilitas mengurangi kecenderungan sumbatan uap (Philip, 2015).

### **2.9.6 Karakteristik Pembakaran**

Karakteristik yang paling dibutuhkan pada bensin adalah karakteristik pembakarannya. Karakteristik yang menggambarkan kemampuan bahan bakar akan atau tidak menyala sendiri disebut angka oktan atau oktan. Peringkat oktan didasarkan pada ukuran kemampuan bahan bakar (bensin menahan detonasi). Semakin tinggi peringkat oktan, semakin kecil kemungkinan terjadi ledakan dini (*pre-ignition*) atau penyalaan sendiri (*self-ignition*). Kecenderungan penyalaan sendiri menimbulkan gejala ketukan (*knocking*). Kecenderungan ketukan ini berhubungan dengan rasio kompresi motor. Motor dengan rasio kompresi rendah dapat menggunakan bahan bakar dengan angka oktan lebih rendah, tetapi motor yang berkompresi tinggi harus menggunakan nilai angka oktan yang lebih tinggi untuk menghindari pengapian sendiri (Philip, 2015).

## 2.10 Dasar-Dasar Perhitungan Kinerja Motor Bakar

Parameter-parameter yang akan dijadikan sebagai perhitungan dalam pengujian ini sama dengan parameter penelitian Baharuddin Mire, yaitu :

1. Daya efektif (BP)
2. Komsumsi Bahan Bakar (FC)
3. Komsumsi Bahana Bakar (SFC)
4. Komsumsi Udara aktual (Maac)
5. Komsumsi Udara Teoritis (Matt)
6. Perbandingan Udara Bahan Bakar (AFR)
7. Efisiensi Volumetris ( $\eta_{vol}$ )
8. Efisiensi Thermis ( $\eta_{th}$ )

### 1. Daya Efektif, BP (kW)

Daya motor merupakan salah satu parameter dalam menentukan performa motor. Perbandingan perhitungan daya terhadap berbagai macam motor tergantung pada putaran mesin dan momen putar itu sendiri, semakin cepat putaran mesin, rpm yang dihasilkan akan semakin besar, sehingga daya yang dihasilkan juga semakin besar, begitu juga momen putar motornya, semakin banyak jumlah gigi pada roda giginya semakin besar torsi yang terjadi. Dengan demikian jumlah putaran (rpm) dan besarnya momen putar atau torsi mempengaruhi daya motor yang dihasilkan oleh sebuah motor (Sugeng, 2013). Maka daya efektif dari mesin merupakan karakteristik mesin dalam pembangkitan daya pada berbagai kondisi operasi, dapat dihitung menurut persamaan,

$$\begin{aligned}BP &= \frac{1}{1000} \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot N \cdot T}{60} \text{ (kW)} \\BP &= 0,1047 \cdot 10^{-3} \cdot N \cdot T \text{ (kW)}\end{aligned}\tag{3}$$

Dimana :

- $BP$  = Daya efektif, (kW)
- $N$  = Putaran poros, (rpm)
- $T$  = Momen Torsi, (N.m)
- $0,1047$  = Kecepatan sudut, (rad/s)
- $10^{-3}$  = Faktor konversi Watt ke kW
- $60$  = Konversi detik ke menit

## 2. Komsumsi bahan Bakar, $FC$ (kg/h)

Konsumsi bahan bakar menunjukkan jumlah pemakaian bahan bakar yang dihitung dengan jalan mengukur waktu yang diperlukan oleh mesin untuk menghabiskan sejumlah bahan bakar yang terdapat pada gelas ukur, dapat dihitung dari persamaan,

$$FC = \frac{VGU \cdot 10^{-3} \cdot \rho f \cdot 3600}{W} \left( \frac{kg}{h} \right) \quad (4)$$

Dimana :

- $FC$  = Komsumsi Bahan Bakar (kg/h)
- $VGU$  = Volume gelas ukur, (VGU = 15 cc)
- $\rho f$  = Massa jenis bahan bakar, (kg/h)
- $10^{-3}$  = Faktor konversi cc ke  $dm^3$
- $3600$  = Faktor konversi detik ke jam
- $W$  = Waktu komsumsi bahan bakar, (s)

## 3. Komsumsi Bahan Bakar Spesifik, $SFC$ (kg/kW.h)

Konsumsi bahan bakar spesifik menyatakan jumlah bahan bakar untuk menghasilkan suatu kW setiap satu satuan waktu pada beban tertentu. SFC merupakan parameter keekonomisan suatu motor bakar. Parameter ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$SFC = \frac{FC}{BP} \text{ (kg/kW.h)} \quad (5)$$

Dimana :

- $SFC$  = Komsumsi bahan bakar spesifik, (kg/kW.h)
- $FC$  = Komsumsi bahan bakar, (kg/h)

BP = Daya efektif, (kW)

4. Laju Aliran Udara aktual,  $Ma$  (kg/h)

Untuk mengukur jumlah pemakaian udara sebenarnya, digunakan sebuah plat orifice sisi tajam dengan diameter 20 mm yang dihubungkan sebuah manometer presisi. Perbedaan tekanan akibat aliran udara melintasi plat orifice diukur oleh manometer, menggambarkan konsumsi udara yang sanggup di isap oleh mesin selama langkah pemasukan. Maka dari itu persamaan  $Ma$  adalah :

$$Ma = kd \cdot \frac{\pi}{4} \cdot Do^2 \cdot C \cdot \rho_a \text{ (kg/h)} \quad (6)$$

Hubungan antara beda tekanan dengan ekspansi gas diberikan oleh persamaan berikut :

$$Ho = \frac{\rho_a \cdot C}{2} \text{ (N/m}^2\text{)} \quad (7)$$

Dimana :

$Ho$  = Beda tekanan dalam manometer, (N/m<sup>2</sup>)

$\rho_a$  = Massa jenis udara pada kondisi masuk, (kg/m<sup>3</sup>)

$C$  = Kecepatan aliran udara, (m/s)

Karena beda tekanan pada manometer terukur dalam dimensi mmH<sub>2</sub>O, dimana 1 mmH<sub>2</sub>O = 9,81 N/m<sup>2</sup>, maka persamaan menjadi,

$$C = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot ho}{\rho_a}} \quad (8)$$

Dari hasil pengujian ternyata bahwa beda tekanan pada manometer dan kondisi ruangan merupakan variabel, maka persamaan menjadi,

$$Ma = Kd \cdot \frac{\pi}{4} \cdot Do^2 \cdot 10^{-6} \cdot 3600 \cdot 4,4295 \cdot \sqrt{ho \cdot \rho_a} \text{ (kg/h)} \quad (9)$$

Dimana :

$Ma$  = Laju aliran udara aktual, (kg/h)

$Kd$  = Koefisien discharger, (0,6)

- $Do$  = Diameter orifice, (20 mm)
- $Ho$  = Beda tekanan pada manometer, (mmH<sub>2</sub>O)
- $\rho_{ud}$  = Massa jenis udara, (kg/m<sup>3</sup>)
- $10^{-6}$  = Faktor konversi dari mm<sup>2</sup> ke m<sup>2</sup>
- 3600 = Faktor konversi dari sekon ke jam

#### 5. Laju Aliran Udara Teoritis, $Mth$ (kg/h)

Banyaknya bahan bakar yang dapat terbakar sangat bergantung pada jumlah udara yang terisap selama langkah pemasukan, karna itu perlu diperhatikan berapa jumlah udara yang dikonsumsi selama pemasukan. Dalam keadaan teoritis, jumlah massa udara yang dapat masuk ke dalam ruangan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Mth = \frac{V_s \cdot 10^{-3} \cdot N \cdot 60 \cdot \rho_{ud}}{Ka} \text{ (kg/h)} \quad (10)$$

Dan,

$$V_s = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot s \cdot z}{4 \cdot 10^6}$$

Dimana :

- $Mth$  = Laju udara secara teoritis, (kg/h)
- $V_s$  = Volume selinder (mm<sup>3</sup>)
- $10^{-3}$  = Faktor konversi dari cc ke liter
- $N$  = Putaran poros, (rpm)
- $\rho_{ud}$  = Massa jenis udara, (kg/m<sup>3</sup>)
- $Ka$  = 2 (konstanta untuk motor 4 langkah)
- $d$  = Diameter selinder, (87,5 mm)
- $s$  = Panjang langkah selinder, (110 mm)
- $z$  = Jumlah selinder (1)

#### 6. Perbandingan Udara dan Bahan Bakar, $AFR$

Perbandingan udara bahan bakar sangat penting bagi pembakaran sempurna. Konsumsi udara bahan bakar yang dihasilkan

akan sangat mempengaruhi laju dari pembakaran dan energi yang dihasilkan. Secara umum *air fule consumption* dapat dihitung dengan persamaan :

$$AFR = \frac{Ma}{FC} \quad (11)$$

Dimana :

$AFR$  = Perbandingan udara dan bahan bakar

$Ma$  = Laju aliran udara aktual, (kg/h)

$FC$  = kumsumsi bahan bakar, (kg/h)

#### 7. Efisiensi Volumetrik, $\eta_{vol}$ (%)

Efisiensi volumetris adalah perbandingan antara jumlah udara terisap sebenarnya pada proses pengisapan, dengan jumlah udara teoritis yang mengisi volume langkah pada saat temperatur dan tekanan sama. Dengan demikian  $\eta_{vo}$  dapat di rumuskan sebagai berikut :

$$\eta_{vo} = \frac{Ma}{Mth} \cdot 100 \quad (\%) \quad (12)$$

Dimana :

$\eta_{vo}$  = Efisiensi volumetris, (%)

$Ma$  = Laju aliran udara aktual, (kg/h)

$Mth$  = Laju aliran udara teoritis, (kg/h)

#### 8. Efisiensi Thermis, $\eta_{th}$ (%)

Efisiensi thermis didefenisikan sebagai perbandingan besarnya energi kalor yang di ubah menjadi daya efektif dengan jumlah kalor bahan bakar yang disuplei ke dalam selinder (Anonim, 2019). Parameter ini menunjukkan kemampuan suatu mesin untuk mengkonversi energi kalor dari bahan bakar menjadi energi mekanik.  $\eta_{th}$  dapat dihitug dengan rumus berikut,

$$\eta_{th} = \frac{BP}{Q_{tot}} \quad (\%) \quad (13)$$



dan,

$$Q_{tot} = \frac{FC \cdot LHV_{bb}}{3600} \text{ (kW)}$$

Dimana :

$\eta_{th}$  = Efisiensi termis, (%)

$Q_{tot}$  = Kalor total yang di suplai, (kW)

$LHV_{bb}$  = Nilai kalor bahan bakar, (kJ/kg)

= nilai kalor untuk bahan bakar premium  
39692 kJ/kg

= nilai kalor untuk bahan bakar pertalite  
40923 kJ/kg

= nilai kalor untuk bahan bakar pertamax  
42202 kJ/kg

3600 = Faktor konversi jam ke detik

$BP$  = Daya efektif, (kW)

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan dilaboratorium *internal combustion* gedung Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut :

##### **3.2.1 Alat Penelitian**

1. Mesin

Mesin adalah alat mekanik atau elektrik yang mengirim atau mengubah energi untuk melakukan atau alat membantu mempermudah pekerjaan manusia. Spesifikasi mesin :



*Gambar 3.1 Mesin bensin model TV1*

- Nama Mesin : Apex innovations
- Model Mesin : TV1
- Jumlah Selinder : 1 (satu)
- Diameter Selinder : 87,5 mm
- Panjang Langkah : 110 mm
- Jumlah Langkah : 4 (empat)
- Daya Maksimum : 4,5 kW
- Kecepatan : 1200-1800 rpm
- Rasio kompresi : 6 : 1 – 10 : 1

## 2. Panel Mesin

Panel adalah peralatan yang berfungsi untuk mengatur dan mengendalikan beban listrik dengan mengontrol secara manual. Komponen dalam panel kontrol antara lain : Tombol Tekan On (*Push button on*), Tombol tekan OFF (*Push button off*), Lampu indikator.



**Gambar 3.2** Panel mesin

### 3. Komputer

Komputer berfungsi sebagai tempat pengamatan kinerja mesin yang dilengkapi dengan aplikasi *enginesoft* yang bertujuan untuk mengamati kinerja mesin.



*Gambar 3.3 Komputer*

### 4. Pompa

Pompa berfungsi untuk memompa air dari bak penampungan. Tipe pompa yang digunakan pompa tipe *monoblok*.



*Gambar 3.4 pompa*

### 3.2.2 Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah premium dan pertamax.



*Gambar 3.5 pertamax*



*Gambar 3.6 premium*



*Gambar 3.7 pertalite*

### **3.3 Metode Pengambilan Data**

Dalam melakukan penelitian, digunakan beberapa metode untuk mendapatkan data-data yang diperlukan sebagai pedoman dalam melakukan penelitian, metode-metode tersebut yaitu:

1. Studi Literatur

Dengan cara mencari informasi dari buku-buku, jurnal, internet, serta literatur lainnya yang membahas materi-materi yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan sehingga membantu dalam proses penyelesaian penelitian ini.

2. Pengumpulan Data

Data yang menyangkut mengenai penelitian ini dikumpulkan dari penelitian langsung menggunakan mesin petrol TV1 dan alat ukur *icEngine* serta berbagai sumber antara lain melalui refrensi penelitian sebelumnya.

3. Eksperimen

Dalam pengambilan data dilakukan secara eksperimental.

### **3.4 Metode Pengujian**

Untuk menentukan daya efektif, konsumsi bahan bakar spesifik, Rasio udara-bahan bakar, efisiensi volumetris dan efisiensi termis, maka dilakukan pengukuran sebagai berikut :

1. Variasi rasio kompresi ; 6 : 1 ; 8 : 1 ; 10 : 1
2. Putaran poros (1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800) rpm
3. Pembukaan katup gas 40 %

Pembacaan data sebagai berikut :

1. Rasio kompresi (rk)
2. Putaran poros (rpm)
3. Pembukaan katup gas (%)
4. Momen torsi (N.m)
5. Waktu yang dibutuhkan untuk konsumsi bahan bakar dalam volume tertentu (15 cc)

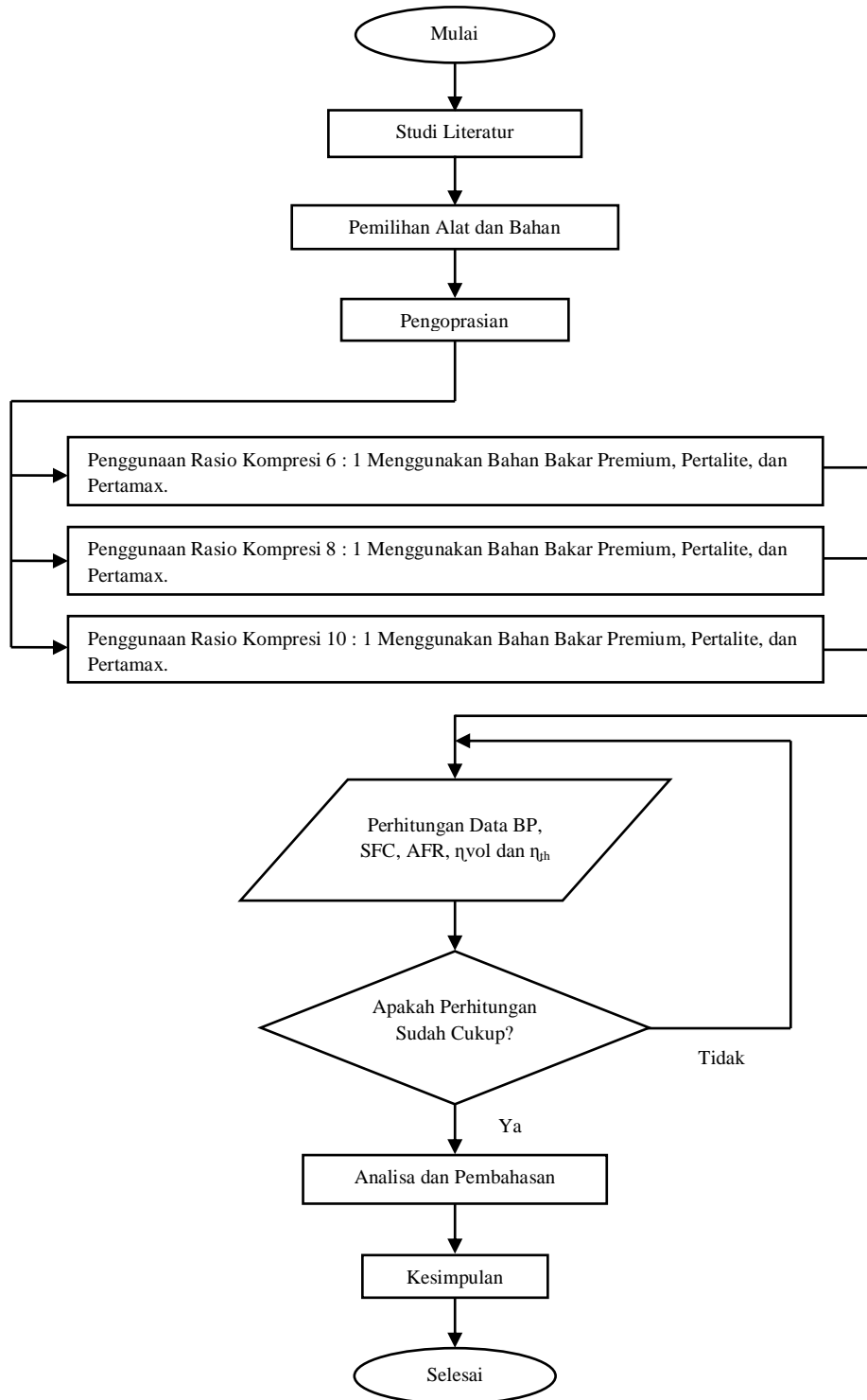
### 3.5 Prosedur Pengambilan Data

Untuk pengambilan data tugas akhir ini ada beberapa prosedur pengambilan data yaitu sebagai berikut :

1. Mengisi bahan bakar yang sesuai dengan pengujian dan mengatur rasio kompresi sesuai dengan yang akan di ujikan.
2. Menghubungkan peralatan uji ke sumber listrik.
3. Kemudian membuka semua katup air dan menyalakan pompa air pendingin mesin.
4. Mengatur debit air pendingin mesin dan gas buang.
5. Menyalakan computer.
6. Membuka *engine soft* kemudian mengatur sesuai dengan data yang kita inginkan.
7. Memutar *flayweel* keposisi TDC dan menyalakan mesin.
8. Setelah mesin dinyalakan, tunggu beberapa saat sampai putaran mesin dan temperatur dalam keadaan stabil kemudian mengambil data kinerja mesin petrol melalui *engine soft*.
9. Bila pengujian telah selesai pada setiap putaran pada posisi tiap katup gas yang ditentukan, maka katup gas diturunkan pada posisi yang terendah, kemudian matikan mesin dengan mengatur saklar pada posisi off.
10. Untuk pengujian bahan bakar selanjutnya mengosongkan bahan bakar melalui salang pembuangan pada tangki bahan bakar setela bahan bakar kosong isi ulang bahan bakar yang ingin di ujikan.
11. Untuk pengujian rasio kompresi lainnya, rasio kompresi diatur dengan menarik plunyer pada kepala selinder, kemudian memutar pasak segi enam. Penunjukkan perbandingan kompresi dapat dilihat pada counter, setelah didapat perbandingan kompresi yang diinginkan, kemudian plunyer dikembalikan ke posisi semula. Kemudian prosedur pengujian diatas diulangi kembali.



### 3.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.8 Diagram Alir Penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengolahan Data Hasil Perhitungan

Untuk Menjelaskan penggunaan dari rumus-rumus pada bab sebelumnya pada perhitungan parameter kinerja mesin, maka berikut ini diberikan sebuah contoh pengolahan data sebuah pengujian. Data yang dipilih untuk keperluan analisa ini, dipilih dari salah satu data hasil pengujian, bahan bakar pertamax, yaitu pada perbandingan kompresi 10 : 1 dengan pembukaan katub 40 % dan putaran 1800 rpm. Pada keadaan ini diperoleh data sebagai berikut :

✓ Kecepatan perputaran poros	N	= 1800 rpm
✓ Momen torsi	T	= 16,88 Nm
✓ Waktu pemakaian bahan bakar	W	= 28,00 s
✓ Beda tekanan dalam manometer	ho	= 28,79 mmH <sub>2</sub> O
✓ Laju aliran air pendingin	qpm	= 2,5 l/m
✓ Temperatur air pendingin masuk	Tmm	= 35,53 °C
✓ Temperatur air pendingin	Tkm	= 66,85 °C
✓ Temperatur gas buang	Tgb	= 415,42 °C

Kinerja dari *Variable Compression Ratio Petrol Engine* Sesuai dengan data pengujian, adalah sebagai berikut :

1. Daya Efektif,  $BP$  (kW)

$$BP = 0,1047 \cdot 10^{-3} \cdot N \cdot T \text{ (kW)}$$

$$BP = 0,1047 \cdot 10^{-3} \cdot 1800 \cdot 16,88$$

$$BP = 3,18 \text{ (kW)}$$

2. Komsumsi bahan Bakar,  $FC$  (kg/h)

$$FC = \frac{V_{GU} \cdot 10^{-3} \cdot \rho_f \cdot 3600}{W} \left( \frac{kg}{h} \right)$$

$$FC = \frac{15cc \cdot 10^{-3} \cdot 0,723 \cdot 3600}{28} \left( \frac{kg}{h} \right)$$

$$FC = 1,30 \left( \frac{kg}{h} \right)$$

3. Komsumsi Bahan Bakar Spesifik,  $SFC$  (kg/kW.h)

$$SFC = \frac{FC}{BP} \text{ (kg/kW.h)}$$

$$SFC = \frac{1,24}{3,21} \text{ (kg/kW.h)}$$

$$SFC = 0,41 \text{ (kg/kW.h)}$$

4. Komsumsi Udara aktual,  $Ma$  (kg/h)

$$Ma = Kd \cdot \frac{\pi}{4} \cdot Do^2 \cdot 10^{-6} \cdot 3600 \cdot 4,4295 \cdot \sqrt{ho \cdot \rho ud} \text{ (kg/h)}$$

$$Ma = Kd \cdot \frac{\pi}{4} \cdot Do^2 \cdot 10^{-6} \cdot 3600 \cdot 4,4295 \cdot \sqrt{ho \cdot \rho ud} \text{ (kg/h)}$$

$$Ma = 0,6 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot (20)^2 \cdot 10^{-6} \cdot 3600 \cdot 4,4295 \cdot \sqrt{28,79 \cdot 1,117}$$

$$\text{(kg/h)}$$

$$Ma = 17,04 \text{ (kg/h)}$$

5. Komsumsi Udara Teoritis,  $Mth$  (kg/h)

$$Mth = \frac{Vs \cdot 10^{-3} \cdot N \cdot 60 \cdot \rho ud}{Ka} \text{ (kg/h)}$$

$$M_{th} = \frac{0,66 \cdot 10^{-3} \cdot 1800 \cdot 60 \cdot 1,117}{2} \text{ (kg/h)}$$

$$M_{th} = 39,81 \text{ (kg/h)}$$

$$V_s = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot s \cdot z}{4 \cdot 10^6}$$

$$V_s = \frac{3,14 \cdot (87,5)^2 \cdot (110) \cdot (1)}{4 \cdot 10^6}$$

$$V_s = 0,66 \text{ mm}^3$$

#### 6. Perbandingan Udara Bahan Bakar, $AFR$

$$AFR = \frac{Ma}{FC}$$

$$AFR = \frac{17,14}{1,39}$$

$$AFR = 13,09$$

#### 7. Efisiensi Volumetrik, $\eta_{vol}$ (%)

$$\eta_{vo} = \frac{Ma}{M_{th}} \cdot 100 \text{ (%)}$$

$$\eta_{vo} = \frac{17,14}{40,23} \cdot 100 \text{ (%)}$$

$$\eta_{vo} = 42,80 \text{ (%)}$$

#### 8. Efisiensi Thermis, $\eta_{th}$ (%)

$$\eta_{th} = \frac{BP}{Q_{tot}} \cdot 100 \text{ (%)}$$

$$\eta_{th} = \frac{3,18}{16,29} \cdot 100 \text{ (%)}$$

$$\eta_{th} = 19,54 \text{ (%)}$$

$$Q_{tot} = \frac{FC \cdot LHV_{bb}}{3600} \text{ (kW)}$$

$$Q_{tot} = \frac{1,39 \cdot 42202}{3600} \text{ (kW)}$$

$$Q_{tot} = 16,29 \text{ (kW)}$$

## 4.2 Pembahasan Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan dan pengolahan data, nampak perubahan rasio kompresi (r) memberikan pengaruh pada parameter dari mesin. Berikut ini akan dibahas beberapa parameter-parameter itu. Dari hasil perhitungan dan grafik pada berbagai variasi putaran dan rasio kompresi, didapat hasil :

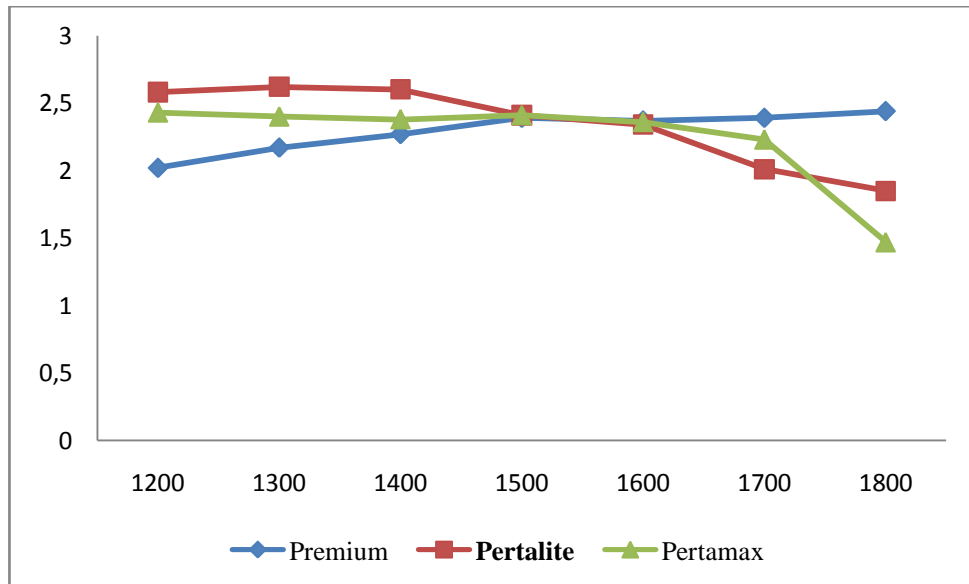
Tabel 4.2.1 Hasil Perhitungan dengan bukaan katup 40 %

No.	Bahan Bakar  BB	Rasio kom. 6 : 1			Rasio kom. 8 : 1			Rasio kom. 10 : 1		
		Daya Efektif	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik	Efisiensi Thermis	Daya Efektif	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik	Efisiensi Thermis	Daya Efektif	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik	Efisiensi Thermis
		BP kW	SFC kg/h	$\eta_{th}$ (%)	BP kW	SFC kg/h	$\eta_{th}$ (%)	BP kW	SFC kg/h	$\eta_{th}$ (%)
1	Premium	2,02	0,792	10,36	2,85	0,453	18,13	2,81	0,409	19,93
2		2,17	0,696	11,77	2,85	0,575	14,21	2,86	0,402	20,29
3		2,27	0,705	11,63	2,86	0,559	14,66	2,84	0,486	16,86
4		2,39	0,594	13,74	2,97	0,387	21,03	2,84	0,377	21,81
5		2,37	0,599	13,62	2,56	0,434	18,87	2,76	0,388	21,18
6		2,39	0,632	12,93	2,76	0,417	19,56	2,37	0,414	19,85
7		2,44	0,582	14,04	2,62	0,458	17,89	2,21	0,484	16,95
1	Pertalite	2,58	0,380	23,24	2,85	0,404	21,70	2,78	0,414	21,21
2		2,62	0,424	20,73	2,89	0,370	23,82	2,82	0,426	20,68
3		2,60	0,427	20,58	2,93	0,379	23,18	2,87	0,432	20,31
4		2,41	0,407	21,66	2,87	0,341	25,86	2,93	0,423	20,70
5		2,34	0,419	21,05	2,85	0,358	24,58	3,03	0,396	22,08
6		2,01	0,507	17,30	2,60	0,412	21,44	2,97	0,360	24,48
7		1,85	0,578	15,27	2,54	0,386	22,87	2,71	0,376	23,34
1	Pertamax	2,43	0,531	15,50	2,79	0,556	14,74	2,78	0,464	17,71
2		2,40	0,575	14,30	2,78	0,529	15,60	2,83	0,438	18,70
3		2,38	0,580	14,18	2,77	0,466	17,67	2,83	0,456	18,06
4		2,41	0,535	15,34	2,81	0,473	17,29	2,87	0,432	18,94
5		2,36	0,525	15,58	2,86	0,451	18,21	3,04	0,408	20,05
6		2,23	0,516	15,89	2,97	0,404	20,34	3,11	0,386	21,30
7		1,47	0,755	10,87	2,82	0,394	20,88	3,18	0,409	19,54

Tabel 4.2.1 Hasil Perhitungan dengan bukaan katup 40 %

No	Bahan bakar  BB	Rasio kom. 6 : 1		Rasio kom. 8 : 1		Rasio kom. 10 : 1	
		Rasio Udara-Bahan Bakar	Efisiensi Volumetris	Rasio Udara-Bahan Bakar	Efisiensi Volumetris	Rasio Udara-Bahan Bakar	Efisiensi Volumetris
		AFR	$\eta_{vol}$ (%)	AFR	$\eta_{vol}$ (%)	AFR	$\eta_{vol}$ (%)
1	Pre-mium	9,49	50,58	12,34	54,91	13,39	53,73
2		10,16	48,53	9,89	49,98	13,55	51,03
3		9,62	46,82	10,21	49,56	11,48	47,97
4		10,80	42,64	14,43	45,18	15,54	45,99
5		10,91	40,93	15,43	45,20	15,95	45,07
6		10,54	39,64	15,25	43,13	18,05	44,21
7		11,38	38,33	15,13	42,64	16,99	42,75
1	Perta-lite	15,41	51,69	13,48	52,95	13,52	53,32
2		13,75	49,68	14,71	50,79	13,22	52,01
3		13,80	46,54	14,21	47,86	12,91	48,63
4		15,49	43,01	16,39	45,19	12,98	45,85
5		15,56	40,56	16,13	43,96	13,83	44,09
6		15,21	38,95	15,99	42,72	16,17	43,00
7		14,85	37,57	17,97	41,65	17,55	42,52
1	Perta-max	11,85	52,40	10,05	54,40	12,20	53,81
2		11,13	49,83	10,81	51,51	12,78	51,44
3		11,08	46,47	12,37	48,53	12,45	48,56
4		11,89	43,02	12,02	45,60	13,03	46,02
5		12,43	40,91	12,70	43,63	13,18	43,49
6		13,71	38,97	14,08	42,14	14,06	42,32
7		14,61	38,54	15,80	41,46	13,09	42,80

1. Daya Efektif (BP) vs Putaran (N) dengan Pembukaan Katup 40 %, Rasio kompresi 6, 8, dan 10.



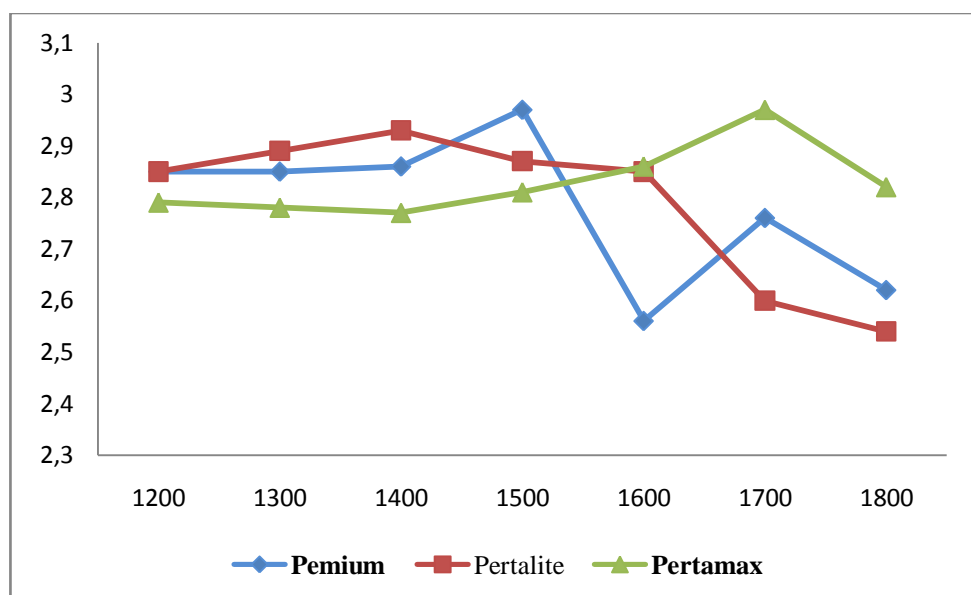
Gambar grafik 4.1 Daya Efektif (BP) vs Putaran (N) pada rasio kompresi 6 : 1

Pada rasio kompresi 6 : 1 untuk bahan bakar premium, daya efektifnya berbanding lurus dengan putaran, hal ini dikarenakan nilai oktan yang rendah dan rasio kompresi yang rendah oleh karena itu bahan bakar tidak memerlukan kompresi tinggi untuk pembakaran. Sehingga semakin tinggi sebuah putaran semakin tinggi pula daya efektif yang terjadi. Daya efektif yang maksimum didapatkan pada putaran 1800 rpm sebesar 2,44 kW, sedangkan daya minimum terdapat pada putaran 1200 rpm sebesar 2,02 kW.

Untuk bahan bakar **pertalite**, daya efektifnya berbanding terbalik dengan putaran, hal ini disebabkan karena nilai oktan yang relatif tinggi namun rasio kompresi yang rendah, ini juga terjadi karena torsi berbanding terbalik dengan putaran. Daya efektif pada bahan bakar pertalite yang maksimum terjadi pada putaran 1300 rpm sebesar 2,62 kW sedangkan daya minimum terjadi pada putaran 1800 rpm sebesar 1,85 kW.

Untuk bahan bakar pertamax, pada putaran 1200 rpm daya efektif sebesar 2,43 kW, pada putaran 1300 rpm daya efektif sebesar 2,40 kW, pada putaran 1400 rpm daya efektif sebesar 2,38 kW, pada putaran 1500 rpm daya efektif sebesar 2,41 kW, pada putaran 1600 rpm daya efektif sebesar 2,36 kW, pada putaran 1700 rpm daya efektif sebesar 2,23 kW, pada putaran 1800 rpm daya efektif sebesar 1,47 kW. Daya efektif yang maksimum didapat pada putaran 1200 rpm sebesar 2,43 kW, sedangkan daya minimum terdapat pada putaran 1800 rpm sebesar 1,47 kW.

Berdasarkan gambar grafik 4.1 dan hasil perhitungan, dari bahan bakar premium, pertalite dan pertamax yang paling tinggi daya efektifnya adalah **pertalite**. Untuk rasio kompresi 6 : 1 pengaplikasiannya dalam kehidupan sehari-hari kita bisa dapatkan pada motor Honda merek NSR 150 New RR.



**Gambar grafik 4.2** Daya Efektif (BP) vs Putaran (N) pada rasio kompresi 8 : 1

Pada perbandingan rasio kompresi 8 : 1, untuk bahan bakar **premium**, daya efektif pada putaran 1200 rpm sebesar 2,85 kW, pada putaran 1300 rpm daya efektif sebesar 2,85 kW, pada putaran 1400 rpm daya efektif sebesar 2,86 kW, pada putaran 1400 rpm daya efektif, pada

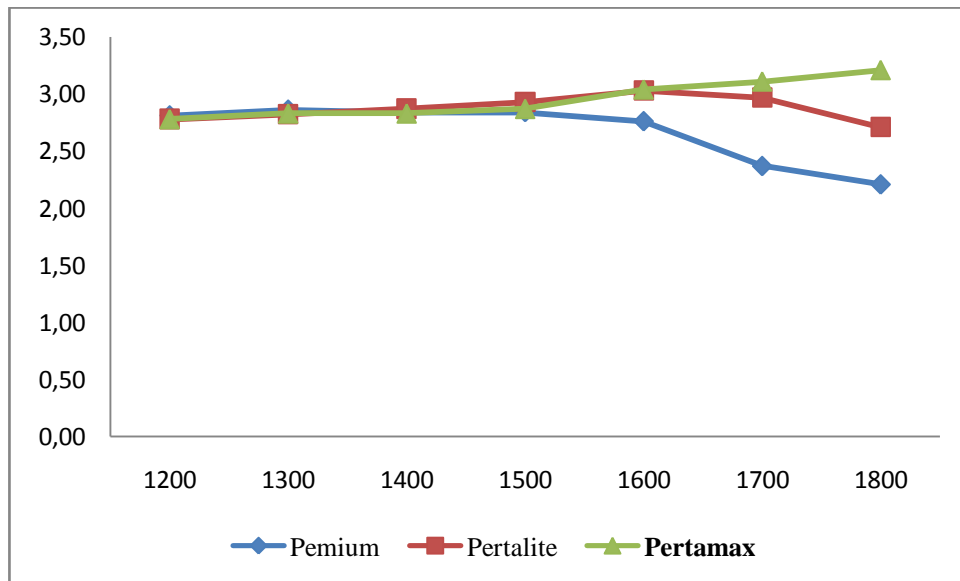


putaran 1500 rpm daya efektif sebesar 2,97 kW, pada putaran 1600 rpm daya efektif sebesar 2,56 kW, pada putaran 1700 rpm daya efektif sebesar 2,76 kW, pada putaran 1800 rpm daya efektif sebesar 2,62 kW. Daya efektif maksimum terdapat pada putaran 1500 rpm, sebesar 2,97 kW sedangkan daya efektif minimum terdapat pada putaran 1600 rpm, sebesar 2,56 kW.

Untuk bahan bakar pertalite, daya efektif pada putaran 1200 rpm sebesar 2,85 kW, pada putaran 1300 rpm daya efektif sebesar 2,89 kW, pada putaran 1400 rpm daya efektif sebesar 2,93 kW, pada putaran 1500 rpm daya efektif sebesar 2,87 kW, pada putaran 1600 rpm sebesar 2,85 kW, pada putaran 1700 rpm daya efektif sebesar 2,60 kW, pada putaran 1800 rpm daya efektif sebesar 2,54 kW. Berdasarkan grafik 4.2 bahan bakar pertalite terjadi, daya Efektif maksimum terdapat pada putaran 1400 rpm sedangkan daya efektif minimum terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 2,54 kW.

Untuk bahan bakar **pertamax**, daya efektif pada putaran 1200 rpm sebesar 2,79 kW, pada putaran 1300 daya efektif sebesar 2,78 kW, pada putaran 1400 rpm daya efektif sebesar 2,77 kW, pada putaran 1500 rpm daya efektif sebesar 2,81 kW, pada putaran 1600 rpm daya efektif sebesar 2,86 kW, pada putaran 1700 rpm daya efektif sebesar 2,97 kW, pada putaran 1800 rpm daya efektif sebesar 2,82 kW. Daya efektif maksimum terdapat pada putaran 1700 rpm, sebesar 2,97 kW sedangkan daya efektif minimum terdapat pada putaran 1400 rpm, sebesar 2,77 kW.

Berdasarkan gambar grafik 4.2 dan hasil perhitungan untuk bahan bakar premium, pertalite dan pertamax yang paling tinggi daya efektifnya adalah bahan bakar **premium** dan **pertamax**. Untuk rasio kompresi 8 : 1 pengaplikasiannya dalam kehidupan sehari-hari kita bisa lihat pada mesin penggiling beras atau penggiling tebu, merek Jagawa inovation R-390 dan R-420.



**Gambar grafik 4.3** Daya Efektif (BP) vs Putaran (N) pada rasio kompresi 10 : 1

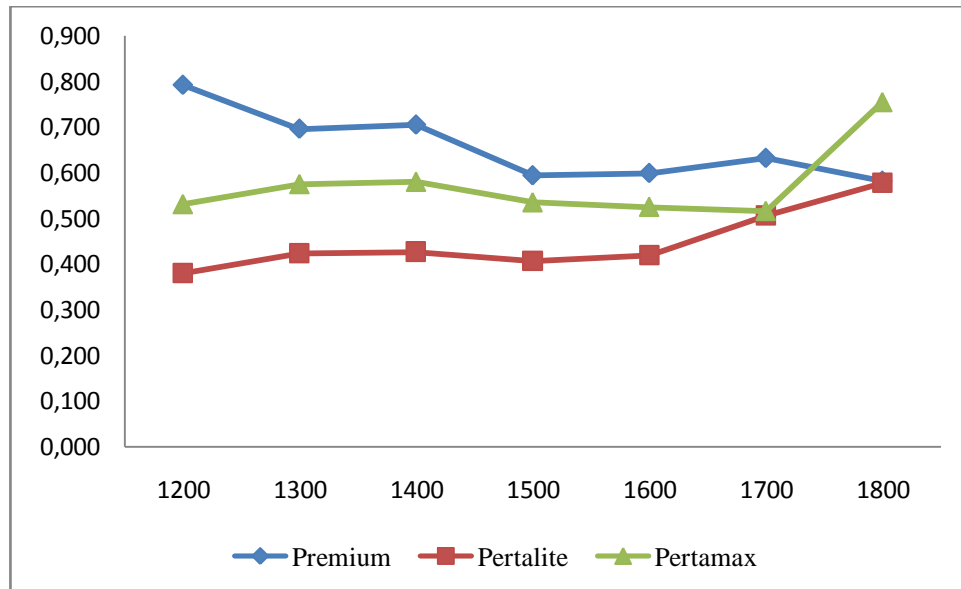
Pada rasio kompresi 10 : 1, untuk bahan bakar premium, daya efektif pada putaran 1200 rpm sebesar 2,81 kW, pada putaran 1300 rpm daya efektif 2,86 kW, pada putaran 1400 rpm daya efektif sebesar 2,84 kW, pada putaran 1500 rpm daya efektif sebesar 2,84 kW, pada putaran 1600 rpm daya efektif sebesar 2,76 kW, pada putaran 1700 rpm daya efektif sebesar 2,37 kW, pada putaran 1800 rpm daya efektif sebesar 2,21 kW. Daya efektif maksimum terdapat pada putaran 1200 rpm, sebesar 2,86 kW sedangkan daya efektif minimum terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 2,21 kW.

Untuk bahan bakar pertalite, daya efektif pada putaran 1200 rpm sebesar 2,78 kW, pada putaran 1300 rpm daya efektif sebesar 2,82 kW, pada putaran 1400 rpm daya efektif sebesar 2,87 kW, pada putaran 1500 rpm daya efektif sebesar 2,97 kW, pada putaran 1600 rpm daya efektif sebesar 3,03 kW, pada putaran 1700 rpm daya efektif sebesar 2,97 kW, pada putaran 1800 rpm daya efektif sebesar 2,71 kW. Daya efektif maksimum terdapat pada putaran 1600 rpm, sebesar 3,03 kW sedangkan daya efektif minimum terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 2,71 kW.

Untuk bahan bakar **pertamax**, daya efektif pada putaran 1200 rpm sebesar 2,78 kW, pada putaran 1300 rpm daya efektif sebesar 2,83 kW, pada putaran 1400 rpm daya efektif sebesar 2,83 kW, pada putaran 1500 rpm daya efektif sebesar 2,87 kW, pada putaran 1600 rpm daya efektif sebesar 3,04 kW, pada putaran 1700 rpm daya efektif sebesar 3,11 kW, pada putaran 1800 rpm daya efektif sebesar 3,18 kW. Daya efektif maksimum terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 3,18 kW sedangkan daya efektif minimum terdapat pada putaran 1200 rpm, sebesar 2,78 kW.

Menurut Philip Kristanto semakin tinggi peringkat oktan semakin kecil kemungkinan untuk menghasilkan ledakan dini (*pre-ignition*) atau penyalan sendiri (*self ignition*). Kecenderungan penyalan sendiri menimbulkan gejala ketukan (*knocking*). Kecenderungan ketukan ini berhubungan dengan rasio kompresi motor. Berdasarkan grafik 4.3 dan hasil perhitungan bahan bakar premium, pertalite dan pertamax. Bahan bakar pertamax paling tinggi karena dipengaruhi oleh nilai oktan bahan bakar yang tinggi dan rasio kompresi yang tinggi. Oleh karena itu temperaturnya yang melebihi temperatur penyalan bahan bakar, bahan bakar akan terbakar sendiri dengan cepat. Waktu yang diperlukan antara saat bahan bakar mulai disemprotkan dengan saat mulai terjadi pembakaran dinamai periode persiapan pembakaran Menurut Wiranto Arismunandar. Waktu persiapan pembakaran bergantung pada beberapa faktor, antara lain pada temperatur udara pada saat bahan bakar mulai disemprotkan, gerakan udara dan bahan bakar serta perbandingan udara lokal. Untuk rasio kompresi 10 : 1 pengaplikasiannya dalam kehidupan sehari-hari kita bisa lihat pada motor Honda merek Vario 150.

## 2. Komsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC) vs Putaran (N) dengan Pembukaan Katup 40 %, Rasio kompresi 6, 8, dan 10.



**Gambar grafik 4.4**

*Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC) vs Putaran (N) pada rasio kompresi 6 : 1*

Dalam pengujian, konsumsi bahan bakar diukur sebagai laju aliran massa bahan bakar persatuan waktu. Ukuran bagaimana motor menggunakan bahan bakar yang tersedia secara efisien untuk menghasilkan kerja disebut konsumsi bahan bakar spesifik yang dinyatakan sebagai laju aliran massa bahan bakar persatuan keluaran daya. Konsumsi bahan bakar spesifik berkurang ketika kecepatan motor meningkat, mencapai minimum, dan kemudian meningkat lagi pada kecepatan tinggi karena tingginya kerugian gesekan menurut Philip Kristanto.

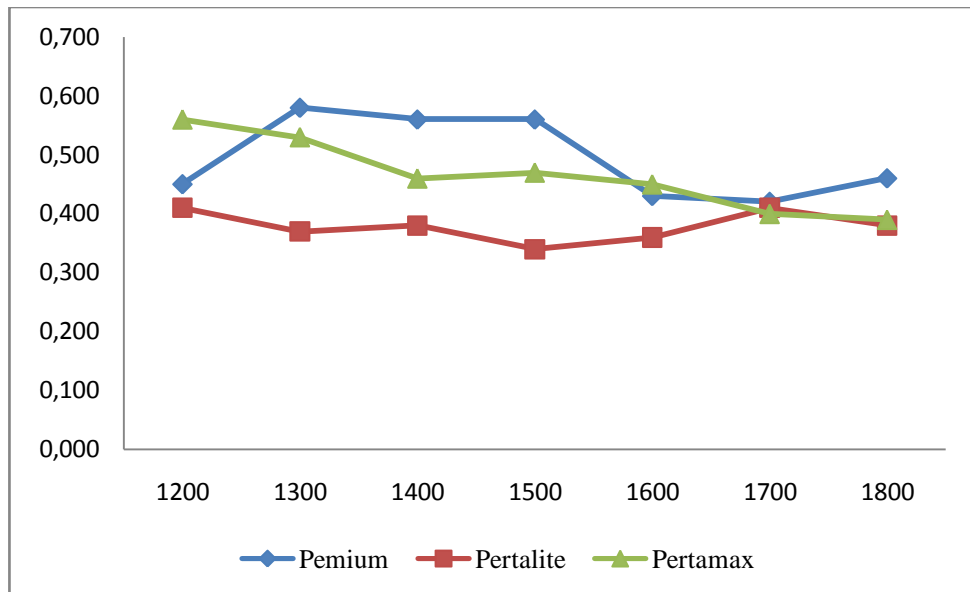
Konsumsi bahan bakar spesifik sangat dipengaruhi oleh perbandingan kompresi dan putaran. Hal ini dapat dilihat dari tabel 4.1 hasil perhitungan dan gambar 4.4, hubungan antar putaran dan konsumsi bahan bakar spesifik.

Pada rasio kompresi 6 : 1, untuk bahan bakar premium konsumsi bahan bakar spesifik pada putaran 1200 rpm sebesar 0,792 kg/kW.h, pada putaran 1300 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,696 kg/kW.h, pada putaran 1400 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,705 kg/kW.h, pada putaran 1500 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,594 kg/kW.h, pada putaran 1600 rpm sebesar 0,599 kg/kW.h, pada putaran 1700 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,632 kg/kW.h, pada putaran 1800 rpm sebesar 0,582 kg/kW.h. Konsumsi bahan bakar spesifik optimal terdapat pada putaran 1200 rpm, sebesar 0,792 kg/kW.h sedangkan konsumsi bahan bakar spesifik optimum terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 0,582 kg/kW.h.

Untuk bahan bakar **pertalite**, konsumsi bahan bakar spesifik pada putaran 1200 rpm sebesar 0,380 kg/kW.h, pada putaran 1300 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,424 kg/kW.h, pada putaran 1400 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,427 kg/kW.h, pada putaran 1500 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,407 kg/kW.h, pada putaran 1600 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,419 kg/kW.h, pada putaran 1700 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,507 kg/kW.h, pada putaran 1800 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,587 kg/kW.h. Untuk bahan bakar pertalite konsumsi bahan bakar spesifik optimal terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 0,578 kg/kW.h sedangkan konsumsi bahan bakar spesifik optimum terdapat pada putaran 1200 rpm, sebesar 0,380 kg/kW.h.

Untuk bahan bakar **pertamax** konsumsi bahan bakar spesifik pada putaran 1200 rpm sebesar 0,531 kg/kW.h, pada putaran 1300 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,575 kg/kW.h, pada putaran 1400 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,580 kg/kW.h, pada putaran 1500 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,535 kg/kW.h, pada putaran 1600 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,525 kg/kW.h, pada putaran 1700 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,516 kg/kW.h, pada putaran 1800 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar

0,755 kg/kW.h. Komsumsi bahan bakar spesifik yang optimal terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 0,755 kg/kW.h sedangkan komsumsi bahan bakar spesifik optimum terdapat pada putaran 1700 rpm, sebesar 0,516 kg/kW.h.



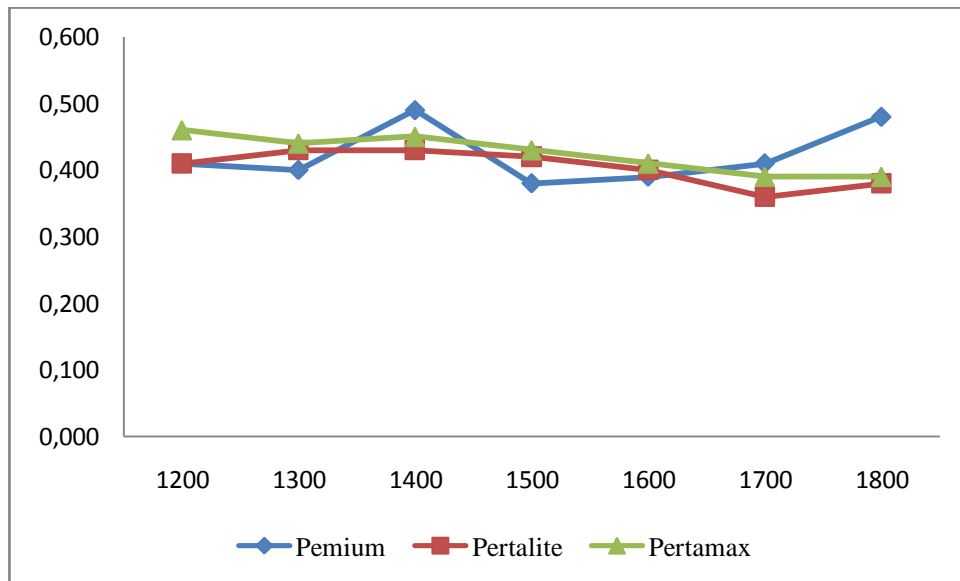
**Gambar grafik 4.5** *Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC) vs Putaran (N) pada rasio kompresi 8 : 1*

Pada rasio kompresi 8 : 1, untuk bahan bakar premium, komsumsi bahan bakar spesifik pada putaran 1200 rpm sebesar 0,453 kg/kW.h, pada putaran 1300 rpm komsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,575 kg/kW.h, pada putaran 1400 rpm komsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,599 kg/kW.h, pada putaran 1500 rpm komsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,387 kg/kW.h, pada putaran 1600 rpm komsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,434 kg/kW.h, pada putaran 1700 rpm komsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,417 kg/kW.h, pada putaran 1800 rpm komsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,458 kg/kW.h. Komsumsi bahan bakar spesifik optimal terdapat pada putaran 1300 rpm, sebesar 0,575 kg/kW.h sedangkan komsumsi bahan bakar spesifik optimum terdapat pada putaran 1500 rpm, sebesar 0,387 kg/kW.h.

Untuk bahan bakar **pertalite**, konsumsi bahan bakar spesifik pada putaran 1200 rpm sebesar 0,404 kg/kW.h, pada putaran 1300 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,370 kg/kW.h, pada putaran 1400 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,379 kg/kW.h, pada putaran 1500 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,341 kg/kW.h, pada putaran 1600 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,358 kg/kW.h, pada putaran 1700 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,412 kg/kW.h, pada putaran 1800 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,386 kg/kW.h. Konsumsi bahan bakar spesifik optimal terjadi pada putaran 1200 rpm, sebesar 0,404 kg/kW.h sedangkan konsumsi bahan bakar spesifik optimum terdapat pada putaran 1500 rpm, sebesar 0,341 kg/kW.h.

Untuk bahan bakar **pertamax**, konsumsi bahan bakar spesifik pada putaran 1200 rpm sebesar 0,414 kg/kW.h, pada putaran 1300 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,426 kg/kW.h, pada putaran 1400 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,432 kg/kW.h, pada putaran 1500 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,432 kg/kW.h, pada putaran 1600 rpm konsumsi bahan bakar sebesar 0,396kg/kW.h, pada putaran 1700 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,360 kg/kW.h, pada putaran 1800 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,376 kg/kW.h. Konsumsi bahan bakar spesifik optimal terdapat pada putaran 1200 rpm, sebesar 0,556 kg/kW.h sedangkan konsumsi bahan bakar spesifik optimum terdapat pada putaran 1700 rpm, sebesar 0,404 kg/kW.h.

Berdasarkan hasil perhitungan dan gambar grafik 4.5 terlihat bahwa nilai oktan bahan bakar sangat mempengaruhi konsumsi bahan bakar spesifik. Dimana pada bahan bakar premium, pertalite dan pertamax yang konsumsi bahan bakar spesifik yang tinggi terdapat pada bahan bakar premium sedangkan konsumsi bahan bakar spesifik yang rendah adalah bahan bakar pertalite.



**Gambar grafik 4.6** *Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC) vs Putaran (N) pada rasio kompresi 10 : 1*

Pada rasio kompresi 10 : 1, untuk bahan bakar premium, konsumsi bahan bakar spesifik pada putaran 1200 rpm sebesar 0,409 kg/kW.h, pada putaran 1300 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,402 kg/kW.h. pada putaran 1400 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,486 kg/kW.h, pada putaran 1500 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,377 kg/kW.h, pada putaran 1600 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,388 kg/kW.h, pada putaran 1700 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,414 kg/kW.h, pada putaran 1800 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,484 kg/kW.h. Konsumsi bahan bakar spesifik optimal terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 0,484 kg/kW.h sedangkan konsumsi bahan bakar spesifik optimum terdapat pada putaran 1500 rpm, sebesar 0,377 kg/kW.h .

Untuk bahan bakar **pertalite**, konsumsi bahan bakar spesifik pada putaran 1200 rpm sebesar 0,414 kg/kW.h, pada putaran 1300 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,426 kg/kW.h, pada putaran 1400 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,432 kg/kW.h, pada putaran 1500 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,432 kg/kW.h, pada

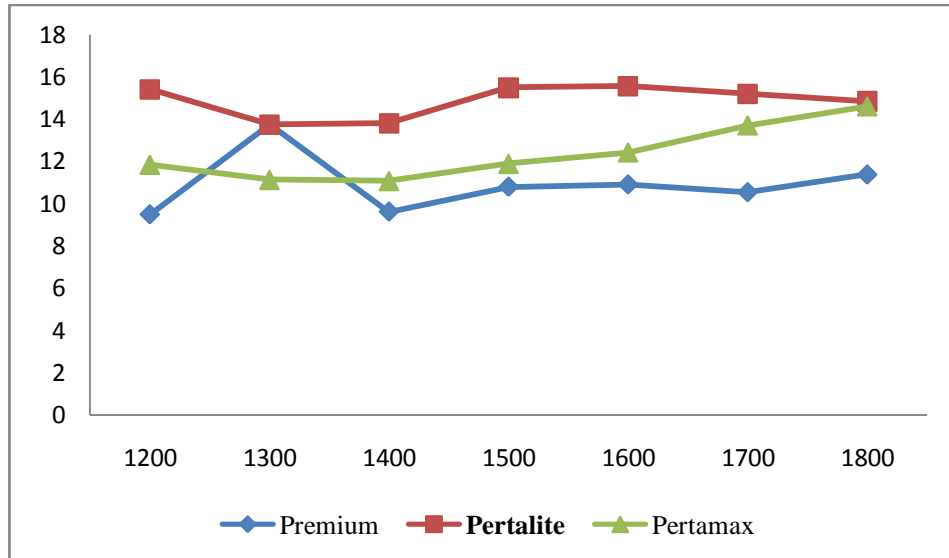


putaran 1600 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,396 kg/kW.h, pada putaran 1700 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,360 kg/kW.h, pada putaran 1800 rpm konsumsi bahan bakar sebesar 0,376 kg/kW.h. Konsumsi bahan bakar spesifik optimal terdapat pada putaran 1300 rpm, sebesar 0,426 kg/kW.h sedangkan konsumsi bahan bakar spesifik optimum terdapat pada putaran 1700 rpm, sebesar 0,360 kg/kW.h.

Untuk bahan bakar pertamax, konsumsi bahan bakar spesifik pada putaran 1200 rpm sebesar 0,464 kg/kW.h, pada putaran 1300 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,438 kg/kW.h, pada putaran 1400 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,456 kg/kW.h, pada putaran 1500 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,432 kg/kW.h, pada putaran 1600 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,408 kg/kW.h, pada putaran 1700 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,386 kg/kW.h, pada putaran 1800 rpm konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,409 kg/kW.h. Konsumsi bahan bakar spesifik terdapat pada putaran 1200 rpm, sebesar 0,464 kg/kW.h sedangkan konsumsi bahan bakar spesifik optimum terdapat pada putaran 1700 rpm, sebesar 0,386 kg/kW.h.

Berdasarkan hasil perhitungan dan gambar grafik 4.4, grafik 4.5, dan grafik 4.6 terlihat bahwa rasio kompresi dan jenis bahan bakar sangat mempengaruhi konsumsi bahan bakar spesifik. Terlihat kenaikan konsumsi bahan bakar spesifik lebih besar pada rasio kompresi rendah.

**3. Rasio udara-bahan bakar (AFR) vs Putaran (N) dengan Pembukaan Katup 40 %, Rasio kompresi 6, 8, dan 10.**



**Gambar grafik 4.7** Rasio udara-bahan bakar (AFR) vs Putaran (N) pada rasio kompresi 6 : 1

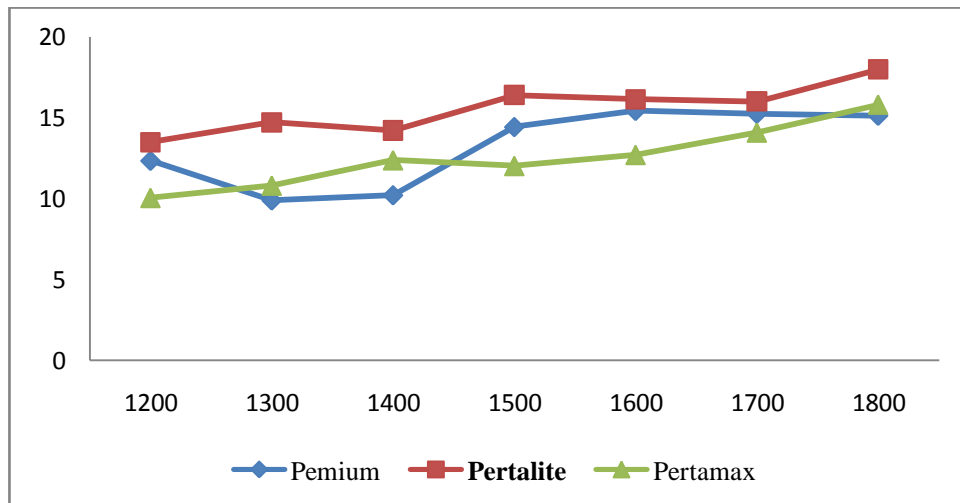
Pada rasio kompresi 6 : 1, untuk bahan bakar premium, rasio udara bahan bakar pada putaran 1200 rpm sebesar 9,49, pada putaran 1300 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 10,16, pada putaran 1400 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 9,62, pada putaran 1500 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 10,80, pada putaran 1600 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 10,91, pada putaran 1700 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 10,54, pada putaran 1800 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 11,38. Rasio udara-bahan bakar tertinggi terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 11,38 sedangkan rasio udara-bahan bakar terendah terdapat pada putaran 1200 rpm, sebesar 9,49.

Untuk bahan bakar **pertalite**, rasio udara bahan bakar pada putaran 1200 rpm sebesar 15,41, pada putara 1300 rpm rasio udaran bahan bakar sebesar 13,75, pada putaran 1400 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 13,80, pada putaran 1500 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 15,49, pada putaran 1600 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 15,56, pada putaran 1700 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 15,21, pada putaran 1800 rpm

rasio udara bahan bakar sebesar 14,85. Rasio udara-bahan bakar tertinggi terdapat pada putaran 1600 rpm, sebesar 15,56 sedangkan terendah terdapat pada putaran 1300 rpm, sebesar 13,75.

Untuk bahan bakar pertamax, rasio udara bahan bakar pada putaran 1200 rpm sebesar 11,85, pada putaran 1300 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 11,13, pada putaran 1400 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 11,08, pada putaran 1500 rpm sebesar 11,89, pada putaran 1600 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 12,43, pada putaran 1700 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 13,71, pada putaran 1800 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 14,61. Rasio udara-bahan bakar tertinggi terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 14,61 sedangkan rasio udara-bahan bakar terendah terdapat pada putaran 1300 rpm, sebesar 11,13.

Berdasarkan grafik 4.7 dan hasil perhitungan rasio udara-bahan bakar untuk premium dari putaran 1200 rpm-1800 rpm tidak sesuai dengan standar operasi, karena standar operasi menurut Jhon Heywood  $12 \leq AFR \leq 18$ . Untuk bahan bakar pertalite rasio udara-bahan bakar dari putaran 1200 rpm-1800 rpm kondisinya sesuai dengan standar operasi. Untuk bahan bakar pertamax rasio udara-bahan bakar dari putaran 1200 rpm 1500 rpm, tidak sesuai dengan standar operasi dan putaran 1600 rpm 1800 rpm sesuai dengan standar operasi.



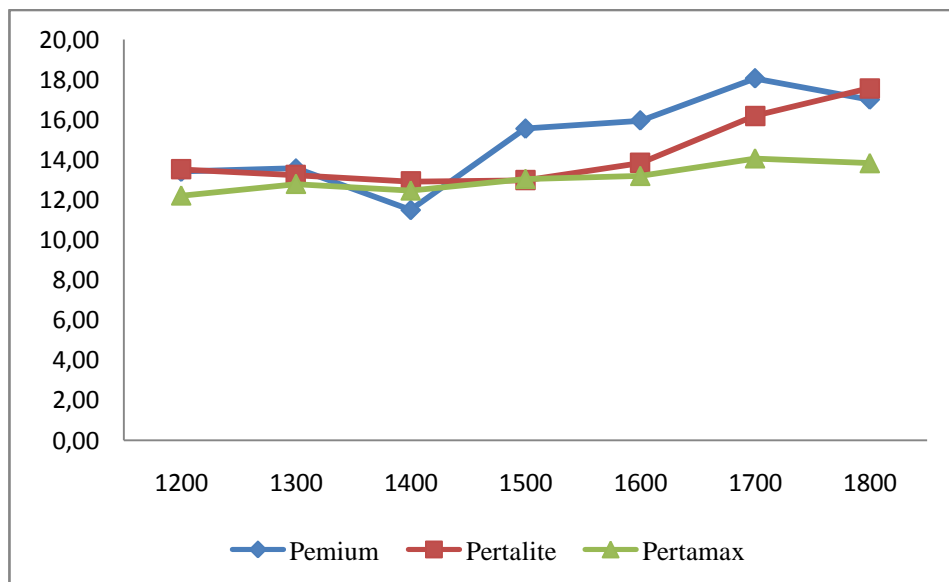
**Gambar grafik 4.8** Rasio udara-bahan bakar (AFR) vs Putaran (N) pada rasio kompresi 8 : 1

Pada rasio kompresi 8 : 1, untuk bahan bakar premium, rasio udara bahan bakar pada putaran 1200 rpm sebesar 12,34, pada putaran 1300 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 10,16, pada putaran 1400 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 9,62, pada putaran 1500 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 15,43, pada putaran 1600 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 15,43, pada putaran 1700 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 15,25, pada putaran 1800 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 15,13. Rasio udara-bahan bakar tertinggi terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 11,38 sedangkan rasio udara-bahan bakar terendah terdapat pada putaran 1200 rpm, sebesar 9,49.

Untuk bahan bakar **pertalite**, rasio udara bahan bakar pada putaran 1200 rpm sebesar 13,48, pada putaran 1300 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 14,71, pada putaran 1400 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 14,21, pada putaran 1500 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 16,39, pada putaran 1600 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 16,13, pada putaran 1700 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 15,99, pada putaran 1800 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 17,97. Rasio udara-bahan bakar tertinggi terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 17,97 sedangkan terendah terdapat pada putaran 1200 rpm, sebesar 13,48.

Untuk bahan bakar pertamax, rasio udara bahan bakar pada putaran 1200 rpm sebesar 10,05, pada putaran 1300 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 10,81, pada putaran 1400 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 12,37, pada putaran 1500 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 12,02, pada putaran 1600 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 12,70, pada putaran 1700 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 14,08, pada putaran 1800 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 15,80. Rasio udara-bahan bakar tertinggi terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 14,61 sedangkan rasio udara-bahan bakar terendah terdapat pada putaran 1300 rpm, sebesar 11,13.

Berdasarkan grafik 4.8 dan hasil perhitungan rasio udara-bahan bakar untuk premium yang sesuai dengan standar operasi terjadi pada putaran 1500 rpm sampai 1800 rpm. Untuk bahan bakar pertalite yang sesuai dengan standar operasi terjadi pada putaran 1200 rpm sampai 1800 rpm. Untuk pertamax yang sesuai dengan standar operasi terjadi pada putaran 1400 rpm sampai 1800 rpm.



**Gambar grafik 4.9** Rasio udara-bahan bakar (AFR) vs Putaran (N) pada rasio kompresi 10 : 1

Pada rasio kompresi 10 : 1, untuk bahan bakar **premium**, rasio udara bahan bakar pada putaran 1200 rpm sebesar 13,39, pada putaran 1300 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 13,55, pada putaran 1400 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 11,48, pada putaran 1500 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 15,54, pada putaran 1600 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 15,95, pada putaran 1700 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 18,05, pada putaran 1800 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 16,99. Rasio udara-bahan bakar tertinggi terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 16,99 sedangkan rasio udara-bahan bakar terendah terdapat pada putaran 1400 rpm, sebesar 11,48.

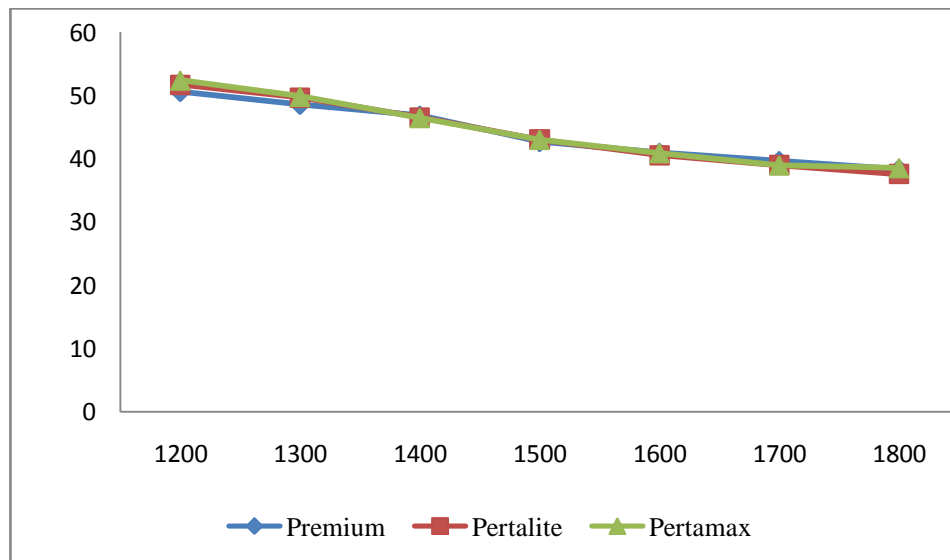
Untuk bahan bakar pertalite, rasio udara bahan bakar pada putaran 1200 rpm sebesar 13,52, pada putaran 1300 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 13,22, pada putaran 1400 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 12,91, pada putaran 1500 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 12,98, pada putaran 1600 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 13,83, pada putaran 1700 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 16,71, pada putaran 1800 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 17,55. Rasio udara-bahan bakar tertinggi terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 17,55 sedangkan rasio udara-bahan bakar terendah terdapat pada putaran 1400 rpm, sebesar 12,91.

Untuk bahan bakar pertamax, rasio udara bahan bakar pada putaran 1200 rpm sebesar 12,20, pada putaran 1300 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 12,78, pada putaran 1400 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 12,45, pada putaran 1500 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 13,03, pada putaran 1600 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 13,18, pada putaran 1700 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 14,06, pada putaran 1800 rpm rasio udara bahan bakar sebesar 13,09. Rasio udara-bahan bakar tertinggi terdapat pada putaran 1700 rpm, sebesar 14,06 sedangkan rasio udara-bahan bakar terendah terdapat pada putaran 1200 rpm, sebesar 12,20.

Berdasarkan grafik 4.9 dan hasil perhitungan rasio udara-bahan bakar untuk bahan bakar premium yang tidak sesuai dengan standar operasi terjadi pada putaran 1400 rpm dan 1700 rpm. Untuk bahan bakar

pertalite dari putaran 1200 rpm-1800 rpm sesuai dengan standar operasi begitupula dengan bahan bakar pertamax.

**4. Efisiensi Volumetris ( $\eta_{vol}$ ) vs Putaran (N) dengan Pembukaan Katup 40 %, Rasio kompresi 6, 8, dan 10.**



**Gambar grafik 4.10** Efisiensi Volumetris ( $\eta_{vol}$ ) vs Putaran (N) pada rasio kompresi 6 : 1

Pada rasio kompresi 6 : 1, untuk bahan bakar premium, efisiensi volumetris pada putaran 1200 rpm sebesar 50,58 %, pada putaran 1300 rpm efisiensi volumetri sebesar 48,53 % , pada putaran 1400 rpm efisiensi volumetris sebesar 46,82 %, pada putaran 1500 rpm efisiensi volumetris sebesar 42,64 %, pada putarn 1600 rpm efisiensi volumetris sebesar 40,93 %, pada putarn 1700 rpm efisiensi volumetris sebesar 39,64 %, pada putaran 1800 rpm efisiensi volumetris sebesar 38,33 %. Efisiensi volumetris tertinggi terdapat pada putaran 1200 rpm, sebesar 50,56 % sedangkan efisiensi volumetris terendah terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 38,33 %.

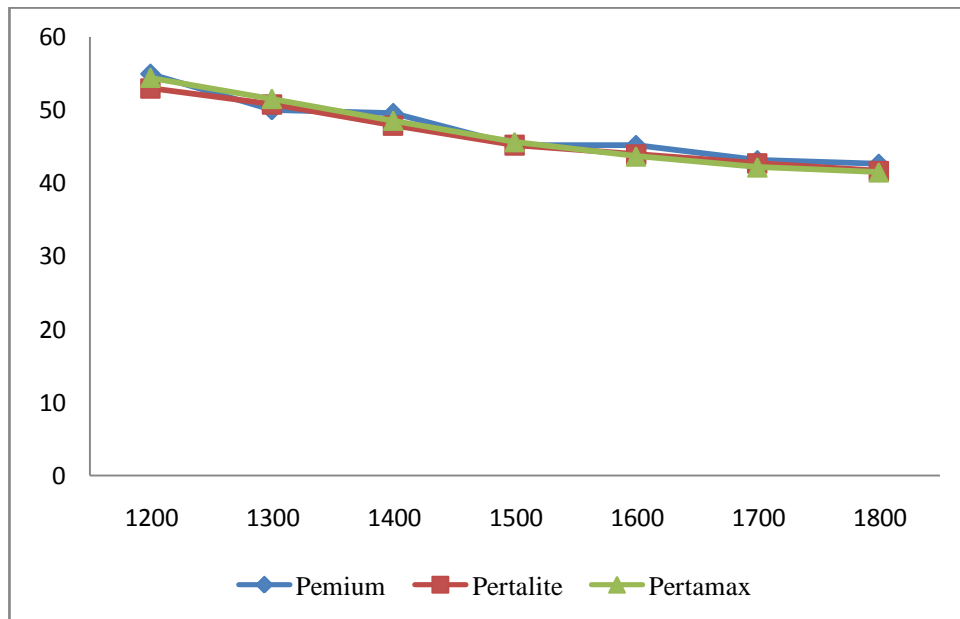
Untuk bahan bakar pertalite, efisiensi volumetris pada putaran 1200 rpm sebesar 51,69 %, pada putaran 1300 rpm efisiensi volumetris sebesar 49,68 %, pada putaran 1400 rpm efisiensi volumetris sebesar

46,54 %, pada putaran 1500 rpm efisiensi volumetris sebesar 43,01 %, pada putaran 1600 rpm efisiensi volumetris sebesar 40,56 %, pada putaran 1700 rpm efisiensi volumetris sebesar 38,98 %, pada putaran 1800 rpm efisiensi volumetris sebesar 37,57 %. Efisiensi volumetris tertinggi terdapat pada putaran 1200 rpm, sebesar 51,69 % sedangkan efisiensi volumetris terendah terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 37,57 %.

Untuk bahan bakar pertamax efisiensi volumetris pada putaran 1200 rpm sebesar 52,40 %, pada putaran 1300 rpm efisiensi volumetris sebesar 49,83 %, pada putaran 1400 rpm efisiensi volumetris sebesar 46,47 %, pada putaran 1500 rpm efisiensi volumetris sebesar 43,02 %, pada putaran 1600 rpm efisiensi volumetris sebesar 40,91 %, pada putaran 1700 rpm efisiensi volumetris sebesar 38,97 %, pada putaran 1800 rpm efisiensi volumetris sebesar 38,54 %. Efisiensi volumetris tertinggi terdapat pada putaran 1200 rpm, sebesar 52,40 % sedangkan efisiensi volumetris terendah terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 38,54 %.

Berdasarkan grafik 4.10 dan hasil perhitungan efisiensi volumetris untuk bahan bakar premium, pertalite dan pertamax cenderung berbanding terbalik dengan putaran, dimana kita bisa amati pada grafik, semakin tinggi putaran semakin rendah efisiensi volumetris.





**Gambar grafik 4.11** Efisiensi Volumetris ( $\eta_{vol}$ ) vs Putaran ( $N$ ) pada rasio kompresi 8 : 1

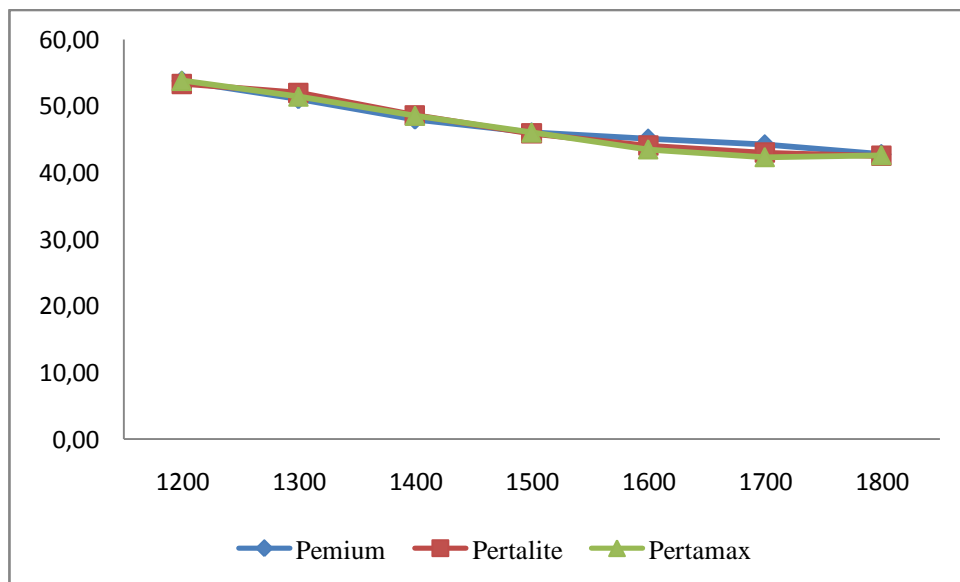
Pada rasio kompresi 8 : 1, untuk bahan bakar premium, efisiensi volumetris pada putaran 1200 rpm sebesar 54,91 %, pada putaran 1300 rpm efisiensi volumetris sebesar 49,98 %, pada putaran 1400 rpm efisiensi volumetris sebesar 47,86 %, pada putaran 1500 rpm efisiensi volumetris sebesar 45,18 %, pada putaran 1600 rpm efisiensi volumetris sebesar 45,20 %, pada putaran 1700 rpm efisiensi volumetris sebesar 43,13 %, pada putaran 1800 rpm efisiensi volumetris sebesar 42,64 %. Efisiensi volumetris tertinggi terdapat pada putaran 1200 rpm, sebesar 54,91 % sedangkan efisiensi volumetris terendah terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 42,64 %.

Untuk bahan bakar pertalite, efisiensi volumetris pada putaran 1200 rpm sebesar 52,95 %, pada putaran 1300 rpm efisiensi volumetris sebesar 50,79 %, pada putaran 1400 rpm efisiensi volumetris sebesar 47,86 %, pada putaran 1500 rpm efisiensi volumetris sebesar 45,19 %, pada putaran 1600 rpm efisiensi volumetris sebesar 43,96 %, pada putaran 1700 rpm efisiensi volumetris sebesar 42,72 %, pada putaran 1800 rpm efisiensi volumetris sebesar 41,65 %. Efisiensi volumetris tertinggi

terdapat pada putaran 1200 rpm, sebesar 52,95 % sedangkan efisiensi volumetris terendah terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 41,65 %.

Untuk bahan bakar pertamax, efisiensi volumetris pada putaran 1200 rpm sebesar 54,40 %, pada putaran 1300 rpm efisiensi volumetris sebesar 51,51 %, pada putaran 1400 rpm efisiensi volumetris sebesar 48,53 %, pada putaran 1500 rpm efisiensi volumetris sebesar 45,60 %, pada putaran 1600 rpm efisiensi volumetris sebesar 43,63 %, pada putaran 1700 rpm efisiensi volumetris sebesar 42,14 %, pada putaran 1800 rpm efisiensi volumetris sebesar 41,46 %. Efisiensi tertinggi terdapat pada putaran 1200 rpm, sebesar 54,40 % sedangkan efisiensi volumetris terendah terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 41,46 %.

Berdasarkan grafik 4.11 dan hasil perhitungan bahan bakar premium, pertalite dan pertamax cenderung berbanding terbalik dengan putaran, dimana semakin cepat sebuah putaran semakin kecil pula efisiensi volumetrisnya.



**Gambar grafik 4.12** Efisiensi Volumetris ( $\eta_{vol}$ ) vs Putaran ( $N$ ) pada rasio kompresi 10 : 1

Pada rasio kompresi 10 : 1, untuk bahan bakar premium, efisiensi volumetris pada putaran 1200 rpm sebesar 53,73 %, pada putaran 1300 rpm efisiensi volumetris sebesar 51,03 %, pada putaran 1400 rpm efisiensi volumetris sebesar 47,97 %, pada putaran 1500 rpm efisiensi volumetris sebesar 45,99 %, pada putaran 1600 rpm efisiensi volumetris sebesar 44,21 %, pada putaran 1700 rpm efisiensi volumetris sebesar 42,75 %. Efisiensi volumetris tertinggi terdapat pada putaran 1200 rpm, sebesar 53,73 % sedangkan efisiensi volumetris terendah terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 42,75 %.

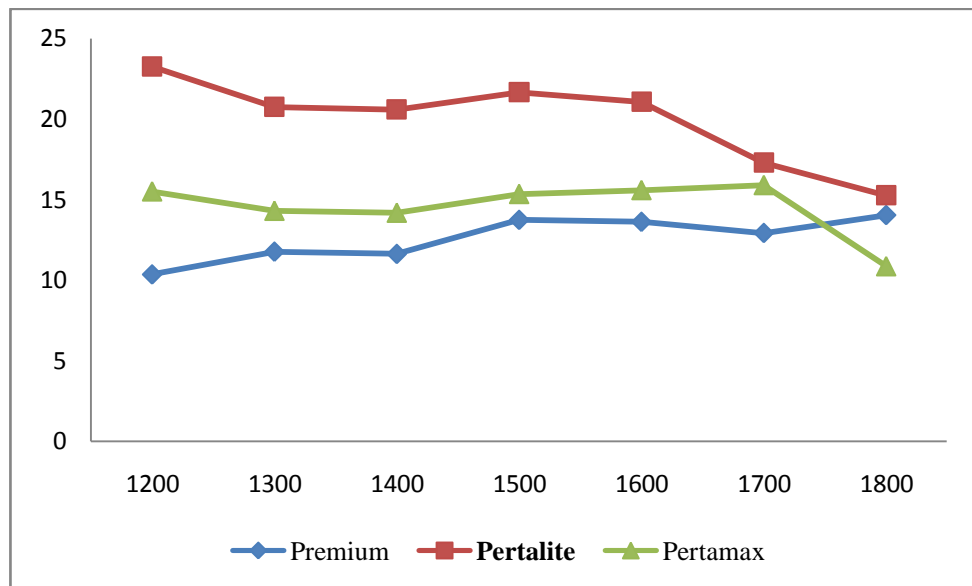
Untuk bahan bakar pertalite, efisiensi volumetris pada putaran 1200 rpm sebesar 53,32 %, pada putaran 1300 rpm efisiensi volumetris sebesar 52,01 %, pada putaran 1400 rpm efisiensi volumetris sebesar 48,63 %, pada putaran 1500 rpm efisiensi volumetris sebesar 45,85 %, pada putaran 1600 rpm efisiensi volumetris sebesar 44,09 %, pada putaran 1700 rpm efisiensi volumetris sebesar 43,00 %, pada putaran 1800 rpm efisiensi volumetris sebesar 42,52 %. Efisiensi volumetris tertinggi terdapat pada putaran 1200 rpm, sebesar 53,32 % sedangkan efisiensi volumetris terendah terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 42,52 %.

Untuk bahan bakar pertamax, efisiensi volumetris pada putaran 1200 rpm sebesar 53,81 %, pada putaran 1300 rpm efisiensi volumetris sebesar 51,44 %, pada putaran 1400 rpm efisiensi volumetris sebesar 48,56 %, pada putaran 1500 rpm efisiensi volumetris sebesar 46,02 %, pada putaran 1600 rpm efisiensi volumetris sebesar 43,49 %, pada putaran 1700 rpm efisiensi volumetris sebesar 42,80 %, pada putaran 1800 rpm efisiensi volumetris sebesar 42,32 %. Efisiensi tertinggi terdapat pada putaran 1200 rpm, sebesar 53,81 % sedangkan efisiensi volumetris terendah terdapat pada putaran 1700 rpm, sebesar 42,32 %.

Berdasarkan grafik 4.12 dan hasil perhitungan bahan bakar premium, pertalite dan pertamax, berbanding lurus dengan putaran dimana semakin tinggi sebuah putaran semakin rendah efisiensi volumetris begitupun sebaliknya. Hal ini disebabkan karena semakin cepat sebuah

putaran laju kerapat udara mendekati kondisi ideal pada proses pembakaran.

**5. Efisiensi Thermis ( $\eta_{th}$ ) vs Putaran (N) dengan Pembukaan Katup 40 %, Rasio kompresi 6, 8, dan 10.**



**Gambar grafik 4.13** Efisiensi Thermis ( $\eta_{th}$ ) vs Putaran (N) pada rasio kompresi 6 : 1

Efisiensi thermis merupakan salah satu parameter yang digunakan sebagai ukuran keekonomisan suatu mesin, dimana memiliki hubungan yang berbanding terbalik dengan konsumsi bahan bakar spesifik. Hal ini dapat diartikan bahwa efisiensi thermis tertinggi akan didapatkan pada saat kumsumsi bahan bakar spesifik yang terkecil.

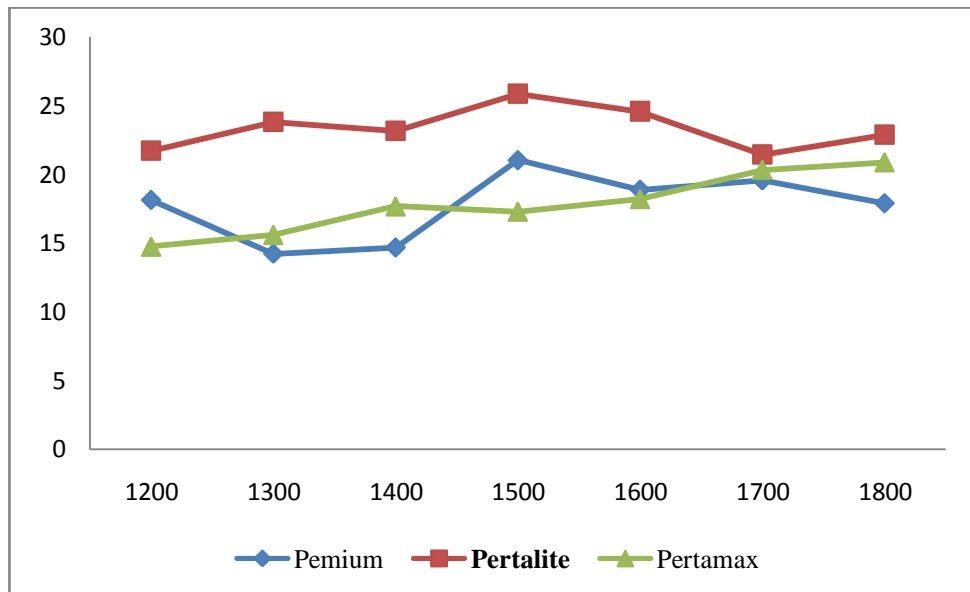
Pada rasio kompresi 6 : 1, untuk bahan bakar premium, efisiensi thermis pada putaran 1200 rpm sebesar 10,36 %, pada putaran 1300 rpm efisiensi thermis sebesar 11,77 %, pada putaran 1400 rpm efisiensi thermis sebesar 11,63 %, pada putaran 1500 rpm efisiensi thermis sebesar 13,74 %, pada putaran 1600 rpm efisiensi thermis sebesar 13,62 %, pada putaran 1700 rpm efisiensi thermis sebesar 12,93 %, pada putaran 1800

rpm efisiensi thermis sebesar 14,04 %. Efisiensi thermis tertinggi terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 14,04 % sedangkan efisiensi thermis terendah terdapat pada putaran 1200 rpm, sebesar 10,36 %.

Untuk bahan bakar **pertalite**, efisiensi thermis pada putaran 1200 rpm sebesar 23,24 %, pada putaran 1300 rpm efisiensi thermis sebesar 20,73 %, pada putaran 1400 rpm efisiensi thermis sebesar 20,58 %, pada putaran 1500 rpm efisiensi thermis sebesar 21,66 %, pada putaran 1600 rpm efisiensi thermis sebesar 21,05 %, pada putaran 1700 rpm efisiensi thermis sebesar 17,30 %, pada putaran 1800 rpm efisiensi thermis sebesar 15,27 %. Efisiensi thermis tertinggi terdapat pada putaran 1200 rpm, sebesar 23,24 % sedangkan efisiensi thermis terendah terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 15,27 %.

Untuk bahan bakar pertamax, efisiensi thermis pada putaran 1200 rpm sebesar 15,30 %, pada putaran 1300 rpm efisiensi thermis sebesar 14,30 %, pada putaran 1400 rpm efisiensi thermis sebesar 14,18 %, pada putaran 1500 rpm efisiensi thermis sebesar 15,34 %, pada putaran 1600 rpm efisiensi thermis sebesar 15,58 %, pada putaran 1700 rpm efisiensi thermis sebesar 15,89 %, pada putaran 1800 rpm efisiensi thermis sebesar 10,87 %. Efisiensi thermis tertinggi terdapat pada putaran 15,89 % sedangkan efisiensi thermis terendah terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 10,87 %.

Berdasarkan grafik 4.13 dan hasil perhitungan bahan bakar premium, pertalite dan pertamax, yang tinggi efisiensi thermisnya bahan bakar pertalite dan yang paling rendah efisiensi thermisnya bahan bakar premium.



**Gambar grafik 4.14** Efisiensi Thermis ( $\eta_{th}$ ) vs Putaran ( $N$ ) pada rasio kompresi 8 : 1

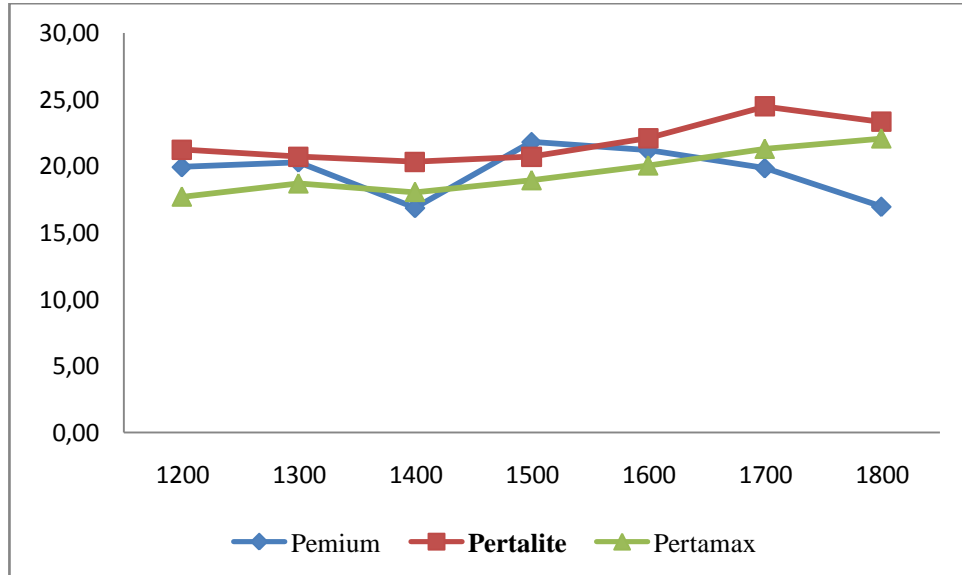
Pada rasio kompresi 8 : 1, untuk bahan bakar premium, efisiensi thermis pada putaran 1200 rpm sebesar 18,13 %, pada putaran 1300 rpm efisiensi thermis sebesar 14,21 %, pada putaran 1400 rpm efisiensi thermis sebesar 14,66 %, pada putaran 1500 rpm efisiensi thermis sebesar 21,03 %, pada putaran 1600 rpm efisiensi thermis sebesar 18,87 %, pada putaran 1700 rpm sebesar 19,56 %, pada putaran 1800 rpm efisiensi thermis sebesar 17,89 %. Efisiensi thermis tertinggi terdapat pada putaran 1500 rpm, sebesar 21,03 % sedangkan efisiensi thermis terendah terdapat pada putaran 1300 rpm, sebesar 14,21 %.

Untuk bahan bakar **peralite**, efisiensi thermis pada putaran 1200 rpm sebesar 21,70 %, pada putaran 1300 rpm efisiensi thermis sebesar 23,82 %, pada putaran 1400 rpm efisiensi thermis sebesar 23,18 %, pada putaran 1500 rpm efisiensi thermis sebesar 25,86 %, pada putaran 1600 rpm efisiensi thermis sebesar 24,58 %, pada putaran 1700 rpm efisiensi thermis sebesar 24,44 %, pada putaran 1800 rpm efisiensi thermis sebesar 22,87 %. Efisiensi thermis tertinggi terdapat pada putaran 1500 rpm,

sebesar 25,86 % sedangkan efisiensi thermis terendah terdapat pada putaran 1700 rpm, sebesar 21,44 %.

Untuk bahan bakar pertamax, efisiensi thermis pada putaran 1200 rpm efisiensi thermis sebesar 14,74 %, pada putaran 1300 rpm efisiensi thermis sebesar 15,60 %, pada putaran 1400 rpm efisiensi thermis sebesar 17,67 %, pada putaran 1500 rpm efisiensi thermis sebesar 17,29 %, pada putaran 1600 rpm efisiensi thermis sebesar 18,21 %, pada putaran 1700 rpm efisiensi thermis sebesar 20,34 5, pada putaran 1800 rpm efisiensi thermis sebesar 20,88 %. Efisiensi thermis tertinggi terdapat pada putaran 1800 rpm, sebesar 20,88 % sedangkan efisiensi thermis terendah terdapat pada putaran 1200 rpm, sebesar 14,74 %.

Berdasarkan grafik dan hasil perhitungan, bahan bakar premium, pertalite dan pertamax, yang tinggi efisiensi thermisnya bahan bakar pertalite sedangkan efisiensi thermis terendah bahan bakar premium.



**Gambar grafik 4.15** Efisiensi Thermis ( $\eta_{th}$ ) vs Putaran ( $N$ ) pada rasio kompresi 10 : 1

Pada rasio kompresi 10 : 1, untuk bahan bakar premium, efisiensi thermis pada putaran 1200 rpm sebesar 19,93 %, pada putaran 1300 rpm

efisiensi thermis sebesar 20,29 %, pada putaran 1400 rpm efisiensi thermis sebesar 16,86 %, pada putaran 1500 rpm efisiensi thermis sebesar 21,81 %, pada putaran 1600 rpm efisiensi thermis sebesar 21,18 %, pada putaran 1700 rpm efisiensi thermis sebesar 19,85 %, pada putaran 1800 rpm efisiensi thermis sebesar 16,95 %. Efisiensi thermis tertinggi terdapat pada putaran 1500 rpm, sebesar 21,81 % sedangkan efisiensi thermis terendah terdapat pada putaran 1400 rpm, sebesar 16,86 %.

Untuk bahan bakar **pertalite**, efisiensi thermis pada putaran 1200 rpm sebesar 21,21 %, pada putaran 1300 rpm efisiensi thermis sebesar 20,68 %, pada putaran 1400 rpm efisiensi thermis sebesar 20,31 %, pada putaran 1500 rpm efisiensi thermis sebesar 20,70 %, pada putaran 1600 rpm efisiensi thermis sebesar 22,08 %, pada putaran 1700 rpm efisiensi thermis sebesar 24,48 %, pada putaran 1800 rpm efisiensi thermis sebesar 23,34 %. Efisiensi thermis tertinggi terdapat pada putaran 1700 rpm, sebesar 24,48 % sedangkan efisiensi thermis terendah terdapat pada putaran 1400 rpm, sebesar 20,31 %.

Untuk bahan bakar **pertamax**, efisiensi thermis pada putaran 1200 rpm sebesar 17,71 %, pada putaran 1300 rpm efisiensi thermis sebesar 18,70 %, pada putaran 1400 rpm efisiensi thermis sebesar 18,06 %, pada putaran 1500 rpm efisiensi thermis sebesar 18,94 %, pada putaran 1600 rpm efisiensi thermis sebesar 20,05 %, pada putaran 1700 rpm efisiensi thermis sebesar 21,30 %, pada putaran 1800 rpm efisiensi thermis sebesar 19,54 %. Efisiensi thermis tertinggi terdapat pada putaran 1700 rpm, sebesar 21,30 % sedangkan efisiensi thermis terendah terdapat pada putaran 1200 rpm, sebesar 17,71 %.

Berdasarkan grafik dan hasil perhitungan, bahan bakar premium, pertalite dan pertamax, yang tertinggi efisiensi thermis yaitu bahan bakar pertalite, dalam artian bahwa, bahan bakar pertalite sangat ekonomis dalam pengoperasi mesin sedangkan efisiensi thermis yang terendah



terdapat pada bahan bakar premium dalam artian bahwa bahan bakar premium boros dalam pengoperasian mesin.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Daya efektif maximum sebesar 3,18 kW terjadi pada bahan bakar **pertamax** dan rasio kompresi 10 : 1 pada putaran 1800 rpm.
2. Komsumsi bahan bakar spesifik yang paling ekonomis terdapat pada bahan bakar **pertalite** dengan rasio kompresi 8 : 1, putaran 1500 rpm sebesar 0,341 kg/kW.h.
3. Rasio udara-bahan bakar yang unggul atau sesuai dengan standar operasi dari rasio kompresi 6, 8 dan 10 terjadi pada bahan bakar **pertalite**.
4. Efisiensi volumetris tertinggi terjadi pada bahan bakar **premium** sebesar 54,91 %, rasio kompresi 8 : 1 pada putaran 1200 rpm sedangkan efisiensi volumtris terendah terjadi pada bahan bakar **pertalite** sebesar 37,47 %, rasio kompresi 6 : 1 pada putaran 1800 rpm.
5. Efisiensi thermis tertinggi sebesar 25,86 % terjadi pada bahan bakar **pertalite** dan rasio kompresi 8 : 1 pada putaran 1500 rpm, sedangkan efisiensi thermis terendah sebesar 10,36 terdapat pada bahan bakar **premium** dan rasio kompresi 6 : 1 pada putaran 1200 rpm.

## **5.2 Saran**

Berdasarkan kesimpulan pengalaman-pengalaman yang penulis dapatkan selama pelaksanaan ini, maka penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut :

- 1.** Sebelum pengujian sebaiknya kondisi pelumas mesin di perhatikan dan penampungan air pendingin mesin di cek apakah air pendingin layak digunakan (dalam keadan bersih).
- 2.** Debit air pendingin diperhatikan dan temperatur air yang digunakan sebagai media pendingin.
- 3.** Sebelum pengambilan data melalui engine soft, ada baiknya mengatur engine soft dengan mengimput data yang di minta melalui engine soft contohnya perbandingan rasio kompresi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2008. *Modul Praktikum Motor Bakar*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas-Teknik Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Anonim, 2014. *Manual Book : Reserch Engine Test Set UPI Cylinder, 4 Stroke, Multi-Fuel, VCR with Open ECU*. Jurusan Teknik Mesin FakultasTeknik Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Arismunandar W., 1988. *Penggerak Mula, Motor Bakar Torak*. Penerbit ITB Bandung.
- Heywood, J.B., 1989. *Internal Combustion Engines Fundamentals*. Mc. Graw Hill Book Company, New York.
- Ilham Muamar, 2016. *Pengaruh Bahan Bakar Pertalite dan Premium Terhadap Performa Mesin Motor Yamaha Jupiter Z-CW Tahun 2010*. Jurnal Ilmia Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Pontianak.
- Kristanto Philip, 2015. *Motor Bakar Torak*. Andi Yogyakarta 55281. Jk.Beo 38-40.
- Pertamina, P. (n.d.). Pertamina. Retrieved 26 9, 2019, from Fuel Retail: <https://www.pertamina.com/id/fuel-retail>
- Putra Nurliansyah, Bugis Husin, Ranto, 2013. *Pengaruh Jenis Bahan Bakar Bensin dan Variasi Rasio Kompresi pada Sepeda Motor Suzuki Shogun FL 125 SP Tahun 2007*. Jurnal Prodi. Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik Kejuruan, FKIP, UNS Kampus UNS Pabelan JL. Ahmad Yani 200, Surakarta.
- Prabowo Setyo Irwan, 2015. *Perbedaan Unjuk Kerja Motor 4 Langkah dengan Variasi Perbandingan Kompresi yang Menggunakan Bahan Bakar Premium dan Pertamax*. [skripsi]. Semarang: Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

- Simanungkalit Robertus, Sitorus B. Tulus, 2013. *Performansi Mesin Sepeda Motor Satu Silinder Berbahan Bakar Premium Dan Pertamina Plus Dengan Modifikasi Rasio Kompresi*. Jurnal *e-Dinamis*, Volume 5.
- Mulyono Sugeng, Gunawan, Maryanti Budha, 2013. *Pengaruh Penggunaan dan Perhitungan Efisiensi Bahan Bakar Premium dan Pertamina Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar Bensin*. Jurnal *Teknologi Terpadu* No. 1 Vol. 2.
- Wiratmaja Gede I, 2010. *Analisa Unjuk Kerja Motor Bensin Akibat Pemakaian Biogasoline*. Jurnal *Ilmiah Teknik Mesin* Vol. 4.

**LAMPIRAN**

**Tabel Hasil Pengamatan dan Tabel Hasil Perhitungan**

**Tabel 1.1 Data Hasil Pengujian Premium, Peralite Dan Pertamina Untuk Perbandingan kompresi 6 : 1  
Dengan Bukaannya Katup 40 %**

No	Bahan Bakar	Kondisi Ruangan			Dinamometer		Perbandingan Campuran		Pendinginan Mesin			Tgb
		Tekanan mmHg	Tdb °C	Twb °C	Putaran rpm	Torsi Nm	Waktu/30 cc s	Manometer mm/H2O	Apm l/m	Tin °C	Tout °C	°C
1	Premium	755	32	29	1200	15	36	22	3	40	62	226
2		755	32	29	1300	15	34	22	3	40	63	232
3		755	32	29	1400	15	36	22	3	40	64	243
4		755	32	29	1500	15	32	22	3	39	66	254
5		755	32	29	1600	14	32	23	3	39	67	265
6		755	32	29	1700	13	34	24	3	39	67	271
7		755	32	29	1800	13	32	25	3	38	68	274
1	Peralite	755	33	30	1200	20	22	21	3	44	78	467
2		755	33	30	1300	19	25	22	3	44	77	470
3		755	33	30	1400	18	25	22	3	44	76	469
4		755	33	30	1500	15	22	22	3	44	77	477
5		755	33	30	1600	14	22	22	3	43	76	484
6		755	33	30	1700	11	23	23	3	43	74	484
7		755	33	30	1800	10	24	24	3	43	75	483
1	Pertamax	755	32	29	1200	19	29	22	3	38	66	431
2		755	32	29	1300	17	31	22	3	38	66	438
3		755	32	29	1400	16	31	22	3	38	67	445
4		755	32	29	1500	15	29	22	3	38	67	449
5		755	32	29	1600	14	28	23	3	38	68	461
6		755	32	29	1700	12	26	24	3	38	68	481
7		755	32	29	1800	8	25	25	3	38	66	475

**Tabel 1.2 Data Hasil Pengujian Premium, Peralite Dan Pertamina Untuk Perbandingan kompresi 8 : 1**

**Dengan Bukaannya Katup 40 %**

No	Bahan Bakar	Kondisi Ruang			Dinamometer		Perbandingan Campuran		Pendinginan Mesin			Tgb
		Tekanan mmHg	Tdb °C	Twb °C	Putaran rpm	Torsi Nm	Waktu/30 cc s	Manometer mm/H <sub>2</sub> O	qpm l/m	Tin °C	Tout °C	
1	Premium	755	32	29	1200	22	29	24	3	37	64	383
2		755	32	29	1300	20	37	25	3	36	62	388
3		755	32	29	1400	19	36	25	3	36	62	382
4		755	32	29	1500	18	26	26	3	35	64	431
5		755	32	29	1600	15	25	28	3	34	62	429
6		755	32	29	1700	15	26	29	3	34	62	432
7		755	32	29	1800	14	27	31	3	34	60	407
1	Peralite	755	33	30	1200	22	26	23	3	44	74	435
2		755	33	30	1300	21	24	23	3	43	73	438
3		755	33	30	1400	20	25	23	3	43	73	436
4		755	33	30	1500	18	22	24	3	42	71	437
5		755	33	30	1600	17	23	26	3	42	69	441
6		755	33	30	1700	14	24	27	3	41	67	442
7		755	33	30	1800	13	22	29	3	41	67	444
1	Pertamax	755	30	28	1200	22	35	23	3	39	66	391
2		755	30	28	1300	20	33	24	3	39	68	399
3		755	30	28	1400	19	29	24	3	39	69	413
4		755	30	28	1500	18	30	24	3	40	70	427
5		755	30	28	1600	17	29	25	3	39	70	437
6		755	30	28	1700	16	27	27	3	39	69	450
7		755	30	28	1800	15	25	29	3	39	66	436



**Tabel 1.3 Data Hasil Pengujian Premium, Peralite Dan Pertamina Untuk Perbandingan kompresi 10 : 1**

**Dengan Bukaannya Katup 40 %**

No	Bahan Bakar	Kondisi Ruangan			Dinamometer		Perbandingan Campuran		Pendinginan Mesin			Tgb °C
		Tekanan mmHg	Tdb °C	Twb °C	Putaran rpm	Torsi Nm	Waktu/30 cc s	Manometer mm/H <sub>2</sub> O	qpm l/m	Tin °C	Tout °C	
1	Premium	755	32	29	1200	22	26	23	3	41	70	388
2		755	32	29	1300	21	26	23	3	41	70	391
3		755	32	29	1400	19	31	24	3	41	68	383
4		755	32	29	1500	18	24	26	3	41	66	399
5		755	32	29	1600	16	24	27	3	41	66	401
6		755	32	29	1700	13	22	29	3	40	63	400
7		755	32	29	1800	12	24	31	3	40	64	396
1	Peralite	755	32	29	1200	21	26	23	3	43	71	398
2		755	32	29	1300	21	27	24	3	43	72	402
3		755	32	29	1400	19	28	24	3	42	72	407
4		755	32	29	1500	18	28	25	3	42	72	417
5		755	32	29	1600	18	27	26	3	42	71	428
6		755	32	29	1700	16	24	28	3	42	69	424
7		755	32	29	1800	14	23	30	3	42	67	412
1	Pertamax	755	30	28	1200	21	29	23	3	37	67	382
2		755	30	28	1300	20	28	24	3	37	67	387
3		755	30	28	1400	19	29	24	3	37	67	384
4		755	30	28	1500	18	28	25	3	37	66	380
5		755	30	28	1600	18	28	25	3	36	69	418
6		755	30	28	1700	17	27	27	3	36	69	423
7		755	30	28	1800	17	28	29	3	36	67	415

**Tabel 2.1 Data Hasil Perhitungan Premium, Peralite Dan Pertamina Untuk Perbandingan Kompresi 6 : 1**

**Dengan Bukaannya Katup 40 %**

No.	Bahan Bakar	Daya Efektif	Konsumsi Bahan Bakar	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik	Konsumsi Udara	Perbandingan Udara dan Bahan Bakar	Efisiensi Volumetris	Efisiensi Thermis
	BB	BHP kW	FC kg/h	SFC kg/h	Ma kg/h	AFR	$\eta_{vol}$ (%)	$\eta_{th}$ (%)
1	Premium	2,02	1,06	0,792	15,16	9,49	50,58	10,36
2		2,17	1,51	0,696	15,34	10,16	48,53	11,77
3		2,27	1,60	0,705	15,37	9,62	46,82	11,63
4		2,39	1,42	0,594	15,35	10,80	42,64	13,74
5		2,37	1,42	0,599	15,50	10,91	40,93	13,62
6		2,39	1,51	0,632	15,91	10,54	39,64	12,93
7		2,44	1,42	0,582	16,17	11,38	38,33	14,04
1	Peralite	2,58	0,98	0,380	15,05	15,41	51,69	23,24
2		2,62	1,11	0,424	15,26	13,75	49,68	20,73
3		2,60	1,11	0,427	15,32	13,80	46,54	20,58
4		2,41	0,98	0,407	15,13	15,49	43,01	21,66
5		2,34	0,98	0,419	15,20	15,56	40,56	21,05
6		2,01	1,02	0,507	15,53	15,21	38,95	17,3
7		1,85	1,07	0,578	15,82	14,85	37,57	15,27
1	Pertamax	2,43	1,29	0,531	15,26	11,85	52,4	15,5
2		2,40	1,38	0,575	15,32	11,13	49,83	14,3
3		2,38	1,38	0,580	15,25	11,08	46,47	14,18
4		2,41	1,29	0,535	15,31	11,89	43,02	15,34
5		2,36	1,24	0,525	15,45	12,43	40,91	15,58
6		2,23	1,15	0,516	15,83	13,71	38,97	15,89
7		1,47	1,11	0,755	16,21	14,61	38,54	10,87

**Tabel 2.2 Data Hasil Perhitungan Premium, Peralite Dan Pertamina Untuk Perbandingan Kompresi 8 : 1**

**Dengan Bukaannya Katup 40 %**

No.	Bahan Bakar	Daya Efektif	Konsumsi Bahan Bakar	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik	Konsumsi Udara	Perbandingan Udara dan Bahan Bakar	Efisiensi Volumetris	Efisiensi Thermis
	BB	BHP kW	FC kg/h	SFC kg/h	Ma kg/h	AFR	$\eta_{vol}$ (%)	$\eta_{th}$ (%)
1	Premium	2,85	1,29	0,453	15,89	12,34	54,91	18,13
2		2,85	1,64	0,575	16,24	9,89	49,98	14,21
3		2,86	1,60	0,559	16,32	10,21	49,56	14,66
4		2,97	1,15	0,387	16,66	14,43	45,18	21,03
5		2,56	1,11	0,434	17,13	15,43	45,2	18,87
6		2,76	1,15	0,417	17,6	15,25	43,13	19,56
7		2,62	1,20	0,458	18,14	15,13	42,64	17,89
1	Peralite	2,85	1,15	0,404	15,57	13,48	52,95	21,7
2		2,89	1,07	0,370	15,68	14,71	50,79	23,82
3		2,93	1,11	0,379	15,77	14,21	47,86	23,18
4		2,87	0,98	0,341	16,01	16,39	45,19	25,86
5		2,85	1,02	0,358	16,47	16,13	43,96	24,58
6		2,6	1,07	0,412	17,04	15,99	42,72	21,44
7		2,54	0,98	0,386	17,55	17,97	41,65	22,87
1	Pertamax	2,79	1,55	0,556	15,62	10,05	54,4	14,74
2		2,78	1,47	0,529	15,84	10,81	51,51	15,6
3		2,77	1,29	0,466	15,93	12,37	48,53	17,67
4		2,81	1,33	0,473	16,01	12,02	45,6	17,29
5		2,86	1,29	0,451	16,35	12,7	43,63	18,21
6		2,97	1,20	0,404	16,88	14,08	42,14	20,34
7		2,82	1,11	0,394	17,54	15,8	41,46	20,88

**Tabel 2.3 Data Hasil Perhitungan Premium, Peralite Dan Pertamina Untuk Perbandingan Kompresi 10 : 1**

**Dengan Bukaannya Katup 40 %**

No.	Bahan Bakar	Daya Efektif	Konsumsi Bahan Bakar	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik	Konsumsi Udara	Perbandingan Udara dan Bahan Bakar	Efisiensi Volumetris	Efisiensi Thermis
	BB	BHP kW	FC kg/h	SFC kg/h	Ma kg/h	AFR	$\eta_{vol}$ (%)	$\eta_{th}$ (%)
1	Premium	2,81	1,15	0,409	15,46	13,39	53,73	19,93
2		2,86	1,15	0,402	15,64	13,55	51,03	20,29
3		2,84	1,38	0,486	15,80	11,48	47,97	16,86
4		2,84	1,07	0,377	16,56	15,54	45,99	21,81
5		2,76	1,07	0,388	17,00	15,95	45,07	21,18
6		2,37	0,98	0,414	17,63	18,05	44,21	19,85
7		2,21	1,07	0,484	18,10	16,99	42,75	16,95
1	Peralite	2,78	1,15	0,414	15,61	13,52	53,32	21,21
2		2,82	1,20	0,426	15,85	13,22	52,01	20,68
3		2,87	1,24	0,432	16,05	12,91	48,63	20,31
4		2,93	1,24	0,423	16,14	12,98	45,85	20,70
5		3,03	1,20	0,396	16,58	13,83	44,09	22,08
6		2,97	1,07	0,360	17,23	16,17	43,00	24,48
7		2,71	1,02	0,376	17,93	17,55	42,52	23,34
1	Pertamax	2,78	1,29	0,464	15,71	12,20	53,81	17,71
2		2,83	1,24	0,438	15,89	12,78	51,44	18,70
3		2,83	1,29	0,456	16,03	12,45	48,56	18,06
4		2,87	1,24	0,432	16,20	13,03	46,02	18,94
5		3,04	1,24	0,408	16,38	13,18	43,49	20,05
6		3,11	1,20	0,386	16,86	14,06	42,32	21,30
7		3,21	1,24	0,409	17,14	13,82	42,61	22,08