

# ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN BAKAR PREMIUM DAN PERTAMAX TERHADAP PRESTASI MESIN

Amrullah, Sungkono, Eko Prastianto  
Jurusan Teknik Mesin Universitas Muslim Indonesia  
Jl.Urip Sumoharjo KM 05 Kampus II UMI Tlp (0411) 443685/455422  
E.mail : amrullah.amrullah@umi.ac.id

## Abstrak

*Penggunaan bahan bakar sangat berpengaruh terhadap prestasi mesin, bahan bakar premium dan pertamax memiliki karakteristik yang berbeda dan perlu dilakukan penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan bakar premium dan pertamax terhadap prestasi mesin dan emisi gas buang.*

*Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pengujian Mesin-Mesin Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia, dan di mulai bulan Agustus 2016 sampai bulan Oktober 2016. penelitian ini menggunakan mesin bensin Merk Enduro XL Type TQ TD110-115. Dengan daya mesin 5.0 HP pada putaran maksimum 3750 Rpm. Pada penelitian ini putaran yang di berikan sebesar 1200 Rpm – 2400 Rpm.*

*Hasil penelitian yang di hasilkan yaitu semakin besar pembebanan yang di berikan maka prestasi mesin yang di hasilkan semakin meningkat. Dimana, pemakaian bahan bakar ( $F_c$ ) pada bahan bakar premium sebesar 0.292 kg/jam - 0.536 kg/jam dan bahan bakar pertamax sebesar 0.2306 kg/jam - 0.4647 kg/jam, sedangkan efisiensi thermal ( $\eta_{th}$ ) pada bahan bakar premium sebesar 16.006 % - 44.690 % dan bahan bakar pertamax sebesar 19.288, 31.035, 42.202, 49.598 % serta emisi gas buang yang dihasilkan pertamax lebih besar di bandingkan dengan bahan bakar premium, dimana nilai carbon monoksida (CO) pada bahan bakar premium sebesar 8 ppm, 8 ppm, 9 ppm, 10 ppm - 11 ppm, dan bahan bakar pertamax sebesar 10 ppm, 10 ppm, 10 ppm, 10 ppm - 11 ppm.*

**Kata Kunci:** Prestasi, mesin bensin, premium dan pertamax, emisi gas buang

## A. PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Mesin mobil maupun motor memerlukan jenis bensin yang sesuai dengan desain mesin itu sendiri agar dapat bekerja dengan baik dan menghasilkan kinerja yang optimal. Jenis bensin tersebut biasanya diwakili dengan angka / nilai oktan (RON), misalnya Premium ber-oktan 88, Pertamina ber-oktan 92.. Semakin tinggi angka oktan, maka harga per liternya pun umumnya lebih tinggi (mahal). Namun belum tentu bahwa jika mengisi bensin ber-oktan tinggi pada

mesin mobil atau motor kita, kemudian akan menghasilkan tenaga yang lebih tinggi pula. Perlu diketahui, bahwa setiap jenis mesin mobil ataupun sepeda motor memiliki spesifikasi mesin yang berbeda-beda. Faktor ekonomi lebih mendesak daripada dampak rusak ke depan pada mesin kendaraannya atau memang kurangnya informasi mengenai pemilihan BBM ini. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai perbandingan antara bahan bakar premium

dan pertamax terhadap prestasi mesin dengan menggunakan media uji berupa motor bensin Merk Enduro XL Type TQ TD110 – TD 115.

## 2. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh penggunaan Bahan bakar premium dan pertamax terhadap prestasi motor bensin.
2. Mengetahui sejauh mana pengaruh bahan bakar premium dan pertamax terhadap emisi gas buang.

## 3. Batasan Masalah

1. Motor bensin yang digunakan adalah motor bensin Merk Enduro XL Type TQ TD110 115.
- Bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar premium dan pertamax.

## 4. Manfaat Penelitian

1. Kalangan mahasiswa sebagai alat uji praktikum dibidang konversi energi dan motor bakar.
2. Kalangan peneliti sebagai referensi bagi peneliti selanjutnya.

## B. TINJAUAN PUSTAKA

Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin penggerak yang banyak dipakai dengan memanfaatkan energi kalor dari proses pembakaran menjadi energi mekanik.

Adapun mesin kalor dengan cara memperoleh energi pada proses pembakaran di luar disebut mesin pembakaran luar.

Sebagai contoh mesin uap, dimana energi kalor diperoleh dari pembakaran luar, kemudian dipindahkan ke fluida kerja melalui dinding.

Keuntungan dari mesin pembakaran dalam dibandingkan dengan mesin pembakaran luar adalah konstruksinya lebih sederhana, tidak memerlukan fluida kerja yang banyak dan efisiensi totalnya lebih tinggi.

Motor bakar merupakan salah satu jenis motor pembakaran dalam, yang sering disebut dengan *Internal Combustion Engine* ( ICE ) yaitu dimana bahan bakar dan udara dicampurkan dan dihisap

keruang bakar kemudian mengalami proses pembakaran akibat percikan bunga api dari busi, dimana panas yang dihasilkan dari pembakaran tersebutlah yang menjadi sumber tenaga mekanik untuk menggerakkan kendaraan tersebut..

## 1. Prinsip Kerja Motor Bensin 4 Langkah

### a. Langkah hisap

Pada langkah ini bahan bakar yang telah bercampur dengan udara diisap melalui katup isap dan katup buang tertutup dan posisi piston bergerak dari TMA menuju TMB, sehingga tekanan dalam silinder mesin lebih rendah dari tekanan atmosfer. dengan demikian maka campuran udara dan bahan bakar akan terisap ke dalam silinder.

### b. Langkah Kompresi

Langkah ini kedua katup isap dan buang tertutup dan piston bergerak dari TMB ke TMA. Sehingga tekanan dan suhunya akan meningkat, sehingga sebelum piston mencapai TMA terjadi proses penyalaan campuran udara dan bahan bakar yang telah terkompresi oleh busi.

### c. Langkah Usaha

Langkah ini terjadi perubahan energi kimia menjadi energi gerak dan panas menimbulkan langkah usaha yang menyebabkan piston bergerak dari TMA ke TMB. Pada saat langkah ini kedua katup dalam kondisi tertutup.

### d. Langkah Buang

Langkah ini piston bergerak dari TMB ke TMA, sedangkan katup buang terbuka dan katup isap tertutup, sehingga gas sisa pembakaran akan terdorong keluar melalui saluran buang menuju udara luar.

## Proses Pembakaran

Pembakaran adalah reaksi kimia antara bahan bakar dengan oksigen diiringi kenaikan panas dan nyala. Pada pembakaran dalam silinder motor, pembentukan panas itulah yang dibutuhkan. Hasil reaksi kimia dibuang sebagai asap, dan tenaga panas itu selanjutnya akan

diubah menjadi tenaga mekanis (Agus, 2010 : 24).

Oleh karenanya, agar diperoleh output maksimum pada engine dengan tekanan pembakaran mencapai titik tertinggi (sekitar  $10^\circ$  setelah TMA), periode perlambatan api harus diperhitungkan pada saat menentukan saat pengapian untuk memperoleh output mesin yang semaksimal mungkin. Akan tetapi karena diperlukan waktu untuk perambatan api, maka campuran udara dan bahan bakar harus dibakar sebelum TMA. Saat terjadinya pembakaran ini disebut dengan saat pengapian. Loncatan bunga api terjadi sesaat piston mencapai titik mati atas (TMA) sewaktu langkah kompresi. Saat loncatan api biasanya dinyatakan dalam derajat sudut engkol sebelum piston mencapai TMA (Syahril, dkk, 2013 : 60-61).

Jika proses sudutpenyalan dimundurkan mendekati TMA, maka tekanan hasil pembakaran maksimum lebih rendah, bila dibandingkan tekanan hasil n, dan bahkan merusak mesin.

## 1. Bahan Bakar

### a. Bahan bakar Bensin

Bensin adalah satu jenis bahan bakar minyak yang digunakan untuk bahan bakar mesin kendaraan bermotor yang pada umumnya adalah jenis sepeda motor dan mobil.

Bahan bakar bensin yang dipakai untuk Premium asal mulanya adalah naphtha (salah satu Produk destilasi minyak bumi) + TEL (sejenis aditif penaik oktan) agar didapat RON 88. Namun isu lingkungan sejak era tahun 2006, mengharuskan TEL (aditif penaik oktan yang mengandung lead alias timbal hitam

yang tidak sehat) di hentikan penggunaannya. Oleh karena itu TEL diganti HOMC (*High Mogas Component*) untuk menaikkan Oktane ke 88. HOMC merupakan produk naphtha (komponen minyak bumi) yang memiliki struktur kimia

bercabang dan ring (lingkar) berangka oktan tinggi (daya bakar lebih sempurna dan instant cepat), nilai oktan diatas 92, bahkan ada yang 95, sampai 98 lebih. Kebanyakan merupakan hasil olah Naphtha jadi ber-angka oktane tinggi atau hasil perengkahan minyak berat menjadi HOMC.

Saat ini tengah dibangun RFCC di salah satu kilang di Nusantara, Jawa Tengah. Bedanya, dengan TEL volume premium tetap karena TEL bagaikan aditif yang secara volume tidak menambah volume Naphtha saat jadi premium ON 88. Premium + TEL volume sama alias tetap. Namun, Naphtha + HOMC akan menghasilkan volume yang proporsional. Vomul premium akan bertambah sebesar volume HOMC yang menaikkan oktan number naphtha tersebut mencapai ON 88. Penambahan HOMC adalah untuk meng-upgrad Naphtha lokal (produk ex destilasi minyak mentah Kilang Nusantara agar laku terjual) jadi BBM akrab lingkungan dan memenuhi kebutuhan pemerintah.

Naphtha bisa diupgrade jadi Pertamina 92 – 95 bila dibangun kilang plat-format seperti Kilang Blue Sky Project Balongan yang telah beroperasi, atau sejenis itu di seluruh refinery nusantara.

Dengan kata lain, bensin terbuat dari molekul yang hanya terdiri dari hidrogen dan karbon yang terikat antara satu dengan yang lainnya sehingga membentuk rantai. Jika bensin dibakar pada kondisi ideal dengan oksigen berlimpah, maka akan dihasilkan CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, dan energi panas. Setiap kg bensin mengandung 42.4 MJ. Bensin dibuat dari minyak mentah, cairan berwarna hitam yang dipompa dari perut bumi dan biasa disebut dengan petroleum.

Cairan ini mengandung hidrokarbon; atom-atom karbon dalam minyak mentah ini berhubungan satu dengan yang lainnya dengan cara membentuk rantai yang panjangnya yang berbeda-beda.

## 2. Pertamina

Pertamax (RON 92), Pertamina ditujukan untuk kendaraan yang mensyaratkan penggunaan bahan bakar beroktan tinggi tanpa timbal (*unleaded*). Pertamina juga direkomendasikan untuk kendaraan yang diproduksi di atas tahun 1990, terutama yang telah menggunakan teknologi setara dengan *electronic fuel injection* dan *catalytic converters*. Pertamina, seperti halnya Premium, adalah produk BBM dari pengolahan minyak bumi.

Pertamax dihasilkan dengan penambahan zat aditif dalam proses pengolahannya di kilang minyak. Pertamina pertama kali diluncurkan pada tahun 1999 sebagai pengganti Premix 98 karena unsur MTBE yang berbahaya bagi lingkungan. Selain itu, Pertamina memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan Premium. Pertamina Plus (RON 95), jenis BBM ini mempunyai nilai oktan tinggi (95). Pertamina dan Pertamina Plus dipasarkan sejak 10 Desember 2002. Pertamina Plus ditujukan untuk kendaraan berteknologi mutakhir yang mensyaratkan penggunaan bahan bakar beroktan tinggi dan ramah lingkungan. Pertamina Plus sangat direkomendasikan untuk kendaraan yang memiliki kompresi ratio lebih besar dari 10,5 dan menggunakan teknologi *electronic fuel injection* (EFI), *variable valve timing* (VVT-I pada Toyota, VVT pada Suzuki, VTEC pada Honda dan VANOS/Valvetronic pada BMW), *turbochargers*, serta *catalic converters*. (Mahdiansah, 2010).

Hasilnya, tenaga mesin yang menggunakan Pertamina lebih maksimal, karena BBM digunakan secara optimal. Sedangkan pada mesin yang menggunakan Premium, BBM terbakar dan meledak, tidak sesuai dengan gerakan piston. Gejala inilah yang dikenal dengan 'knocking'.

### Parameter Prestasi Kinerja Mesin Bensin

Dalam penelitian prestasi atau kerja suatu mesin ada beberapa indikator yang harus

dihitung untuk mengetahui prestasi atau kerja mesin itu sendiri. Hal ini maka kita dapat mengetahui prestasi atau kerja mesin. Indikator yang dimaksud adalah sebagai berikut:

#### 1. Daya Poros Efektif ( $N_e$ )

$$N_e = \tau \cdot \omega \dots \dots \dots (\text{kW})$$

dengan :

$N_e$  = daya poros efektif (kW)

$\tau$  = torsi motor (Nm) =  $m \cdot g \cdot L$

$m$  = massa beban (kg)

$g$  = percepatan gravitasi ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )

$L$  = panjang lengan (m)

$\omega$  = kecepatan sudut (rad/s)

$$= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}$$

$n$  = putaran mesin (Rpm)

$\pi$  = 3,14

#### 2. Tekanan Efektif Rata-Rata ( $P_u$ )

$$P_u = \frac{60 \cdot N_e}{V_L \cdot z \cdot n \cdot a} \dots \dots \dots (\text{Pa})$$

$P_u$  = tekanan efektif rata-rata (Pa)

$N_e$  = daya poros efektif (kW)

$V_L$  = volume langkah piston ( $\text{m}^3$ )

$Z$  = jumlah silinder

$n$  = putaran mesin (Rpm)

$a$  = Jumlah siklus (2)

#### 3. Pemakaian Bahan Bakar ( $F_c$ )

$$F_c = \frac{3600 \cdot \rho_{bb} \cdot V_{bb}}{t} \dots \dots \dots (\text{kg/jam})$$

$F_c$  = pemakaian bahan bakar (kg/jam)

$\rho_{bb}$  = massa jenis bahan bakar ( $\text{kg/m}^3$ )

$V_{bb}$  = Volume bahan bakar ( $\text{m}^3$ )

$t$  = waktu pemakaian bahan bakar (s)

#### 4. Pemakaian Bahan Bakar Spesifik ( $SF_c$ )

$$SF_c = \frac{F_c}{N_e} \dots \dots \dots (\text{kg/kW. Jam})$$

$SF_c$  = Pemakaian bahan bakar spesifik (kg/kW. Jam)

$F_c$  = Pemakaian bahan bakar (kg/jam)

$N_e$  = Daya poros efektif (kW)

#### 5. Debit Aliran Udara ( $Q_u$ )

$$Q_u = \frac{\pi}{4} \cdot d_o \cdot c_d \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \rho_{oil} \cdot h_o \cdot R_u \cdot T_u}{P_a}} \dots \dots \dots (\text{m}^3/\text{s})$$

$Q_u$  = debit aliran udara ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$\pi = 3,14$ ,  $d_o$  = diameter orifice (0,01m)

$c_d$  = koefisien discharge (0,60-0,65) yang dipilih (0,61)

$g$  = percepatan gravitasi ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )  
 $\rho_{oil}$  = massa jenis cairan manometer ( $1100 \text{ kg/m}^3$ )

$$\begin{aligned} R_u &= \text{konstanta gas ideal (287 J/kg K)} \\ &= \frac{\Delta h \sin 30}{1000} = \frac{(h_2 - h_1) \sin 30}{1000} \\ &= \frac{(h_2 - h_1) \cdot 0,5}{1000} = mH_2O \end{aligned}$$

### 6. Massa Jenis Udara ( $\rho_u$ )

$$\rho_u = \frac{P_u}{R_u \cdot T_u} \dots\dots\dots (\text{kg/m}^3)$$

$\rho_u$  = massa jenis udara ( $\text{kg/m}^3$ )  
 $P_u$  = tekanan udara ruang (Pa)  
 $R_u$  = konstanta gas ideal ( $287 \text{ J/kg K}$ )  
 $T_u$  = temperatur udara ruang (K)

### 7. Laju Aliran Udara Aktual ( $\dot{m}_{aktual}$ )

$$\begin{aligned} \dot{m}_{aktual} &= \rho_u \cdot Q_u \cdot 3600 \dots\dots\dots (\text{kg/jam}) \\ \dot{m}_{aktual} &= \text{laju aliran udara aktual (kg/jam)} \\ \rho_u &= \text{massa jenis udara (kg/m}^3) \\ Q_u &= \text{debit aliran udara (m}^3/\text{s)} \end{aligned}$$

### 8. Laju Aliran Udara Teoritis ( $\dot{m}_{ideal}$ )

$$\begin{aligned} \dot{m}_{ideal} &= \frac{n}{2} \cdot 60 \cdot \rho_u \cdot V_L \dots\dots\dots (\text{kg/jam}) \\ \dot{m}_{ideal} &= \text{Laju aliran udara teoritis (kg/jam)} \\ n &= \text{putaran mesin (rpm)} \\ \rho_u &= \text{massa jenis udara (kg/m}^3) \\ V_L &= \text{volume langkah (1,54 x 10}^{-4} \text{ m}^3) \end{aligned}$$

### 9. Perbandingan Udara Dan Bahan Bakar (AFR)

$$AFR = \frac{\dot{m}_{aktual}}{F_c} \dots\dots (\text{kg}_{udara}/\text{kg}_{bb})$$

$AFR$  = Perbandingan udara dan bahan bakar ( $\text{kg}_{udara}/\text{kg}_{bb}$ )

$\dot{m}_{aktual}$  = laju aliran udara aktual (kg/jam)

$F_c$  = pemakaian bahan bakar (kg/jam)

### 10. Efisiensi Volumetrik ( $\eta_{vol}$ )

$$\eta_{vol} = \frac{\dot{m}_{aktual}}{\dot{m}_{ideal}} \times 100 \%$$

$\eta_{vol}$  = efisiensi volumetrik (%)

$\dot{m}_{aktual}$  = laju aliran udara aktual (kg/jam)

$\dot{m}_{ideal}$  = Laju aliran udara teoritis (kg/jam)

### 11. Efisiensi Thermal ( $\eta_{th}$ )

$$\eta_{th} = \frac{3600 \cdot N_e}{F_c \cdot LHV} \times 100 \%$$

$\eta_{th}$  = Efisiensi thermal (%)

$P_e$  = daya poros efektif (kW)

$F_c$  = pemakaian bahan bakar (kg/jam)

$T_u$  = temperatur udara ruang (K)

$P_u$  = tekanan udara ruang (Pa)

$h_o$  = beda tinggi cairan manometer

$LHV$  = Nilai kalor bahan bakar  
 ( $41000 \text{ kJ/kgK}$ )

## C. METODOLOGI PENELITIAN

### 1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian telah dilakukan di Laboratorium Pengujian Mesin-Mesin Jurusan Mesin Fakultas

Teknik Universitas Muslim Indonesia dan dimulai bulan Agustus 2016 sampai bulan Oktober 2016.

### 2. Alat Penelitian

1. Stopwatch., 2. Barometer.
3. Termometer., 4. Tachometer.
5. Multimeter., 6. Manometer.
7. Fuel gauge, 8. Beban.

### 3. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian prestasi mesin motor bensin merk Enduro XL type TQTD110 adalah sebagai berikut:

1. Hidupkan mesin, 2. Mengatur putaran mesin.
  3. Mengatur pembebanan, mengukur waktu pemakaian bahan bakar.
  4. Mengukur kebutuhan udara pada manometer.
- Untuk putaran konstan beban yang berubah-ubah.

1. Untuk beban konstan putaran yang divariasikan.
2. Mengukur temperatur udara.
3. Mengukur tekanan udara.
4. Mengulangi prosedur 2 sampai 7.
5. Matikan mesin.

## D. ANALISA DATA HASIL PENELITIAN

### d1. Analisa Data Perhitungan Bahan Bakar Premium

Analisa data penelitian yang diperoleh pada pengujian motor bakar bensin ENDURO XL TD 110-115 diperoleh data sebagai berikut:

**d1.1. Data Data Motor Bensin**

Daya maksimum (P) = 5.0 HP

Perbandingan Siklus (a) = 0,5

**d1.2. Data Penelitian Mesin Bensin**

Putaran mesin (n) = 2200 rpm

Jumlah silinder (z) = 1 buah

Jumlah siklus (a) = 0,5

Putaran mesin (n) = 2200 rpm

Jumlah silinder (z) = 1 buah

**d1.3. Daya Poros Efektif (Ne)**

$N_e = T \cdot \omega$ ,  $N_e$  = daya poros efektif (kW),  $T$   
= Torsi =  $m \cdot g \cdot l = 1.9,81.0,245 = 2,403 \text{ Nm}$

$$\omega = \text{Kecepatan sudut} = \frac{2\pi n}{60}$$

$$= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 2200}{60} = 230,267 \text{ rad/s}$$

$N_e = 2,403 \cdot 230,267 = 553,33 \text{ watt}$

**d1.4. Tekanan Efektif Udara Rata-Rata (Pu)**

$$P_u = \frac{60 \cdot N_e}{V_L \cdot z \cdot n \cdot a}$$

$P_u$  = tekanan efektif rata-rata (Pa)

$N_e$  = daya poros efektif = 0,553 kW

$V_L$  = volume langkah piston  
=  $1,94 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

$z$  = jumlah silinder, = 1 buah

$n$  = putaran mesin = 2200 rpm

$a$  = Jumlah siklus = 0,5, maka:

$$P_e = \frac{60 \cdot 0,553}{1,94 \cdot 10^{-4} \cdot 1 \cdot 2200 \cdot 0,5}$$

$$= 155,60 \text{ kPa}$$

**d1.5. Pemakaian Bahan Bakar (Fc)**

$$F_c = \frac{3600 \cdot \rho_{bb} \cdot V_{bb}}{t}$$

$F_c$  = pemakaian bahan bakar (kg/jam)

$\rho_{bb}$  = massa jenis bahan bak  
=  $683 \text{ kg/m}^3$

$V_{bb}$  = Volume bahan bak  
=  $0,000008 \text{ m}^3$

$t$  = waktu pemakaian bahan bakar  
= 67,33

$$F_c = \frac{3600 \cdot 683 \cdot 0,000008}{67,33}$$

$$= 0,2921 \text{ kg/jam}$$

**d1.6. Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (SFc)**

$$SF_c = \frac{F_c}{N_e}, \text{ dengan :}$$

$SF_c$  = Pemakaian bahan bakar  
spesifik (kg/kW. Jam)

$F_c$  = Pemakaian bahan bak = 0,2921  
kg/ja

$N_e$  = Daya poros efektif = 0,553 k

$$SF_c = \frac{0,2921}{0,553} = 0,5279 \text{ kg/kW.jam}$$

**d1.7. Debit Aliran Udara (Qu)**

$$Q_u = \frac{\pi}{4} \cdot d_o^2 \cdot$$

$$c_d \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \rho_{oil} \cdot h_o \cdot R_u \cdot T_u}{P_u}}$$

Dengan :

$Q_u$  = debit aliran udara ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$\pi$  = 3,14

$d_o$  = diameter orifice = 0,012 m

$$A_o = \frac{3,14}{4} \cdot 0,012^2 = 1,130 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$c_d$  = koefisien discharge = 0,65

$g$  = percepatan gravitasi =  $9,81 \text{ m/s}^2$

$\rho_{oil}$  = massa jenis cairan manometer  
=  $1100 \text{ kg/m}^3$

$R_u$  = konstanta udar =  $287 \text{ J/kg K}$

$T_u$  = temperatur udara ruang  
=  $27^\circ\text{C} + 27 = 300 \text{ K}$

$P_u$  = tekanan udara ruang  
=  $98658,55 \text{ Pa}$

$h_o$  = beda tinggi cairan manometer

$$= \frac{\Delta h \sin 30}{1000} = \frac{2 \cdot 0,5}{1000} = 0,01 \text{ m}$$

maka,  $Q_u = 1,130 \cdot 10^{-4}$ .

$$0,65 \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot 1100 \cdot 0,01 \cdot 287 \cdot 300}{98658,55}}$$

$$= 0,000105 \text{ m}^3/\text{s}$$

**d1.8. Massa Jenis Udara (pu)**

$$\rho_u = \frac{P_u}{R_u \cdot T_u}, \quad \rho_u = \text{massa jenis}$$

udara ( $\text{kg/m}^3$ )

$P_u$  = tekanan udara =  $98658,55 \text{ Pa}$

$R_u$  = konstanta udara =  $287 \text{ J/kg K}$

$T_u$  = temperatur udara ruang =  $300 \text{ K}$

$$\rho_u = \frac{98658,55}{287 \cdot 300} = 1,146 \text{ kg/m}^3$$

**d1.9. Laju Aliran Udara Aktual ( $\dot{m}_{\text{aktual}}$ )**

$$\dot{m}_{\text{aktual}} = \rho_u \cdot Q_u \cdot 3600, \dots(\text{kg/jam})$$

$$\rho_u = \text{massa jenis udar} = 1,146\text{kg/m}^3$$

$$Q_u = \text{debit aliran udara}$$

$$= 0,000105\text{m}^3/\text{s}$$

$$\dot{m}_{\text{aktual}} = 1,146 \cdot 0,000105 \cdot 3600$$

$$= 4,362 \text{ kg/jam}$$

**d1.10. Laju Aliran Udara Teoritis ( $\dot{m}_{\text{ideal}}$ )**

$$\dot{m}_{\text{ideal}} = \frac{n}{2} \cdot 60 \cdot \rho_u \cdot V_L, \dots(\text{kg/jam})$$

$$n = \text{putaran mesin} = 2200 \text{ rpm}$$

$$\rho_u = \text{massa jenis udara} = 1,146\text{kg/m}^3$$

$$V_L = \text{volume langkah} = 1,94 \cdot 10^{-4}\text{m}^3$$

$$= \frac{2200}{2} \cdot 60 \cdot 1,146 \cdot 1,94 \cdot 10^{-4}$$

$$= 14,671 \text{ kg/jam}$$

**d1.11. Perbandingan Udara Dan Bahan Bakar (AFR)**

$$\text{AFR} = \frac{\dot{m}_{\text{aktual}}}{F_c} = \text{Perbandingan udara dan bahan bakar (kg}_{\text{udara}}/\text{kg}_{\text{bb}})$$

$$\dot{m}_{\text{aktual}} = \text{laju aliran udara aktual}$$

$$= 4,362 \text{ kg/ja}$$

$$F_c = \text{pemakaian bahan baka}$$

$$= 0,2921 \text{ kg/jam}$$

$$\text{AFR} = \frac{4,362}{0,2921} = 14,933 \text{ kg}_{\text{udara}}/\text{kg}_{\text{bb}}$$

**d2.12. Efisiensi Volumetrik ( $\eta_{\text{vol}}$ )**

$$\eta_{\text{vol}} = \frac{\dot{m}_{\text{aktual}}}{\dot{m}_{\text{ideal}}} \times 100 \% = \text{efisiensi volumetrik (\%)}$$

$$\dot{m}_{\text{aktual}} = \text{laju aliran udara actual}$$

$$= 4,362 \text{ kg/jam}$$

$$\dot{m}_{\text{ideal}} = \text{Laju aliran udara teoriti}$$

$$= 14,671 \text{ kg/jam}$$

$$\eta_{\text{vol}} = \frac{4,362}{14,671} \times 100 \% = 28,352\%$$

**d1.13. Efisiensi Thermal ( $\eta_{\text{th}}$ )**

$$\eta_{\text{th}} = \frac{3600 \cdot N_e}{F_c \cdot \text{LHV}} \times 100 \%$$

$$N_e = \text{daya poros efektif (kW)}$$

$$F_c = \text{pemakaian bahan bakar(kg/jam)}$$

$$\text{LHV} = \text{Nilai kalor bahan bakar}$$

$$= 42609 \text{ kJ/kg K:}$$

$$\eta_{\text{th}} = \frac{3600 \cdot N_e}{F_c \cdot \text{LHV}} \times 100 \%$$

$$= \frac{3600 \cdot 0,553}{0,2923 \cdot 42609} \times 100 \% = 16 \%$$

**d.2. Analisa Data Perhitungan Bahan Bakar Pertamina**

**d2.1. Data Data Motor Bensin**

$$\text{Daya maksimum (P)} = 5.0 \text{ HP}$$

$$\text{Putaran maksimum (n)} = 3750 \text{ rpm}$$

$$\text{Volume langkah (V}_L) = 1,94 \cdot 10^{-4}\text{m}^3$$

$$\text{Perbandingan kopresi (rv)} = 9:1$$

$$\text{Perbandingan Siklus (a)} = 0,5$$

**d2.2. Data Penelitian Mesin Bensin**

$$\text{Putaran mesin (n)} = 2200 \text{ rpm}$$

$$\text{Jumlah silinder (z)} = 1 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah siklus (a)} = 0,5$$

$$\text{Pembebanan (m)} = 1 \text{ kg}$$

$$\text{Diameter orifice (D}_0) = 12 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang lengan (L)} = 0,245 \text{ cm}$$

$$\text{Waktu pemakaian bahan bakar (t)}$$

$$= 88,66 \text{ s}$$

$$\text{Temperatur udara (T)} = 27 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$= 27+273 = 300 \text{ K}$$

$$\text{Volume bahan bakar (V}_{\text{bb}}) = 8\text{ml}$$

$$\text{Massa jenis bahan bakar (p}_{\text{bb}})$$

$$= 710 \text{ kg /m}^3$$

$$\text{Nilai kalor bahan bakar (LHV)}$$

$$= 44791 \text{ Kj/Kg}$$

$$\text{Tekanan udara ruang (P}_u) = 740 \text{ mmhg} =$$

$$\frac{740}{760} 101325 = 98658,55 \text{ Pa}$$

**d2.3. Daya Poros Efektif (Ne)**

$$N_e = T \cdot \omega, = \text{daya poros efektif (kW)}$$

$$T = \text{Torsi} = m \cdot g \cdot l = 1.9,81 \cdot 0,245$$

$$= 2,403 \text{ Nm}$$

$$\omega = \text{Kecepatan sudut} = \frac{2\pi n}{60}$$

$$= \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 2200}{60} = 230,267 \text{ rad/s}$$

$$N_e = 2,403 \cdot 230,267 = 553,33 \text{ watt}$$

#### d2.4 Tekanan Efektif Udara Rata Rata ( $P_u$ )

$$P_u = \frac{60 \cdot N_e}{V_L \cdot z \cdot n \cdot a}$$

$N_e$  = daya poros efektif = 0,553 kW

$V_L$  = volume langkah piston  
=  $1,94 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

$z$  = jumlah silinder = 1 buah

$n$  = putaran mesin = 2200 rpm

$a$  = Jumlah siklus = 0,5

$$P_e = \frac{60 \cdot 0,553}{1,94 \cdot 10^{-4} \cdot 1 \cdot 2200 \cdot 0,5}$$

$$= 155,60 \text{ kpa}$$

#### d2.5. Pemakaian Bahan Bakar ( $F_c$ )

$$F_c = \frac{3600 \cdot \rho_{bb} \cdot V_{bb}}{t}, \text{ (kg/jam)}$$

$\rho_{bb}$  = massa jenis ..bahan bakar  
=  $710 \text{ kg/m}^3$

$V_{bb}$  = Volume bahan bakar  
=  $0,000008 \text{ (m}^3\text{)}$

$t$  = waktu pemakaian bahan baka  
= 88,66 (s)

$$F_c = \frac{3600 \cdot 710 \cdot 0,000008}{88,66}$$

$$= 0,231 \text{ kg/jam}$$

#### d2.6. Pemakaian Bahan Bakar Spesifik ( $SF_c$ )

$SF_c = \frac{F_c}{N_e}$  = Pemakaian bahan bakar spesifik (kg/kW. Jam)

$F_c$  = Pemakaian bahan bakar  
= 0,231kg/jam

$N_e$  = Daya poros efektif = 0,553kW

$$SF_c = \frac{0,231}{0,553} = 0,417 \text{ kg/kW.jam}$$

#### d2.7. Debit Aliran Udara ( $Q_u$ )

$$Q_u = \frac{\pi}{4} \cdot d_o^2 \cdot$$

$$cd \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \rho_{oil} \cdot h_o \cdot R_u \cdot T_u}{P_u}}$$

$Q_u$  = debit aliran udara ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$\pi$  = 3,14,  $d_o$  = diameter orifice  
= 0,012 m

$$A_o = \frac{3,14}{4} \cdot 0,012^2 \text{ m} = 1,130 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$cd$  = koefisien discharge = 0,65

$g$  = percepatan gravitasi =  $9,81 \text{ m/s}^2$

$\rho_{oil}$  = massa jenis cairan manometer  
=  $1100 \text{ kg/m}^3$

$R_u$  = konstanta udara =  $287 \text{ J/kg K}$

$T_u$  = temperatur udara ruang  
=  $27^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$

$P_u$  = tekanan udara ruang  
=  $98658,55 \text{ Pa}$

$h_o$  = beda tinggi cairan manometer

$$= \frac{\Delta h \sin 30}{1000} = \frac{2 \cdot 0,5}{100} = 0,01 \text{ m}$$

$$Q_u = 1,130 \cdot 10^{-4}$$

$$0,65 \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot 1100 \cdot 0,01 \cdot 287 \cdot 300}{98658,55}}$$

$$= 0,000105 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### d2.8. Massa Jenis Udara ( $\rho_u$ )

$$\rho_u = \frac{P_u}{R_u \cdot T_u}, \text{ dalam (kg/m}^3\text{)}$$

$P_u$  = tekanan udara ruang  
=  $98658,55 \text{ Pa}$

$R_u$  = konstanta udara =  $287 \text{ J/kg K}$

$T_u$  = temperatur udara ruang =  $300 \text{ K}$

$$\rho_u = \frac{98658,55}{287 \cdot 300} = 1,146 \text{ kg/m}^3$$

#### d2.9. Laju Aliran Udara Aktual ( $\dot{m}_{\text{aktual}}$ )

$\dot{m}_{\text{aktual}} = \rho_u \cdot Q_u \cdot 3600$  dalam (kg/jam)

$\rho_u$  = massa jenis udar =  $1,146 \text{ kg/m}^3$

$Q_u$  = debit aliran udara =  $0,001025 \text{ m}^3/\text{s}$

$$\dot{m}_{\text{aktual}} = 1,146 \cdot 0,001025 \cdot 3600$$

$$= 4,228 \text{ kg/jam}$$

#### d2.10. Laju Aliran Udara Teoritis ( $\dot{m}_{\text{ideal}}$ )

$$\dot{m}_{\text{ideal}} = \frac{n}{2} \cdot 60 \cdot \rho_u \cdot V_L \text{ dalam (kg/jam)}$$

$n$  = putaran mesin = 2200 Rpm

$\rho_u$  = massa jenis udara =  $1,146 \text{ kg/m}^3$

$V_L$  = volume langkah =  $1,94 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

$$\frac{2200}{2} \cdot 60 \cdot 1,146 \cdot 1,94 \cdot 10^{-4}$$

$$= 14,67 \text{ kg/jam}$$

#### d2.11. Perbandingan Udara Dan Bahan Bakar (AFR)

$$\text{AFR} = \frac{\dot{m}_{\text{aktual}}}{F_c}, \text{ dalam (kg}_{\text{udara}}/\text{kg}_{\text{bb}}\text{)}$$

$\dot{m}_{\text{aktual}}$  = laju aliran udara actual  
=  $4,228 \text{ kg/jam}$

$F_c$  = pemakaian bahan bakar  
=  $0,231 \text{ kg/jam}$



$$AFR = \frac{4,228}{0,231} = 18,33 \text{kg}_{\text{udara}}/\text{kg}_{\text{bb}}$$

### d2.12. Efisiensi Volumetrik ( $\eta_{\text{vol}}$ )

$$\eta_{\text{vol}} = \frac{\dot{m}_{\text{aktual}}}{\dot{m}_{\text{ideal}}} \times 100 \%$$

$\dot{m}_{\text{aktual}}$  = laju aliran udara actual  
= 4,228 kg/jam

$\dot{m}_{\text{ideal}}$  = Laju aliran udara teoriti  
= 14,67 kg/jam

$$\eta_{\text{vol}} = \frac{4,228}{14,67} \times 100 \% = 28,821\%$$

### d2.13. Efisiensi Thermal ( $\eta_{\text{th}}$ )

$$\eta_{\text{th}} = \frac{3600 \cdot N_e}{F_c \cdot \text{LHV}} \times 100 \%$$

$N_e$  = daya poros efektif (kW)

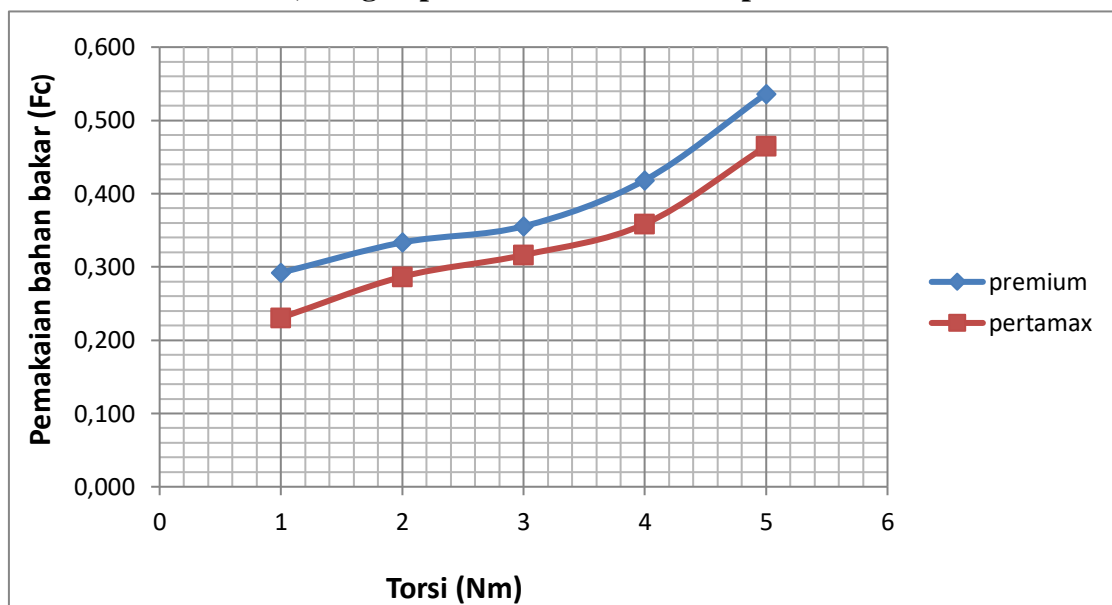
$F_c$  = pemakaian bahan bakar (kg/jam)

LHV = Nilai kalor bahan bakar  
= 42609 kJ/kg K

$$\eta_{\text{th}} = \frac{3600 \cdot N_e}{F_c \cdot \text{LHV}} \times 100 \%$$

$$= \frac{3600 \cdot 0,553}{0,231 \cdot 44791} \times 100 \% = 19,288 \%$$

### 4.3.1 Hubungan Torsi (Nm) Dengan Pemakaian Bahan Bakar ( $F_c$ ) Pada Bahan Bakar Premium Dan Pertamina, dengan putaran konstan 2200 rpm



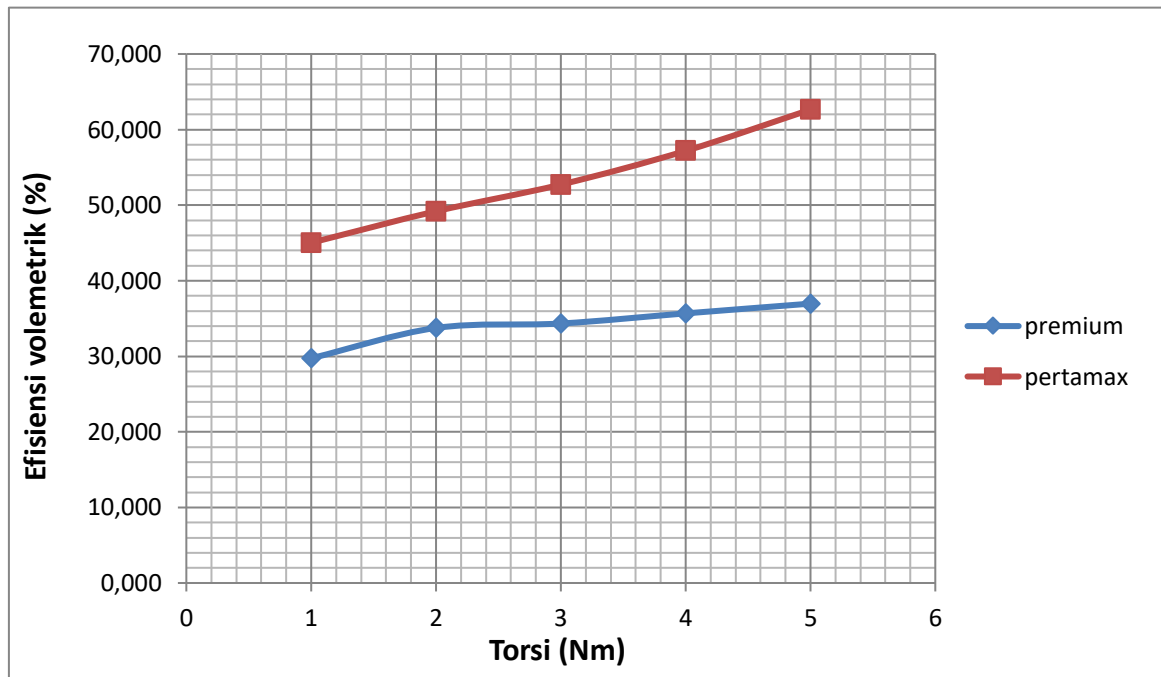
Gambar 4.1 Menunjukkan bahwa pemakaian bahan bakar ( $F_c$ ) mesin berbanding lurus dengan torsi, semakin tinggi torsi maka semakin meningkat pula pemakaian bahan bakar ( $F_c$ ) yang digunakan.

Pada bahan bakar premium dengan torsi 2.403 Nm, 4.807 Nm, 7.210 Nm, 9.614 Nm – 12.017 Nm, menghasilkan kondisi bahan bakar sebesar 0.292 kg/jam, 0.333 kg/jam, 0.355 kg/jam, 0.419 kg/jam - 0.536 kg/jam,

sedangkan pada bahan bakar pertamax dengan torsi (Nm) 2.403 Nm, 4.807 Nm, 7.210 Nm, 9.614 Nm – 12.017 Nm, menghasilkan konsumsi bahan bakar ( $F_c$ ) sebesar 0.2306 kg/jam, 0.2867 kg/jam, 0.3162 kg/jam, 0.3587 kg/jam - 0.4647 kg/jam.

Hal ini di sebabkan oleh singkatnya waktu pemakaian bahan bakar ( $F_c$ ), pada kedua bahan bakar yang digunakan.

### 4.3.2 Hubungan Torsi (Nm) Dengan Efisiensi Volumetric ( $\eta_{vol}$ ) Pada Bahan Bakar Premium Dan Pertamax pada putaran 2200 rpm



Gambar 4.2 Menunjukkan bahwa efisiensi volumetric ( $\eta_{vol}$ ) yang di hasilkan berbanding lurus dengan torsi yang di berikan, di manna semakin tinggi torsi maka akan semakin meningkat pula efisiensi volumetric ( $\eta_{vol}$ ) yang dihasilkan.

Gambar diatas memperlihatkan bahwa pada bahan bakar premium dengan torsi 2.403 Nm, 4.807 Nm, 7.210 Nm, 9.614 Nm – 12.017 Nm, menghasilkan efisiensi Volumetric

( $\eta_{vol}$ ) sebesar 29.736 %, 33.746 %, 34.336 %, 35.676 % -36.967 %, sedangkan pada efisiensi volumetric ( $\eta_{vol}$ ) yang di hasilkan pada bahan bakar pertamax sebesar 28.821 %, 31.486 %, 33.746 %, 36.602 % – 40.096 %, dari kedua bahan bakar yang digunakan nilai efisiensi volumetric ( $\eta_{vol}$ ) tertinggi dihasilkan pada bahan bakar pertamax.

#### KESIMPULAN

1. Semakin besar pembebanan yang di berikan maka prestasi mesin yang di hasilkan semakin meningkat. dimana pemakaian bahan bakar ( $F_c$ ) pada bahan bakar premium sebesar 0.292 kg/jam -

0.536 kg/jam dan bahan bakar pertamax sebesar 0.2306, kg/jam - 0.4647kg/jam, sedangkan efesiensi thermal( $\eta_{th}$ ) pada bahan bakar premium sebesar 16.006, % - 44.690 % dan bahan bakar pertamax sebesar 19.288, % - 49.598 %.

2. Emisi gas buang yang dihasilka pertamax lebih besar di dibandingkan dengan bahan bakar premium, dimana nilai carbon monoksida (CO) pada bahan bakar premium sebesar 8 ppm - 11 ppm, dan bahan bakar pertamax sebesar 10 ppm -11 ppm.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bahrudin Yasim dan Yahrib, 2007, Analisis Pengaruh Bahan Bakar dan Emisi. Universitas Muslim Indonesia, Makassar.
- Haryono, G. 1997. Uraian Praktis Mengenal Motor Bakar. Penerbit Aneka Ilmu. Semarang
- <https://zonalia.kimia.pasca.wordpress.com/kimia-kelas-x/semester-2/4minyak-bumi/4bensin/>
- Mardiansya Mazhar,2014.,Skripsi“Analisis Performa Mesin Menggunakan Bahan

- Bakar Premium Terhadap Daya dan Torsi Pada Toyota Kijang Innova Engine 1TR-FE “ Universitas Negri Semarang.
- Pengelola Tim, “ Penunntun Pratikum Prestasi mesin 1 (Pengujian Motor Bakar)”, Lab Pengujian Mesin-mesin Fakultas teknik Jurusan Mesin, Universitas Muslim Indonesia, Makassar.
- Sururi Eri dan Waluyo Budi, ST., 2010., Perbandingan penggunaan bahan bakar premium dan pertamax. Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-9.
- Trio Bagus Purnomo, 2013., “Perbedaan Performa Motor Berbahan Bakar Premium 88 dan Motor Berbahan Bakar Pertamina 92” Universitas Negri Semarang
- Tirtoatmodjo, Rahardjo. 2001. “Pengaruh *Naphtalene* Terhadap Perubahan Angka Oktan Bensin, Unjuk Kerja Motor dan Gas Buangnya”. Jurnal Teknik Mesin Universitas Kristen Petra
- www.mobilku.org. 2015. “Harga Petralite, Spesifikasi, RON, Oktan, Kompresidan Kandungan”.
- Yahrib, Junaedi dan Bahrin Yasim 2017. Analisis Pengaruh Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang Pada Motor Bensin GX 160 T (Skripsi), Makassar, Univeritas Muslim Indonesia Makassar.

