



**PERBEDAAN PERFORMA MOTOR BERBAHAN  
BAKAR PREMIUM 88 DAN MOTOR BERBAHAN  
BAKAR PERTAMAX 92**

**SKRIPSI**

Diajukan Dalam Rangka Menyusun Studi Strata 1  
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Pendidikan Jurusan Teknik Mesin

Oleh:  
**Trio Bagus Purnomo**  
**5201407058**  
**Pendidikan Teknik Mesin**

**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**  
**2013**

## ABSTRAK

Purnomo, Trio Bagus. 2012. Perbedaan Performa Motor Berbahan Bakar Premium 88 dan Motor Berbahan Bakar Pertamina 92. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Dosen pembimbing I : Drs. Ramelan, M.T, pembimbing II : Widia Aryadi, ST.M.T.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui perbedaan performa motor yang berbahan bakar premium 88 dan motor yang berbahan bakar Pertamina 92. Variasi rpm dilakukan untuk mengetahui perbedaan daya, torsi dan emisi gas buang motor yang berbahan bakar premium 88 dan Pertamina 92. Kemudian diberikan perlakuan variasi putaran mesin mulai dari 1750 rpm, 2000 rpm, 2250 rpm, 2500 rpm, 2750 rpm, 3000 rpm dan 3250 rpm. Pengujian daya dan torsi menggunakan *dynotest* sedangkan pengujian emisi gas buang menggunakan *gas analyzer*. Desain penelitian yang digunakan adalah eksperimen. Uji hipotesis dilakukan menggunakan metode deskriptif. Data hasil penelitian dianalisis dengan cara mendeskripsikan dan merangkum hasil-hasil penelitian dalam bentuk grafik dan tabel dengan menggunakan *Software Microsoft Excel*. Hasil penelitian menunjukkan nilai oktan dari bahan bakar pada putaran 1750 rpm untuk torsi paling tinggi sebesar 18,6 Nm (Pertamax), daya tertinggi diputaran 2000 Rpm sebesar 3,5 kW, diperoleh kadar emisi gas buang paling rendah dan kadar emisi gas buang tertinggi diperoleh pada putaran 3250 rpm. Untuk kadar emisi gas CO bahan bakar : Premium 88 dengan nilai oktan 88 adalah 2,495 dan Pertamina 92 dengan nilai oktan 92 adalah 0,282 pada putaran Rpm 1750. Begitu pula dengan gas CO<sub>2</sub> untuk premium 4,53 dan Pertamina 92 sebesar 0,22 gas HC premium 88 sebesar 159 dan Pertamina 92 sebesar 30. Sedangkan O<sub>2</sub> untuk premium 88 sebesar 18,53 dan untuk Pertamina 92 sebesar 20,60. Efek dari variasi putaran mesin serta penggunaan bahan bakar yang nilai oktannya berbeda akan mempengaruhi karakteristik emisi gas buang, setelah di analisis dengan grafik menunjukkan perbedaan yang signifikan, gas CO, HC, CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>. Nilai oktan bahan bakar dan variasi putaran mesin berpengaruh signifikan terhadap karakteristik emisi gas buang.

**Kata kunci : bahan bakar premium 88, bahan bakar Pertamina 92, performa motor, daya, torsi dan emisi gas buang**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Trio Bagus Purnomo

NIM : 5201407058

Program studi : Pendidikan Teknik Mesin S1

Judul : “Perbedaan Performa Motor Berbahan Bakar Premium 88 dan Motor  
Berbahan Bakar Pertamina 92”.

Telah dipertahankan di depan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Panitia Ujian,

Ketua : Dr.M. Kumaedi, M.P.d. (.....)  
NIP. 1962 0913 199102 1 001

Sekretaris : Wahyudi, S.Pd. M.Eng. (.....)  
NIP. 1980 0319 200501 1 001  
Dewan Penguji,

Pembimbing I : Drs. Ramelan, M.T (.....)  
NIP. 1950 0915 197603 1 002

Pembimbing II : Widia Aryadi, ST.M.T (.....)  
NIP. 1972 0910 199903 1 001

Penguji Utama : Drs. Suprpto, M.T (.....)  
NIP. 1950 0915 197603 1 002

Penguji pendamping I : Drs. Ramelan, M.T (.....)  
NIP. 1950 0915 197603 1 002

Penguji pendamping II : Widia Aryadi, ST.M.T (.....)  
NIP. 1972 0910 199903 1 001

Ditempatkan di Semarang

Tanggal:

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik

Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd.  
NIP. 196602151991021001

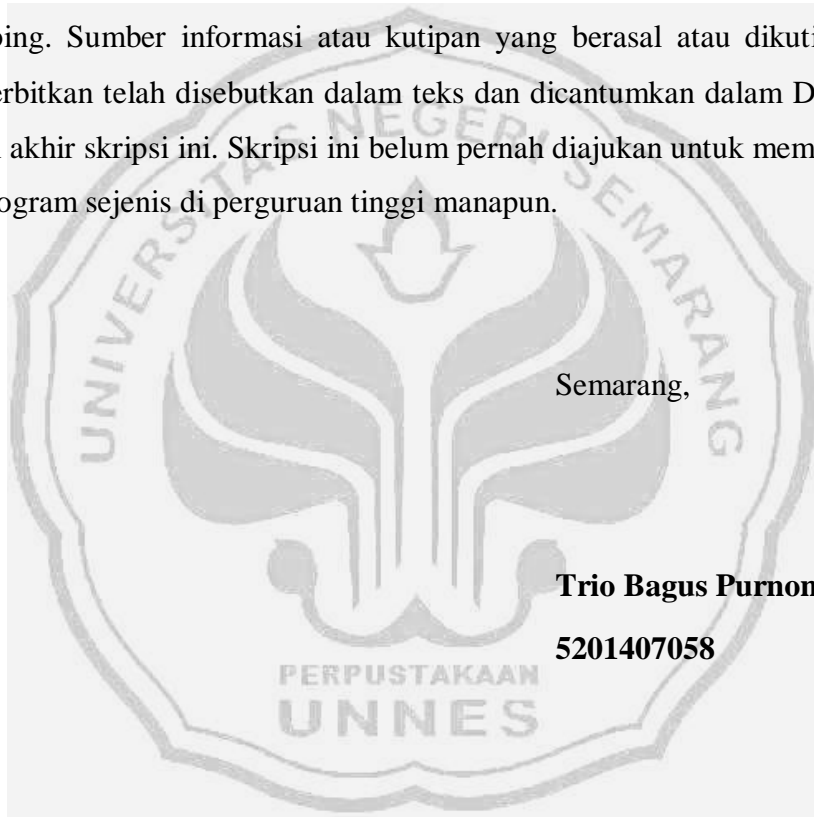
## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi saya yang berjudul “Perbedaan Performa Motor Berbahan Bakar Premium 88 dan Motor Berbahan Bakar Pertamina 92. (Studi Kasus Pada Bahan Bakar Premium 82 Dan Pertamina 92 (Motor Yamaha Mio110 cc).” disusun berdasarkan hasil penelitian saya dengan arahan dosen pembimbing. Sumber informasi atau kutipan yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini. Skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar dalam program sejenis di perguruan tinggi manapun.

Semarang,

**Trio Bagus Purnomo**

**5201407058**



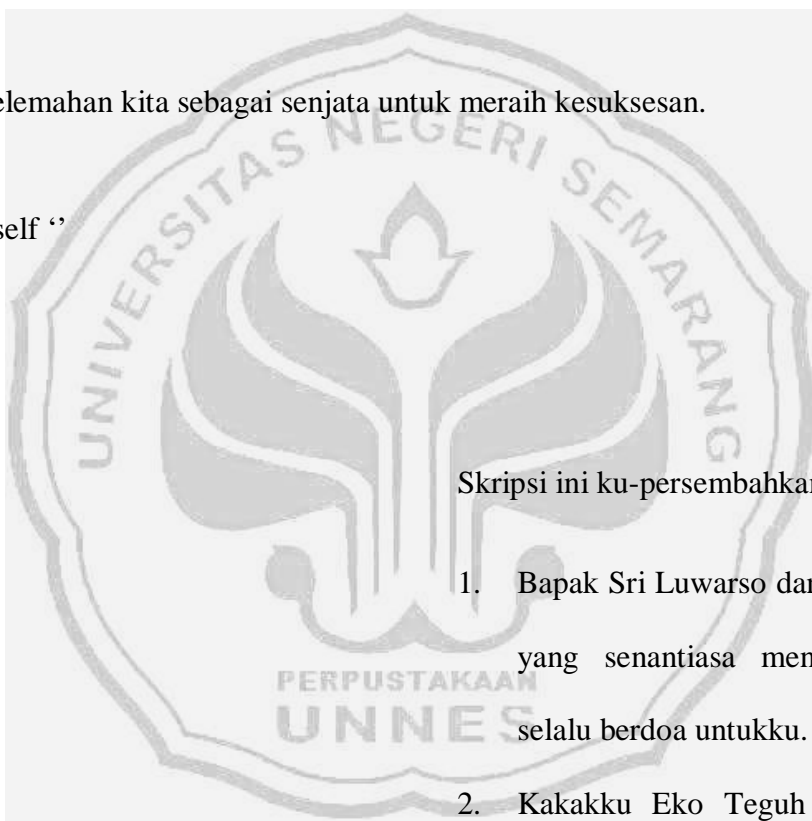
## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

Dimana ada suatu kemauan yang keras, niscaya pasti ada jalan yang dibukakan Allah kepada Kaumnya.

Jadikan kelemahan kita sebagai senjata untuk meraih kesuksesan.

“Be yourself “



Skripsi ini ku-persembahkan untuk :

1. Bapak Sri Luwarso dan Ibu Sukarni yang senantiasa mendukung dan selalu berdoa untukku.
2. Kakakku Eko Teguh P dan Dwi Sulistyorini
3. Kekasihku Hesti Muriani
4. Keponakanku Rizki Eka P dan zhafirra Putri P

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala nikmat,rahmat dan dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Perbedaan Performa Motor Berbahan Bakar Premium 88 dan Motor Berbahan Bakar Pertamina 92. (Studi Kasus Pada Bahan Bakar Premium 82 Dan Pertamina 92 (Motor Yamaha Mio110 cc)”.

Skripsi ini disusun dalam rangka menyelesaikan Studi Strata 1 yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selesai dan tersusunnya skripsi ini bukan merupakan hasil dari segelintir orang, karena setiap keberhasilan manusia tidak akan lepas dari bantuan orang lain. Oleh karena itu, izinkanlah penulis mengucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada :

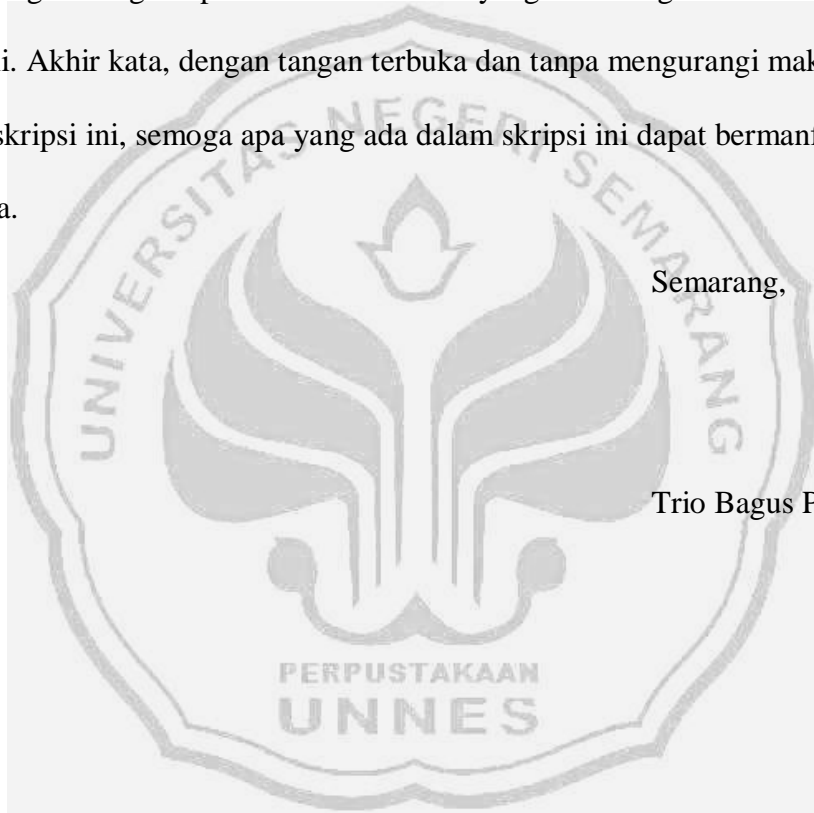
1. Drs. M. Harlanu, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. M. Khumaedi, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
3. Drs. Ramelan, M.T., selaku Dosen pembimbing I.
4. Widya Aryadi,ST.M.T., selaku Dosen pembimbing II.
5. Drs.Supraptono,M.T.,selaku Dosen penguji.

6. Yamaha Flagship Shop dan Hyperspeed Semarang
7. Bapak Bagus dan Yasen atas bimbingan prakteknya,
8. Teman-teman seperjuangan dan semua pihak tidak terkecuali yang telah membantu penyusunan skripsi.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi sempurnanya skripsi ini. Akhir kata, dengan tangan terbuka dan tanpa mengurangi makna serta esensial skripsi ini, semoga apa yang ada dalam skripsi ini dapat bermanfaat bagi semuanya.

Semarang,

Trio Bagus Purnomo



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....	iv
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Perumusan Masalah .....	3
Pembatasan Masalah .....	3
C. Penegasan Istilah .....	3



D. Tujuan Penelitian.....	4
Manfaat Penelitian.....	4

## **BAB II DASAR TEORI DAN HIPOTESIS**

A. Landasan Teori .....	6
a. Dasar Teori .....	6
b. Rpm .....	11
c. Bahan bakar .....	11
d. Angka oktan .....	14
e. Kecepatan piston .....	17
f. Konsumsi bahan bakar spesifik.....	17
g. Efisiensi mesin .....	18
h. Dynamometer.....	18
i. Emisi gas buang dan uji emisi.....	19
B. Kerangka Berfikir.....	26
C. Hipotesis .....	27

## **BAB III METODE PENELITIAN**

A. Rancangan Penelitian .....	28
B. Analisis Data.....	28
C. Variabel Penelitian .....	29
D. Pengumpulan Data .....	30
a. Alur penelitian.....	30

b. Waktu dan Tempat Penelitian .....	31
c. Bahan .....	31
d. Alat .....	32
e. Pelaksanaan Penelitian.....	33

#### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

A. Hasil Penelitian .....	37
a. Uji analisis perbedaan torsi yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92.....	53
b. Uji analisis perbedaan Daya yang menggunakan Premium 88 dan Pertamax .....	54
c. Uji analisis Perbedaan kadar HC motor yang menggunakan Premium 88 dan Pertamax 92.....	54
d. Uji analisis Perbedaan kadar CO motor yang menggunakan Premium 88 dan Pertamax 92.....	54
e. Uji analisis kadar CO <sub>2</sub> motor yang menggunakan Premium 88 dan Pertamax 92.....	55
f. Uji analisis Perbedaan kadar O <sub>2</sub> motor yang menggunakan Premium 88 dan Pertamax 92.....	55
B. Pembahasan.....	56
a. Perbedaan Torsi, Daya motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92.....	56

b. Perbedaan Emisi gas buang motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92.....	57
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	62
A. Kesimpulan .....	62
B. Saran .....	63

**DAFTAR PUSTAKA**



## DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Nilai oktan gasoline indonesia.....	15
Tabel 2. Kondisi mesin berdasarkan kombinasi emisi gas buang .....	25
Tabel 3. Lembar pengambilan data penelitian menggunakan premium .....	35
Tabel 4. Lembar pengambilan data penelitian menggunakan pertamax .....	36
Tabel 5. Data hasil penelitian menggunakan Premium 88.....	38
Tabel 6. Data hasil penelitian menggunakan Pertamina 92 .....	39
Tabel 7 Data hasil perbedaan Torsi yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92.....	40
Tabel 8 Data hasil perbedaan daya yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92.....	42
Tabel 9 Data hasil perbedaan kadar HC yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92.....	45
Tabel 10. Data hasil perbedaan kadar CO <sub>2</sub> yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92.....	47
Tabel 11. Data hasil perbedaan kadar CO <sub>2</sub> yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92.....	49
Tabel 12. Data hasil perbedaan kadar O <sub>2</sub> yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92.....	52

Tabel 13. Batas ambang emisi gas buang motor	
Menurut Keputusan Menteri .....	60
Tabel 14. data batas ambang gas buang standar Euro 3	
mesin dibawah 150 cc .....	61
Tabel 15. data batas ambang gas buang standar Euro 3 mesin	
diatas 150 cc .....	61



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Langkah hisap .....	7
Gambar 2 Langkah kompresi .....	8
Gambar 3 Langkah tenaga .....	9
Gambar 4 Langkah buang .....	10
Gambar 5 siklus otto .....	10
Gambar 6 Skema alat uji dynamometer .....	19
Gambar 7 Diagram alir .....	30
Gambar 8 alat dynamometer .....	32
Gambar 9 alat gas Analyzer .....	33
Gambar 10 Grafik torsi terhadap putaran mesin .....	40
Gambar 11 Grafik Daya terhadap putaran mesin .....	43
Gambar 12 Grafik kadar HC terhadap putaran mesin .....	45
Gambar 13 Grafik kadar CO terhadap putaran mesin. ....	47
Gambar 14 Grafik kadar CO <sub>2</sub> terhadap putaran mesin .....	50
Gambar 15 Grafik kadar O <sub>2</sub> terhadap putaran mesin.....	52

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data hasil penelitian

Lampiran 2. Perhitungan Daya secara manual

Lampiran 3 Dokumentasi pelaksanaan penelitian

Lampiran 4 *print out* data hasil pengukuran daya dan torsi menggunakan *dynotest*







# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Polusi udara merupakan ancaman besar bagi manusia, yang telah terjadi selama ini sebagian besar disebabkan oleh keberadaan kendaraan bermotor sebagai alat transportasi, yang pada akhirnya dibarengi pula oleh peningkatan kebutuhan akan bahan bakar sebagai sumber energi utama transportasi. Bahan bakar minyak yang dipergunakan di Indonesia pada kendaraan terdiri dari beberapa jenis, bensin yang bersubsidi dan bensin non subsidi. Bensin bersubsidi berupa premium sedangkan bensin non subsidi pertamax, di pasaran perbedaannya ditunjukkan dengan nilai oktan dan akan dapat memberikan berbagai dampak ke lingkungan akibat proses pembakarannya. Kondisi jalan sebagai lintasan transportasi merupakan faktor yang dapat juga memicu tumbuhnya tingkat pencemaran di sekitarnya. di prediksi, kurang lebih 70% pencemaran udara diakibatkan oleh emisi kendaraan bermotor. Kendaraan bermotor mengeluarkan gas-gas berbahaya yang dapat menimbulkan dampak negatif, baik terhadap kesehatan manusia maupun lingkungan.

Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor di perkotaan berdampak serius. Pengembangan teknologi di Indonesia untuk lebih maju mengoptimalkan sumber daya yang ada di lingkungan sekitar masih terus digalakkan, tak terkecuali di dunia otomotif. Para pemilik kendaraan bermotor mempunyai variasi kebutuhan yang di

ingin kan sehingga menyebabkan terus dilakukannya aktivitas modifikasi guna mendapatkan performa kendaraan yang sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Salah satu kendaraan bermotor yang sering mengalami modifikasi adalah sepeda motor. Modifikasi sepeda motor dapat berkembang pesat sekarang ini seiring dengan makin tingginya minat pemilik kendaraan tersebut untuk mendapatkan performa motor yang lebih baik, tenaga yang dihasilkan lebih besar, akselerasi yang cepat, konsumsi bahan bakar yang irit, dan gas buang yang bebas polutan. Faktor-faktor yang mempengaruhi hal tersebut diantaranya semakin meningkatnya arus teknologi yang masuk ke Indonesia khususnya dalam hal pengembangan kendaraan bermotor. Selain itu, faktor lainnya dapat disebabkan oleh harga bahan bakar minyak yang semakin tinggi, sehingga keinginan setiap pengendara sepeda motor akan kendaraan yang lebih hemat dan efisien. dan juga faktor yang sangat berpengaruh adalah permasalahan polusi udara yang semakin meningkat disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor.

Untuk mendapatkan performa mesin yang optimal (daya, torsi, konsumsi bahan bakar spesifik, dan emisi gas buang), dilakukan perubahan-perubahan pada pengaturan standar mesin. Salah satu yang sering dilakukan adalah dengan variasi rpm sehingga didapatkan rpm yang tepat terhadap besar dan kecil emisi gas buang yang dihasilkan, sehingga didapatkan rpm yang tepat yang sesuai dengan emisi gas buang yang standart.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti ingin mengajukan penelitian dengan judul “Perbedaan Performa Motor Berbahan Bakar Premium 88 dan Motor Berbahan Bakar Pertamina 92”. (Studi Kasus Pada Bahan Bakar Premium 82 dan Pertamina 92 (Motor Yamaha Mio110 cc).

## **B. Perumusan Masalah**

1. Adakah perbedaan daya dan torsi yang dihasilkan motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92.
2. premium 88 Adakah perbedaan emisi gas buang penggunaan dan pertamax 92.

## **Pembatasan Masalah**

Dalam penelitian ini permasalahan dibatasi pada :

1. Daya, torsi dan emisi gas buang.
2. Pengujian dilakukan pada putaran stasioner dengan variasi rpm 1750-3250.
3. Pengujian emisi gas buang dilakukan dengan menggunakan Tecnometer Gas Analyzer tipe G 530, dengan monitor Equip dan printernya Xerox Phaser 3116.
4. Bahan bakar yang digunakan adalah premium dengan nilai oktan 88 dan pertamax dengan nilai oktan 92.

## **C. Penegasan istilah**

Untuk menghindari salah pengertian dalam pemakaian istilah-istilah yang berkaitan dengan judul skripsi ini, maka perlu adanya penegasan istilah-istilah yang digunakan. Adapun istilah-istilah yang perlu diberi penegasan adalah :

1. Torsi adalah momen putar atau gaya dikalikan dengan jarak panjang lengan. Dalam motor bakar gaya disini adalah daya motor sedangkan jarak panjang lengan yaitu jarak panjang langkah torak.
2. Daya motor adalah merupakan salah satu parameter dalam menentukan performa motor. Pengertian dari daya itu adalah besarnya kerja motor selama kurun waktu tertentu (Arends&Berenschot 1980: 20)
3. Rpm (rotasi per menit) adalah jumlah putaran/rotasi suatu poros dalam 1 menit
4. Emisi gas buang adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar didalam mesin pembakaran dalam dan mesin pembakaran luar, yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin.

#### **D. Tujuan dan Manfaat**

##### a. Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui perbedaan daya dan torsi yang dihasilkan motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92.
2. Mengetahui perbedaan emisi gas buang yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92.

##### a. Manfaat dari penelitian ini adalah

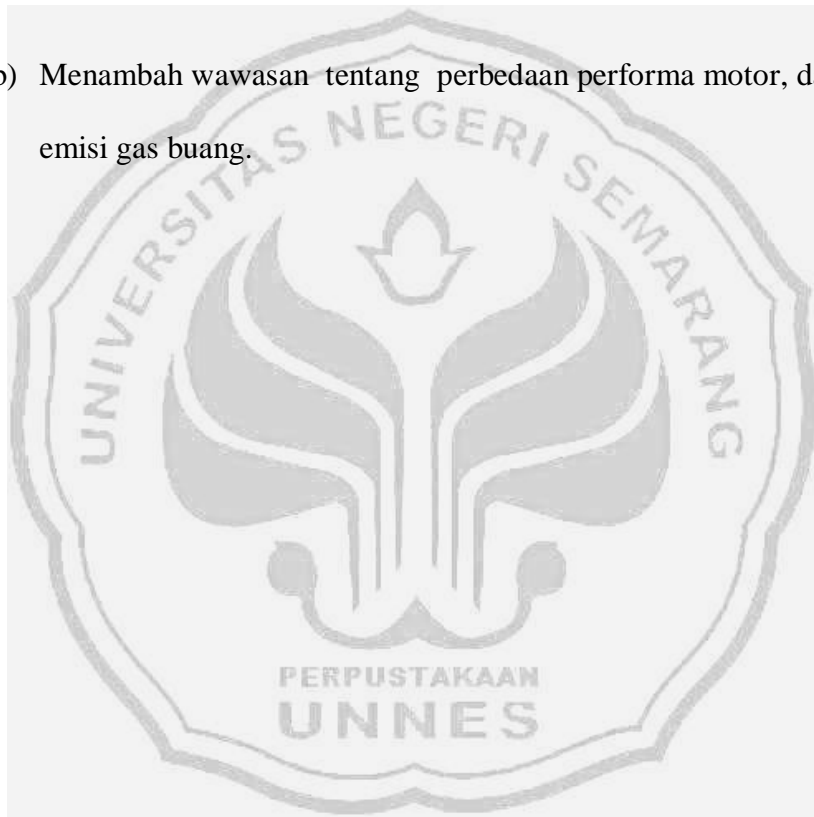
##### 1. Manfaat teoritis

- a) Memberikan sumbangan positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan tentang performa yang berbahan premium 88 dan pertamax 92

- b) Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai bahan kajian atau informasi bagi yang membutuhkan.

## 2. Manfaat Praktis

- a) Sebagai sumbangan karya ilmiah untuk jurusan teknik mesin tentang perbedaan performa motor
- b) Menambah wawasan tentang perbedaan performa motor, daya, torsi dan emisi gas buang.



## BAB II

### DASAR TEORI DAN HIPOTESIS

#### A. Landasan Teori

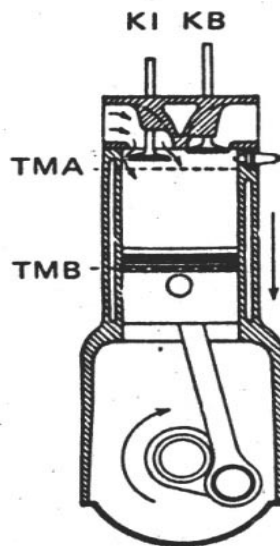
##### a. Dasar teori

Proses pembakaran didalam motor bakar torak terjadi secara periodik (Arismunandar 2002:7). Motor bakar adalah salah satu jenis mesin kalor, yaitu mesin yang mengubah energi termal untuk melakukan kerja mekanik atau mengubah tenaga kimia bahan bakar menjadi tenaga mekanis. Sebelum menjadi tenaga mekanis, energi kimia bahan bakar diubah dulu menjadi energi termal atau panas melalui pembakaran bahan bakar dengan udara. Pembakaran ini ada yang dilakukan di dalam mesin kalor itu sendiri dan ada pula yang dilakukan di luar mesin kalor.

1. Mesin pembakaran dalam atau sering disebut *Internal Combustion Engine* (ICE), yaitu dimana proses pembakarannya berlangsung didalam motor bakar, sehingga panas dari hasil pembakaran langsung bisa diubah menjadi tenaga mekanik. Misalnya : pada turbin gas, motor bakar torak dan mesin propulsi pancar gas.
2. Mesin empat langkah merupakan mesin yang populer digunakan sebagian besar pabrikan otomotif. Motor bakar empat langkah memerlukan empat kali gerakan piston naik turun atau dua kali putaran poros engkol atau  $720^\circ$  untuk mendapatkan sekali langkah tenaga dilakukan 4 langkah kerja/usaha.

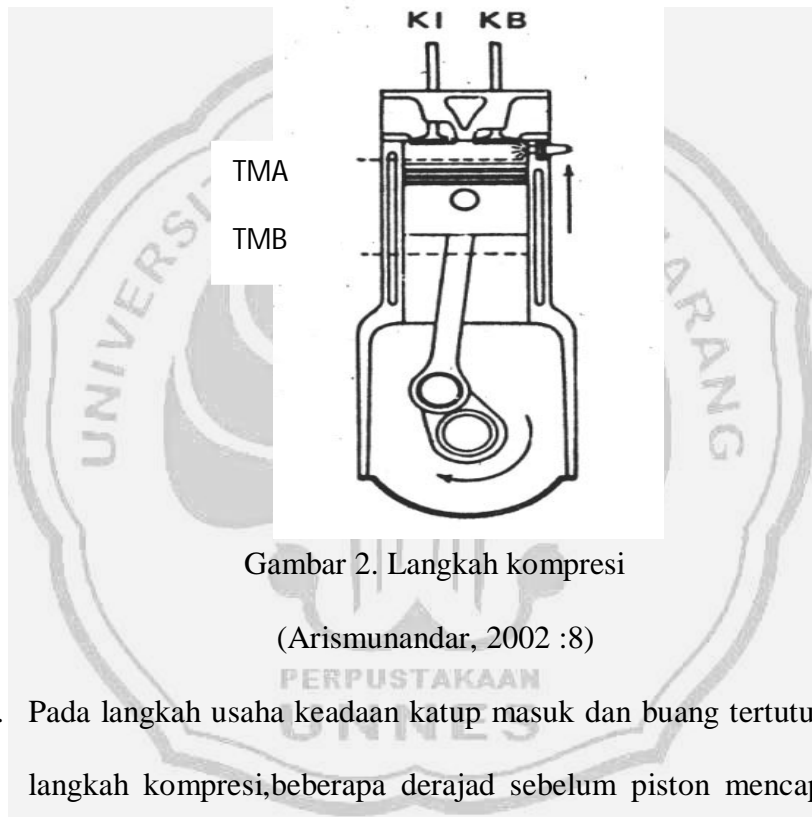
Jika dibandingkan dengan mesin dua langkah, mesin empat langkah mempunyai reaksi yang lebih lambat dalam akselerasi. Dengan menggunakan mekanisme katup, maka efisiensi dari mesin ini lebih baik dari motor dua langkah karena bahan bakar yang terbuang lebih sedikit, namun konstruksi mesin menjadi lebih rumit. Siklus mesin empat langkah atau siklus Otto yang dijelaskan sebagai berikut :

1. Udara dan bensin bergerak menuju ruang bakar karena perbedaan tekanan antara atmosfer dan ruang bakar, diperlihatkan pada gambar 1. Saat piston bergerak dari TMA ke TMB, katup masuk terbuka, katup buang tertutup, sehingga terjadi perubahan volume pada ruang bakar, hal ini mengakibatkan turunnya tekanan ruang bakar, sedangkan tekanan luar tetap, maka udara akan bergerak masuk ke ruang bakar.



(Arismunandar, 2002 :8)

2. Gambar 2 memperlihatkan kondisi katup masuk dan buang tertutup, piston bergerak dari TMB menuju TMA. Volume ruang bakar akan mengecil dan campuran udara serta bensin akan terkompresi. Pada proses ini terjadi kenaikan tekanan dan suhu ruang bakar. Pada langkah ini piston telah melakukan satu kali putaran poros engkol.



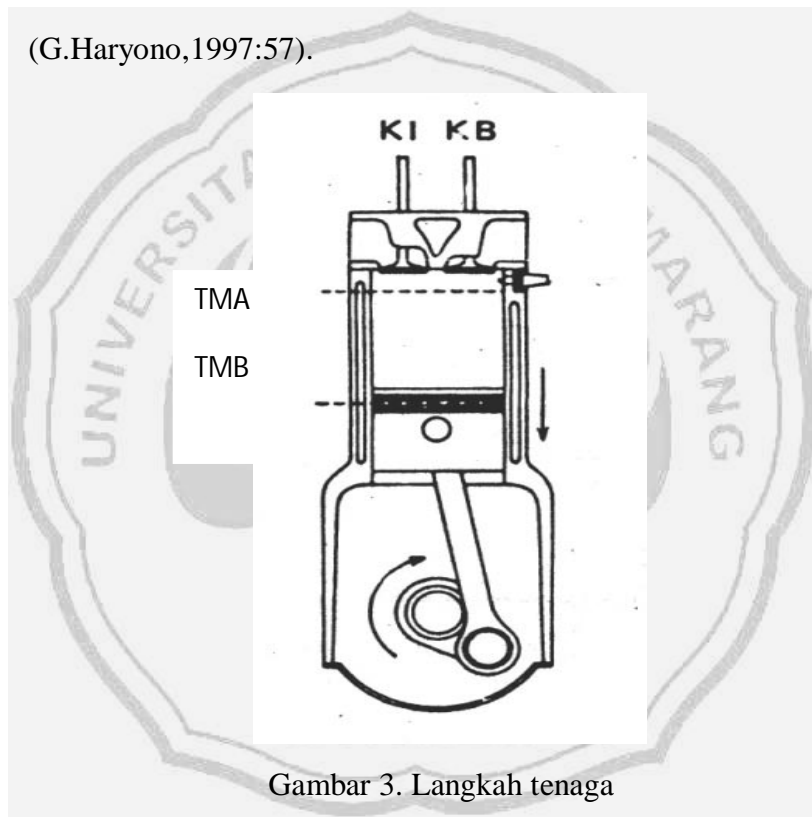
Gambar 2. Langkah kompresi

(Arismunandar, 2002 :8)

3. Pada langkah usaha keadaan katup masuk dan buang tertutup. Pada akhir langkah kompresi, beberapa derajat sebelum piston mencapai titik mati atas (TMA) busi memercikkan bunga api untuk membakar campuran bahan bakar dan udara yang telah dikompresikan. Campuran bahan bakar dan udara yang terbakar mengakibatkan suhu didalam silinder naik sehingga tekananya naik. Tekanan yang dihasilkan akan mendorong piston dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB), sehingga



terjadi langkah usaha yang diperlihatkan pada gambar 3 (ekspansi), kemudian batang penghubung (*connecting rod*) akan meneruskan gerakan ini menjadi gaya yang memutar poros engkol. Untuk mendapatkan tenaga yang maksimal, maka harus didapatkan tekanan maksimum sesaat setelah TMA. Bahan bakar dibakar hingga mempunyai tekanan 15-25kg/cm<sup>2</sup> (G.Haryono,1997:57).

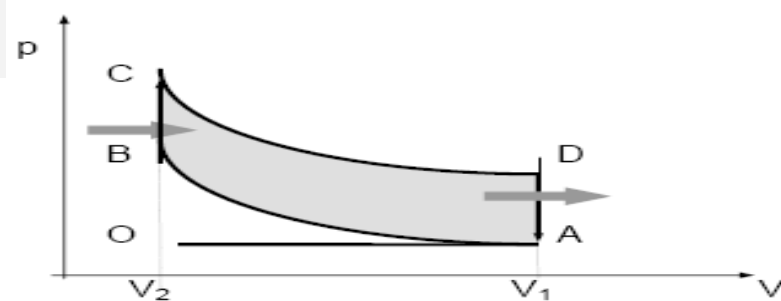
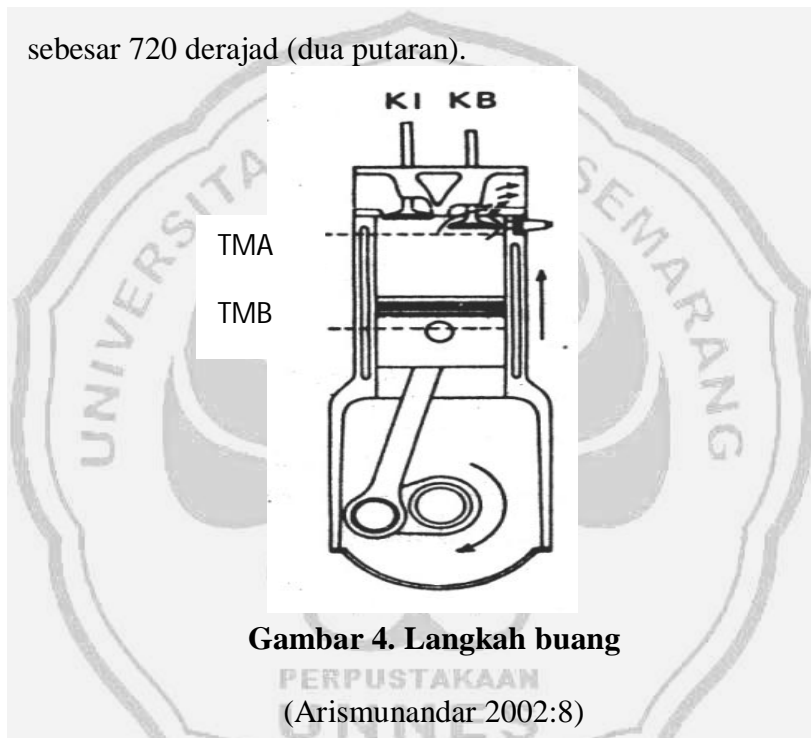


Gambar 3. Langkah tenaga

(Arismunandar 2002:8)

4. Pada langkah buang katup masuk masih tertutup sedangkan katup buang terbuka. Piston bergerak dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA), sehingga ruang bakar semakin sempit dapat diperlihatkan pada gambar 4. Ruangan yang seperti ini tidak akan mempertinggi tekanan,

karena katup buang telah terbuka. Gerakan piston dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA) mendorong sisa hasil pembakaran bahan bakar dan udara yang ada didalam silinder saat akhir langkah buang yaitu pada saat piston mencapai titik mati atas (TMA), berarti piston telah bergerak empat langkah dan poros engkol berputar sebesar 720 derajat (dua putaran).



**Gambar 5. Siklus Otto**

Siklus yang mendasari motor bensin adalah siklus Otto.

1. Proses O-A, gas dihisap masuk kedalam silinder volume berubah dari  $V_2$  menjadi  $V_1$ .
2. Proses A-B, gas dikompresi dari  $V_1$  ke  $V_2$  tekanan naik dari PA menjadi PB.
3. Proses B-C, terjadi proses pembakaran (dari percikan api busi). Pada proses ini volume konstan, sehingga tekanan dan temperatur naik.
4. Proses C-D, gas berekspansi secara adiabatik , melakukan kerja.
5. Proses D-A, kalor dilepas dan tekanan turun pada volume konstan.
6. Proses A-O, akhir proses gas sisa dikeluarkan.

#### **b. Putaran mesin**

Putaran mesin (rotasi per menit) adalah jumlah putaran/rotasi suatu poros dalam 1 menit. Menurut Negara, Suyasa, dan Suarna (2009 : 110) Variasi putaran mesin (rpm) mulai 1750, 2000, 2250, 2500, 2750, 3000, dan 3250, dengan nilai oktan yang berbeda berpengaruh signifikan terhadap karakteristik gas buang seperti karbon monoksida(CO), karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), hidro karbon (HC), dan nitrogen oksid ( $\text{NO}_x$ ). Pada putaran 3250 rpm diperoleh kadar emisi gas buang paling rendah dan kadar emisi gas buang tertinggi diperoleh pada putaran 1750 rpm.

#### **c. Bahan Bakar**

Bahan bakar yang dipergunakan motor bakar dapat diklasifikasikan dalam tiga kelompok yakni : berwujud gas, cair dan padat (Surbhakty 1978

:33). Bahan bakar (*fuel*) adalah segala sesuatu yang dapat dibakar misalnya kertas, kain, batu bara, minyak tanah, bensin. Untuk melakukan pembakaran diperlukan 3 (tiga) unsur, yaitu:

1. Bahan bakar
2. Udara
3. Suhu untuk memulai pembakaran

Kriteria utama yang harus dipenuhi bahan bakar yang akan digunakan dalam motor bakar adalah sebagai berikut:

1. Proses pembakaran bahan bakar dalam silinder harus secepat mungkin dan panas yang dihasilkan harus tinggi.
2. Bahan bakar yang digunakan harus tidak meninggalkan endapan atau deposit setelah pembakaran karena akan menyebabkan kerusakan pada dinding silinder.
3. Gas sisa pembakaran harus tidak berbahaya pada saat dilepas ke atmosfer.

Jenis bahan bakar :

1. Bahan Bakar Premium

Bensin (premium, super) merupakan bahan bakar cair yang digunakan oleh kebanyakan motor-motor bensin. Bensin adalah bahan bakar cair yang mudah menguap, pada suhu 60 derajat celcius kurang lebih 35-60% sudah menguap dan akan menguap 100% kira-kira pada suhu diatas 100 derajat celcius (G.Haryono,1997:74). Premium adalah bahan bakar minyak jenis

distilat berwarna kekuningan yang jernih dan mempunyai nilai oktan 88. Bensin premium mempunyai sifat anti ketukan yang baik dan dapat dipakai pada mesin dengan batas kompresi hingga 9,0 : 1 pada semua jenis kondisi, namun tidak baik jika digunakan pada motor bensin dengan kompresi tinggi karena dapat menyebabkan knocking. Bensin premium produk Pertamina memiliki kandungan maksimum sulfur (S) 0,05%, timbal (Pb) 0,013% (jenis tanpa timbal) dan Pb 0,3% (jenis dengan timbal), oksigen (O) 2,72%, pewarna 0,13 gr/100 l, tekanan uap 62 kPa, titik didih 215 °C, serta massa jenis (suhu 15°C). Bensin premium, mempunyai sifat anti ketukan yang lebih baik dan dapat dipakai pada mesin kompresi tinggi pada semua kondisi (Surbhakty 1978:36).

## 2. Bahan bakar Pertamax

Pertamax merupakan jenis bahan bakar dengan angka oktan 92. Pertamax dianjurkan digunakan untuk kendaraan bahan bakar bensin yang mempunyai perbandingan kompresi tinggi (9,1 : 1 sampai 10,0 : 1). Bensin dengan bilangan oktana tinggi mempunyai periode penundaan yang panjang (arismunandar,2002:85). Pada bahan bakar pertamax ditambahkan aditif sehingga mampu membersihkan mesin dari timbunan deposit pada *fuel injector* dan ruang pembakaran. Bahan bakar pertamax sudah tidak menggunakan campuran timbal sehingga dapat mengurangi racun gas buang kendaraan bermotor seperti nitrogen oksida karbon monoksida.

Bensin pertamax berwarna kebiruan dan memiliki kandungan maksimum sulfur (S) 0,1%, timbal (Pb) 0,013% (jenis tanpa timbal) dan Pb 0,3% (jenis dengan timbal), oksigen (O) 2,72%, pewarna 0,13 gr/100 l, titik didih 205 °C, serta massa jenis (suhu 15°C).

**d. Angka oktan**

Menurut HASKA :2012, Bilangan Oktan adalah angka yang menunjukkan kesamaan atau kesetaraan performa yang diberikan oleh suatu bahan bakar *gasoline* dengan kemampuan yang diberikan oleh campuran dalam % volume antara iso-Oktan dan normal-Heptan yang diuji menggunakan mesin standar CFR F1. Artinya, bila bahan bakar Pertamax memiliki angka oktan 92 artinya Pertamax tersebut memiliki kemampuan yang sama dengan bahan bakar standar yang terbuat dari 92% iso-Oktan dan 8% normal-Heptan jika diuji menggunakan mesin standar CFR F1. Bilangan oktana dari suatu bahan bakar adalah bilangan yang menyatakan berapa persen volume iso-oktana dalam campuran yang terdiri dari iso-oktana dan heptana normal yang mempunyai kecenderungan berdetonasi sama dengan bakar bakar tersebut (Arismunandar ,2002:86).

Tabel 1. Nilai Oktan Gasolin Indonesia

No	Jenis	Angka Oktan Minimum
1	Premium 88	88 RON
2	Pertamax	92 RON
3	Pertamax Plus	95 RON

Apabila suatu bahan bakar dengan angka oktan yang tinggi hendak digunakan untuk mesin yang sebenarnya dirancang untuk menggunakan bahan bakar dengan bilangan oktan yang rendah tanpa detonasi, tidak akan terlihat adanya perbaikan pada efisiensi dan daya yang dihasilkan. Keuntungan yang diperoleh dari bahan bakar dengan angka oktan tinggi adalah tidak peka terhadap detonasi (Arismunandar, 2002:87). Pada mesin dengan perbandingan kompresi yang tinggi sangat dianjurkan untuk menggunakan bahan bakar beroktan tinggi untuk memperoleh efisiensi yang tinggi tanpa detonasi.

### **Torsi dan Daya Poros**

Torsi atau momen putar motor adalah gaya dikalikan dengan jarak panjang lengan (Arends & Berenschot, 1980:21), pada motor bakar gaya adalah daya motor sedangkan panjang lengan adalah panjang langkah torak. Torsi dapat diperoleh dari hasil kali antara gaya dengan jarak.

$$(T = F \times r).$$

Dimana :

$T$  = Torsi (N.m)

$F$  = gaya penyeimbang yang diberikan (N)

$r$  = jarak lengan torsi (mm)

Daya motor merupakan salah satu parameter dalam menentukan performa motor. Pengertian dari daya itu adalah besarnya kerja motor selama kurun waktu tertentu (Arends&Berenschot 1980: 18)

Untuk menghitung besarnya daya motor 4 langkah digunakan rumus :

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{60000} (kW)$$

Dimana :

$P$  = daya (kW)

$n$  = putaran mesin (rpm)

$T$  = torsi (Nm)

(Winarno, 2001 : 35)



### e. Kecepatan Piston

Sewaktu mesin berputar, kecepatan piston di TMA dan TMB adalah nol dan pada bagian tengah lebih cepat, oleh karenanya kecepatan piston diambil rata-rata.

Dengan rumus

$$V = \frac{2LN}{60} = \frac{LN}{30}$$

V= Kecepatan piston rata-rata

L= Langkah (m)

N= Putaran mesin (rpm)

Dari TMB, piston akan bergerak kembali keatas karena putaran poros engkol, dengan demikian pada 2x gerakan piston, akan menghasilkan 1 putaran poros engkol, jika poros engkol membuat N putaran, maka piston bergerak 2LN. Karena dinyatakan dalam detik maka dibagi 60 (Jalius Jama dkk,2008;22).

### f. Konsumsi bahan bakar spesifik dan laju konsumsi bahan bakar

Konsumsi bahan bakar spesifik merupakan suatu parameter prestasi yang dipakai sebagai ukuran ekonomi pemakaian bahan bakar yang terpakai per jam untuk setiap daya kuda yang dihasilkan (Arismunandar,2002:33),

$$sfc = \frac{m_f}{P} (mg/mj)$$

dimana :

$m_f$  = laju konsumsi bahan bakar (g/s)

$P$  = daya poros (kW)

(Winarno, 2001:35)

#### **g. Efisiensi mesin**

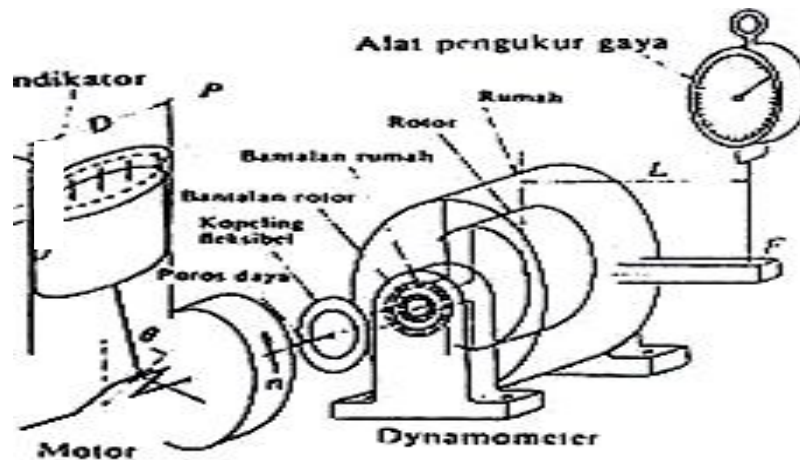
Efisiensi adalah perbandingan antara daya yang dihasilkan per siklus terhadap jumlah energi yang disuplai per siklus yang dapat dilepaskan selama pembakaran. Efisiensi bahan bakar dan efisiensi panas sangat menentukan bagi efisiensi motor itu sendiri (Jalius Jama dkk,2008:22).

#### **h. Dynamometer**

Dynamometer merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengukur daya, putaran mesin dan torsi yang dikeluarkan atau dihasilkan dari suatu mesin kendaraan bermotor.

Skema Alat Uji Dynamometer

Skema alat uji dynamometer dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 6. Skema gambar dynamometer

#### i. Emisi Gas Buang dan Uji Emisi

Emisi gas buang adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar didalam mesin pembakaran dalam dan mesin pembakaran luar, yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan Mesin.

Uji emisi adalah mengukur emisi gas buang dari kendaraan bermotor (mesin bensin maupun diesel) dengan menggunakan alat khusus yang sering disebut Gas Analyzer. Dalam mendukung usaha pelestarian lingkungan hidup, negara-negara di dunia mulai sumber pencemaran udara terbesar oleh menyadari bahwa gas buang kendaraan merupakan salah satu polutan atau karena itu, gas buang kendaraan harus dibuat sebersih mungkin agar tidak mencemari udara.

Namun keuntungan dari emisi yang baik tidak hanya untuk lingkungan, tetapi juga untuk kendaraan itu sendiri. Kendaraan menjadi efisien, bertenaga dan hemat BBM. Dari hasil uji emisi, akan dapat terlihat permasalahan apa saja yang ada di mesin kendaraan kita. Misalnya jika nilai

Oksigen ( $O_2$ ) di atas 2.5%, maka kemungkinan terdapat masalah pada campuran udara dan bahan bakar yang tidak tepat, saluran intake yang bocor atau pembakaran yang tidak sempurna. dan seterusnya.

Pada negara-negara yang memiliki standar emisi gas buang kendaraan yang ketat, ada 5 unsur dalam gas buang kendaraan yang akan diukur yaitu senyawa HC, CO,  $CO_2$ ,  $O_2$  dan senyawa  $NO_x$ . Sedangkan pada negara-negara yang standar emisinya tidak terlalu ketat, hanya mengukur 4 unsur dalam gas buang yaitu senyawa HC, CO,  $CO_2$  dan  $O_2$ .

#### 1. Karbon monoksida (CO)

Asap kendaraan merupakan sumber utama bagi karbonmonoksida di berbagai perkotaan. Data mengungkapkan bahwa 60% pencemaran udara di Jakarta di sebabkan karena benda bergerak atau transportasi umum yang berbahan bakar solar terutama berasal dari metromini. Formasi CO merupakan fungsi dari rasio kebutuhan udara dan bahan bakar dalam proses pembakaran di dalam ruang bakar mesin diesel. Percampuran yang baik antara udara dan bahan bakar terutama yang terjadi pada mesin-mesin yang menggunakan Turbocharger merupakan salah satu strategi untuk meminimalkan emisi CO. Karbon monoksida yang meningkat di berbagai perkotaan dapat mengakibatkan turunnya berat janin dan meningkatkan jumlah kematian bayi serta kerusakan otak. Karena itu strategi penurunan kadar karbon monoksida akan tergantung pada pengendalian emisi seperti

penggunaan bahan katalis yang mengubah bahan karbon monoksida menjadi karbon dioksida dan penggunaan bahan bakar terbarukan yang rendah polusi bagi kendaraan bermotor. Banyak CO dari gas buang itu tergantung dari perbandingan bahan bakar dan udara (Arends&Berenschot 1980 :73).

## 2. Hidrokarbon (HC)

Bensin adalah senyawa hidrokarbon, jadi setiap HC yang didapat di gas buang kendaraan menunjukkan adanya bensin yang tidak terbakar dan terbuang bersama sisa pembakaran. Apabila suatu senyawa hidrokarbon terbakar sempurna (bereaksi dengan oksigen) maka hasil reaksi pembakaran tersebut adalah karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Walaupun rasio perbandingan antara udara dan bensin ( $\text{AFR}=\text{air fuel ratio}$ ) sudah tepat dan didukung oleh desain ruang bakar mesin saat ini yang sudah mendekati ideal, tetapi tetap saja sebagian dari bensin seolah-olah tetap dapat “bersembunyi” dari api saat terjadi proses pembakaran dan menyebabkan emisi HC pada ujung knalpot cukup tinggi. Untuk menurunkan emisi HC dalam gas buang dalam gas buang diperlukan katalisator untuk mempercepat pembakaran dengan oksigen menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  (Arismunandar ,2002:155).

### 3. Karbondioksida (CO<sub>2</sub>)

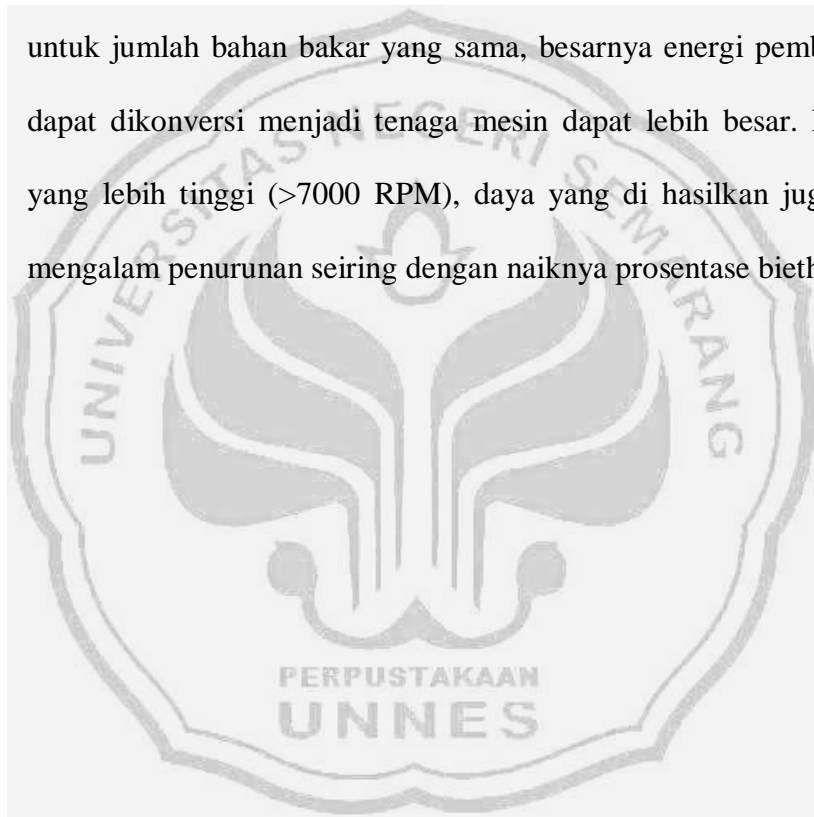
Karbondioksida merupakan ancaman terbesar seiring dengan kemajuan teknologi dan industri otomotif yang berdampak pada kesehatan manusia. Konsentrasi CO<sub>2</sub> menunjukkan secara langsung status proses pembakaran di ruang bakar. Semakin tinggi maka semakin baik. Saat AFR berada di angka ideal, emisi CO<sub>2</sub> berkisar antara 12% sampai 15%. Apabila AFR terlalu kurus atau terlalu kaya, maka emisi CO<sub>2</sub> akan turun secara drastis. Apabila CO<sub>2</sub> berada dibawah 12%, maka kita harus melihat emisi lainnya yang menunjukkan apakah AFR terlalu kaya atau terlalu kurus. Perlu diingat bahwa sumber dari CO<sub>2</sub> ini hanya ruang bakar dan CC (*Catalytic Converter*). Apabila CO<sub>2</sub> terlalu rendah tapi CO dan HC normal, menunjukkan adanya kebocoran *exhaust pipe*. Persen karbondioksida dalam gas buang dipergunakan sebagai petunjuk akan kesempurnaan pembakaran (Surbhakty 1978:54).

### 4. Oksigen (O<sub>2</sub>)

Konsentrasi dari oksigen di gas buang kendaraan berbanding terbalik dengan konsentrasi CO<sub>2</sub>. Untuk mendapatkan proses pembakaran yang sempurna, maka kadar oksigen yang masuk ke ruang bakar harus mencukupi untuk setiap molekul hidrokarbon. Dalam ruang bakar, campuran udara dan bensin dapat terbakar dengan sempurna apabila bentuk dari ruang bakar tersebut melengkung secara sempurna. Kondisi

ini memungkinkan molekul bensin dan molekul udara dapat dengan mudah bertemu untuk bereaksi dengan sempurna pada proses pembakaran. Tapi ruang bakar tidak dapat sempurna melengkung dan halus sehingga memungkinkan molekul bensin seolah-olah bersembunyi dari molekul oksigen dan menyebabkan proses pembakaran tidak terjadi dengan sempurna. Untuk mengurangi emisi HC, maka dibutuhkan sedikit tambahan udara atau oksigen untuk memastikan bahwa semua molekul bensin dapat “bertemu” dengan molekul oksigen untuk bereaksi dengan sempurna. Ini berarti AFR 14,7:1 ( $\lambda = 1.00$ ) sebenarnya merupakan kondisi yang sedikit kurus. Inilah yang menyebabkan oksigen dalam gas buang akan berkisar antara 0.5% sampai 1%. Normalnya konsentrasi oksigen di gas buang adalah sekitar 1.2% atau lebih kecil bahkan mungkin 0%. Tapi kita harus berhati-hati apabila konsentrasi oksigen mencapai 0%. Ini menunjukkan bahwa semua oksigen dapat terpakai semua dalam proses pembakaran dan ini dapat berarti bahwa AFR cenderung kaya. Dalam kondisi demikian, rendahnya konsentrasi oksigen akan berbarengan dengan tingginya emisi CO. Apabila konsentrasi oksigen tinggi dapat berarti AFR terlalu kurus tapi juga dapat menunjukkan beberapa hal lain. Menurut Winarno (2001 : 39) Nilai SFC mengalami penurunan pada seluruh range kecepatan yang diuji seiring dengan naiknya prosentase bioethanol dalam bahan bakar campuran bioethanol

dan pertamax dengan prosentase bioethanol 20 %. Penurunan nilai SFC pada seluruh range kecepatan yang diuji seiring dengan naiknya prosentasi bioethanol dalam bahan bakar campuran. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan bioethanol dalam bahan bakar pertamax dapat menurunkan konsumsi bahan bakar campuran. Hasil ini juga mengindikasikan bahwa untuk jumlah bahan bakar yang sama, besarnya energi pembakaran yang dapat dikonversi menjadi tenaga mesin dapat lebih besar. Pada putaran yang lebih tinggi ( $>7000$  RPM), daya yang dihasilkan juga cenderung mengalami penurunan seiring dengan naiknya prosentase bioethanol.





Tabel 2 Kondisi mesin berdasarkan kombinasi emisi gas buang

No Kasus	Parameter Emisi	Idle rpm	1.000-1500 rpm	2.500-3000 rpm	Catatan untuk setiap parameter emisi	Penyebab Gangguan	Keterangan
1.	CO	>	>	>	Tinggi pada semua rpm	campuran kaya/gemuk tutup karburator longgar filter udara kotor choke tertutup karburator rusak stelan pelampung ketinggian	<input type="checkbox"/> asap hitam knalpot <input type="checkbox"/> konsumsi bahan bakar tinggi <input type="checkbox"/> karburator banjir
	HC	=	=	=	Rata-rata normal		
	CO <sub>2</sub>	<	<	<	Selalu rendah		
	O <sub>2</sub>	=	=	=	Selalu normal		
2.	CO	>	>	=	Tinggi pada rpm rendah	<input type="checkbox"/> campuran kaya/gemuk <input type="checkbox"/> Penyetelan karburator salah <input type="checkbox"/> idle jet bermasalah	<input type="checkbox"/> asap hitam <input type="checkbox"/> konsumsi tinggi <input type="checkbox"/> rpm idle kasar
	HC	>	=	=	Tinggi pada rpm idle		
	CO <sub>2</sub>	<	=	=	Rendah pada rpm idle		
	O <sub>2</sub>	=	=	=	Selalu minimum		
3.	CO	<	=	=	Tinggi pada rpm idle	<input type="checkbox"/> campuran kaya/gemuk <input type="checkbox"/> penyetelan IMAS salah <input type="checkbox"/> idle jet kendor	<input type="checkbox"/> konsumsi tinggi <input type="checkbox"/> rpm idle tidak teratur
	HC	=	=	=	Rata-rata normal		
	CO <sub>2</sub>	<	=	=	Rendah pada rpm idle		
	O <sub>2</sub>	=	=	=	Selalu minimum		
4.	CO	<	=	=	Rendah pada rpm idle	<input type="checkbox"/> campuran miskin <input type="checkbox"/> penyetelan karburator salah <input type="checkbox"/> pasokan udara berlebih	<input type="checkbox"/> rpm idle tidak teratur <input type="checkbox"/> rpm akselerasi tidak teratur <input type="checkbox"/> suara ledakan di knalpot
	HC	>	=	=	Tinggi pada rpm idle		
	CO <sub>2</sub>	<	=	=	Rendah pada rpm idle		
	O <sub>2</sub>	>	=	=	Tinggi pada rpm tinggi		
5.	CO	=	=	=	Rata-rata normal	<input type="checkbox"/> pengapian terganggu <input type="checkbox"/> kontak point tidak baik <input type="checkbox"/> kabel busi rusak <input type="checkbox"/> busi salah/rusak <input type="checkbox"/> kapasitor rusak <input type="checkbox"/> kabel busi tebal <input type="checkbox"/> tutup distributor retak <input type="checkbox"/> timing terlalu advance	<input type="checkbox"/> konsumsi tinggi <input type="checkbox"/> rpm idle tidak teratur <input type="checkbox"/> tenaga kurang
	HC	>	>	>	Selalu tinggi		
	CO <sub>2</sub>	<	<	<	Rendah pada rpm idle		
	O <sub>2</sub>	>	>	>	Selalu tinggi		
6.	CO	=	=	=	Rata-rata normal	<input type="checkbox"/> kompresi rendah <input type="checkbox"/> seat valve rusak <input type="checkbox"/> ring piston rusak <input type="checkbox"/> silinder rusak <input type="checkbox"/> intake manifold bocor	<input type="checkbox"/> kompresi rendah
	HC	>	>	=	Tinggi pada rpm idle		
	CO <sub>2</sub>	<	<	=	Rendah pada rpm idle		
	O <sub>2</sub>	>	>	=	Tinggi pada rpm tinggi		
7.	CO	=	=	=	Rata-rata normal	<input type="checkbox"/> pengapian terganggu <input type="checkbox"/> timing terlalu maju <input type="checkbox"/> pengapian terganggu pada rpm tinggi <input type="checkbox"/> coil rusak <input type="checkbox"/> gap busi terlalu kecil	<input type="checkbox"/> konsumsi tinggi <input type="checkbox"/> tenaga kurang
	HC	=	=	>	Tinggi pada rpm tinggi		
	CO <sub>2</sub>	=	=	<	Rendah pada rpm tinggi		
	O <sub>2</sub>	=	=	=	Rata-rata normal		
8.	CO	>	>	<	Tinggi pada rpm rendah	<input type="checkbox"/> campuran kaya/gemuk <input type="checkbox"/> nozzle karburator aus	<input type="checkbox"/> konsumsi tinggi <input type="checkbox"/> tenaga kurang
	HC	>	=	=	Tinggi pada rpm idle		
	CO <sub>2</sub>	<	<	<	Selalu rendah		
	O <sub>2</sub>	=	=	>	Tinggi pada rpm tinggi		

## B. Kerangka Berfikir

Perbedaan performa motor berbahan bakar bensin 88 dan motor berbahan bakar pertamax 92, dengan variasi rpm (2.500-3250). Sehingga, di dapatkan perbedaan performa motor.

Putaran mesin atau rpm yang tepat akan menghasilkan emisi gas buang yang baik. Pada uji eksperimen sepeda motor, menggunakan bakar premium 88 dan pertamax 92.

Menaikkan putaran mesin atau rpm menyebabkan putaran mesin meningkat. Meningkatnya putaran mesin akan menyebabkan penghisapan bahan bakar terjadi lebih sering sehingga akan menyebabkan konsumsi bahan bakar meningkat. Konsumsi bahan yang meningkat akan menyebabkan volume gas buang meningkat.

Menurunkan rpm menyebabkan putaran mesin menurun sehingga konsumsi bahan bakar menurun karena penghisapan bahan bakar menjadi lebih jarang. Konsumsi bahan bakar yang menurun menyebabkan volume gas buang menurun.

Peneliti ingin mengetahui bagaimana perbedaan performa motor yang menggunakan bahan bakar premium 88 dan pertamax 92.

C. **Hipotesis**

Berdasarkan kajian teori yang telah dibahas di atas, maka hipotesis dalam penelitian ini adalah adanya perbedaan performa motor yang berbahan bakar premium 88 dan pertamax 92.



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### A. Rancangan Penelitian

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Dalam penelitian, perlakuan berupa variasi rpm motor yg berbahan bakar premium 88 dan pertamax 92 terhadap emisi gas buang, kemudian akan dilihat hasilnya berupa perubahan yang terjadi pada daya, torsi dan emisi gas buang di tiap variasi rpm yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92.

#### B. Analisis Data

Teknik analisa data yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan teknik penelitian diskriptif dengan menggunakan *microsoft excell* dengan cara mengolah data hasil observasi yang berupa data torsi, daya, dan emisi gas buang meliputi motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92. Kemudian dari data tersebut digunakan mencari perbedaan, dan data tersebut digambarkan secara grafis berupa grafik untuk melihat perbedaan yang dihasilkan antara daya, torsi, emisi gas buang meliputi : HC,CO,CO<sub>2</sub>,O<sub>2</sub> motor yang menggunakan bahan bakar premium 88 dan pertamax 92.

untuk mencari torsi ( $T = F \times r$ ).

untuk mencari daya  $P = \frac{2\pi nT}{60.000} \times 1.34$

$$1\text{kW} = 1,34 \text{ (hp)}$$

### C. Variabel Penelitian

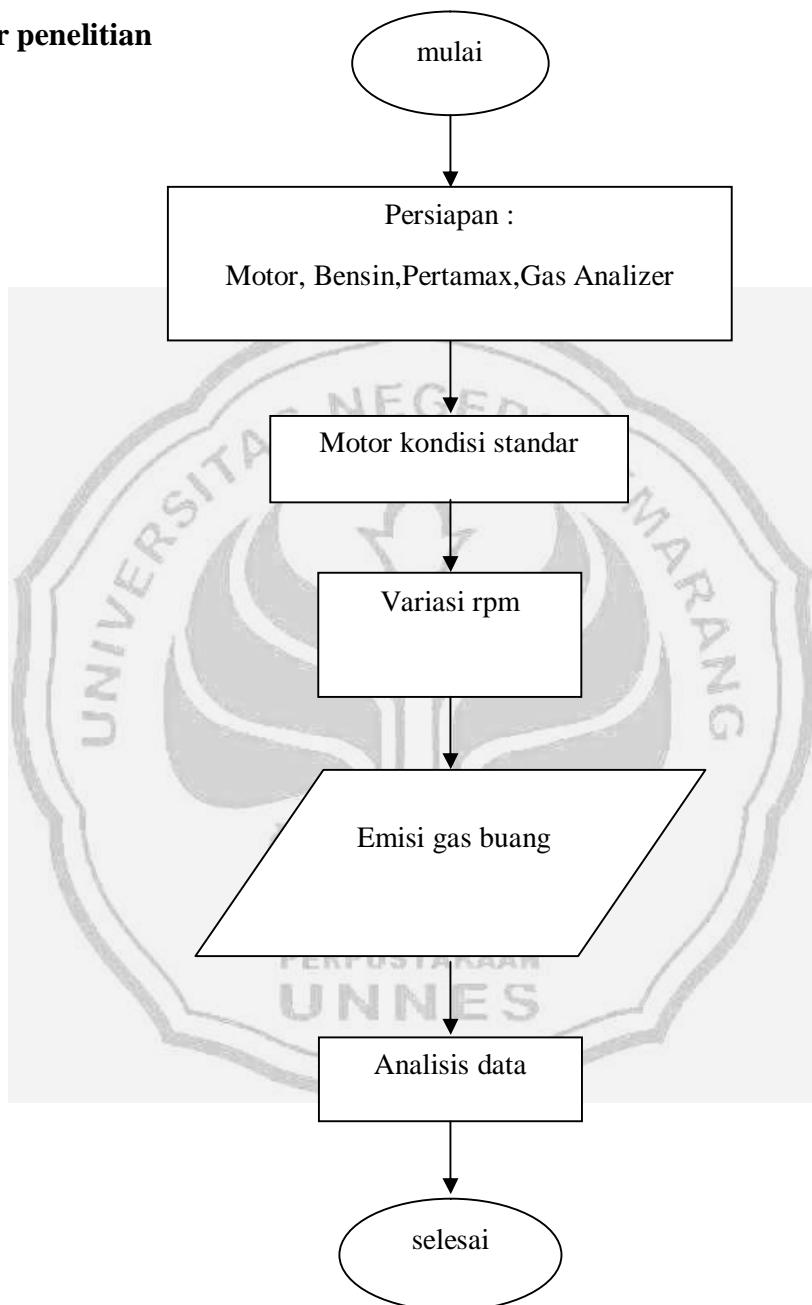
Variabel adalah obyek penelitian, atau apa yang menjadi titik perhatian suatu penelitian (Arikunto, 2006: 118). Dalam penelitian ini terdapat tiga variabel, yaitu :

1. Variasi rpm (variabel bebas)
2. Daya dan torsi (variabel terikat)
3. Emisi gas buang (variabel terikat)



## D. Pengumpulan data

### a. alur penelitian



**Gambar 7 alur penelitian**

## b. Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan eksperimen dan pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan pada :

Hari : Senin 3

Tanggal : Juli 2012

Jam : 08.00 WIB – 16.00 WIB

Tempat : Ruang uji emisi Yamaha Flagship Shop Jalan Pemuda 83-85 Semarang dan hyperspeed pedurangan.

## c. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Bahan bakar berupa bensin premium 88 dan pertamax 92
2. Obyek yang digunakan untuk penelitian adalah sepeda motor dengan merek

Yamaha Mio. Berikut adalah spesifikasi dari obyek penelitian:

Tipe mesin = 4 langkah,SOHC 2-Klep pendingin udara

Diameter x Langkah piston = 50.0 x 57.9 mm

Volume Silinder = 113.7 cc

Perbandingan kompresi = 8.8 : 1

Daya Maksimum = 6.54 kW (8.9 ps) / 12,000 rpm

Torsi Maksimum = 7.84 Nm (0.88 kgf.m) / 4,000 rpm

Sistem pengapian = DC - CDI, baterai

**d. Alat**

1. Sepeda motor Yamaha Mio
2. *Dynamometer*, alat yang digunakan untuk mengukur torsi sebuah mesin motor



**Gambar 8. alat Dynamometer**

PERPUSTAKAAN  
UNNES



3. Gas analyzer untuk Digunakan untuk mengukur kandungan HC, CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> dalam gas hasil pembakaran.



**Gambar 9. alat Gas Analyzer**

4. Tachometer, alat untuk mengukur putaran mesin.

**e. Pelaksanaan Penelitian**

Ada dua tahapan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu langkah persiapan dan langkah pengujian.

Persiapan dan pemeriksaan bagian mesin:

- 1) Melakukan pengecekan kondisi mesin uji yang meliputi kondisi minyak pelumas mesin, busi, kabel CDI, kabel koil, dan kabel-kabel sistem kelistrikan yang lainnya.

- 2) Melakukan servis dan *tune up* pada mesin uji yang meliputi penyetelan karburator, celah katup (*intake valve* dan *outlet valve*) dan lain-lain.

Persiapan dan pemeriksaan alat uji :

- 1) Memeriksa pemasangan alat uji dan perangkat alat uji.
- 2) Menyiapkan dan memeriksa alat ukur dan alat-alat tambahan lainnya.
- 3) Memeriksa selang dan sambungan-sambungan untuk memastikan tidak terjadi kebocoran atau hal lain yang dapat menghambat proses pengujian.
- 4) Memastikan semua instrumen bisa bekerja dengan baik untuk mendapatkan hasil yang optimal dan menghindari terjadinya kecelakaan kerja.

Langkah-langkah pengujian kinerja mesin sebagai berikut :

- 1) Melakukan variasi Rpm. Penelitian akan menggunakan 6 variasi rpm. Pada awal penelitian menggunakan putaran rpm yang rendah. Penelitian dilakukan dengan variasi putaran sehingga di dapat emisi gas buang yang sesuai.
- 2) Memasang selang buret tetes pada lubang masuk bahan bakar pada karburator. Kemudian isi buret tetes dengan premium 88 dan pertamax 92 untuk melihat hasil dari perbedaan bahan bakar tersebut.
- 3) Pasang selang gas analizer pada knalpot motor.
- 4) Nyalakan sepeda motor.
- 5) Catat data besar daya,torsi ,konsumsi bahan bakar dan data emisi gas buang..
- 6) Variasi Rpm dimulai dari 1750-3250 rpm.

- 7) Pengujian kembali dilakukan dengan mengulang langkah-langkah pengujian awal dengan menggunakan variasi rpm.

*Tabel 3. Lembar Pengambilan Data Penelitian*

Tabel . Lembar Observasi


(menggunakan premium 88)

Put (rpm)	Torsi ( Nm )	Daya (kW)	HC (ppm)	CO (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	O <sub>2</sub> (ppm)
1750						
2000						
2250						
2500						
2750						
3000						
3250						

Tabel 4. Lembar Observasi

(menggunakan pertamax 92)

Put (rpm)	Torsi ( Nm )	Daya (kW)	HC (ppm)	CO (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	O <sub>2</sub> (ppm)
1750						
2000						
2250						
2500						
2750						
3000						
3250						



## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

##### 1. Data Hasil Penelitian

Data yang diperoleh dari eksperimen berupa data hasil torsi dari mesin sepeda motor yang diuji pada *dynamometer* dan *gas analyzer*, kemudian diolah lebih lanjut menjadi daya dan emisi gas buang. Data yang diperoleh masih berupa :

- a. Torsi dalam satuan Newton meter ( Nm )
- b. Putaran mesin dalam satuan *revolution per minute* (rpm)
- c. Emisi gas buang (ppm)

Alasan menggunakan kendaraan sepeda motor dalam penelitian ini yaitu karena peneliti ingin mengetahui bagaimana perbedaan performa motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92, disamping itu menggunakan sepeda motor lebih efisien dibandingkan menggunakan mobil dan hemat biaya pelitian. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui perbedaan performa baik daya, torsi dan emisi gas buang motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92. Dapat di lihat dari tabel berikut ini. Data hasil penelitian dicatat pada lembar observasi dan penelitian kemudian ditabulasikan pada tabel berikut ini.

Tabel.5 Data Hasil Penelitian menggunakan Premium 88

Putaran (Rpm)	Torsi (Nm)	Daya (kW)	HC (ppm)	CO (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	O <sub>2</sub> (ppm)
1750	15.2	3.7	159	0.3	4.53	18.53
2000	16.5	4.6	163	0.21	4.55	16.71
2250	14.4	4.5	159	0.26	4.54	15.88
2500	12.0	4.3	164	0.28	4.57	16.71
2750	10.9	4.3	164	0.26	4.56	16.71
3000	9.1	3.9	163	0.15	4.56	16.71
3250	6.8	3.1	163	0.03	4.55	16.71

Dari tabel 5, dari pengujian daya dan torsi motor yang menggunakan bahan bakar premium 88 didapatkan *maximum power* ( daya maksimum) sebesar 4.7 kW pada 2034 rpm sedangkan *maximum torque* (torsi maksimum) sebesar 16.73 Nm pada 1904 rpm.

Keterangan :

- a. Data dari tabel 5 di atas hanya menunjukkan rata-rata hasil penelitian yang dilakukan selama 2 kali penelitian data lengkap d.lampiran 1.
  - b. Pengujian dilakukan di bengkel uji emisi Yamaha Flagship Shop Semarang, dengan pengawasan dari service advisor Yamaha yaitu bapak Bagus dan di bengkel Hyperspeed Semarang dibawah pengawasan saudara Yansen.
2. Hasil uji peforma mesin sepeda motor 4 langkah 113.7 cc motor yang menggunakan pertamax 92, dari berbagai variasi putaran 1750 rpm, 2000rpm,2250 rpm, 2500 rpm, 2750 rpm, 3000 rpm dan 3250 rpm. Di dapatkan hasil pengukuran sebagai berikut :

Tabel. 6 Data Hasil Penelitian menggunakan Pertamina 92

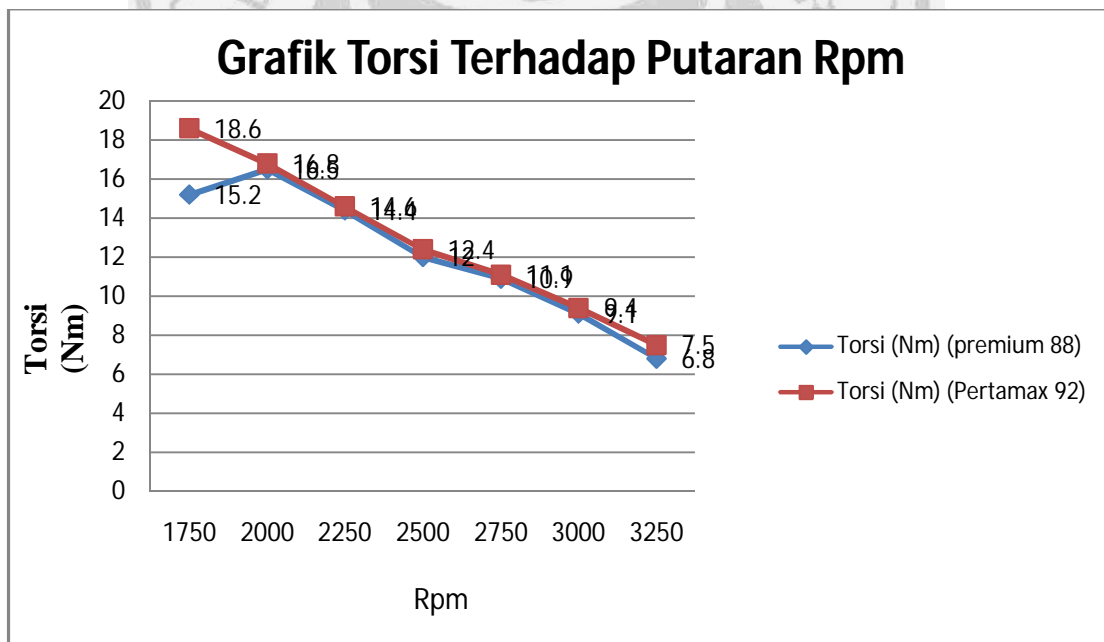
Putaran (Rpm)	Torsi (Nm)	Daya (kW)	HC (ppm)	CO (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	O <sub>2</sub> (ppm)
1750	18.6	4.6	30	0.28	4.22	20.60
2000	16.8	4.7	68	0.19	4.16	20.66
2250	14.6	4.6	29	0.24	4.23	20.62
2500	12.4	4.4	28	0.24	4.23	20.56
2750	11.1	4.3	26	0.24	4.23	20.53
3000	9.4	4.0	14	0.12	4.29	20.55
3250	7.5	3.5	11	0.008	4.35	20.47

Dari tabel 6, dari pengujian daya dan torsi motor yang menggunakan bahan bakar pertamax 92 didapatkan *maximum power* ( daya maksimum) sebesar 4.8 kW pada 2033 rpm sedangkan *maximum torque* (torsi maksimum) sebesar 18.63 Nm pada 1715 rpm. Pada penelitian ini di ambil sampel di 2000 rpm, untuk melihat perbedaan torsi motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92. Pada gambar. 10 dapat dilihat pada 2000 rpm, torsi yang menggunakan premium 88 sebesar 16.5 Nm dan torsi pertamax 92 sebesar 16.8 Nm. Motor yang menggunakan premium 88 torsi yang dihasilkan cenderung lebih kecil dibandingkan motor yang menggunakan pertamax 92, hal ini di karenakan pengaruh nilai oktan pertamax 92 lebih tinggi di bandingkan premium 88 dan variasi rpm yang menyebabkan terjadinya perbedaan besarnya torsi antara keduanya sehingga didapatkan torsi yang menggunakan pertamax 92 jauh lebih besar dibandingkan yang menggunakan premium 88. Berikut tabel 7 dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 7 data hasil penelitian Perbedaan Torsi yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92 .

Putaran (Rpm)	Torsi (Nm) (premium 88)	Torsi (Nm) (Pertamax 92)
1750	15.2	18.6
2000	16.5	16.8
2250	14.4	14.6
2500	12	12.4
2750	10.9	11.1
3000	9.1	9.4
3250	6.8	7.5

Dari tabel 7 didapatkan grafik torsi sebagai berikut :



Gambar 10. Grafik torsi terhadap putaran mesin

Berdasarkan grafik hasil pengujian pada gambar.10 menunjukkan bahwa adanya perbedaan antara torsi yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92. Semakin



rpm di naikan torsi yang menggunakan premium 88 cenderung mengalami penurunan. Torsi maksimum berada di 1904 rpm sebesar 16.73 Nm dan 2000 rpm sebesar 16.5 Nm. Terjadi kenaikan torsi premium 88 di 2000 rpm sebesar 16.5 Nm. Semakin di naikan dari 2250 - 3250 rpm cenderung mengalami penurunan rata-rata sebesar 2.4 Nm. Sedangkan yang menggunakan bahan bakar pertamax 92 di 1750 rpm di dapatkan torsi sebesar 18.6 Nm. Sedangkan torsi maksimum di dapat 1715 rpm sebesar 18,63 Nm dan 1750 rpm sebesar 18.6 Nm. Hasil dari gambar grafik perbedaan torsi premium 88 dan pertamax 92, motor dalam pengujian menggunakan bahan pertamax 92 memiliki torsi yang lebih tinggi daripada motor yang menggunakan bahan bakar premium 88. Kenaikan torsi disebabkan oleh naiknya angka oktan atau nilai oktan suatu bahan bakar, dapat dilihat pada gambar. 10, dengan bahan bakar yang mempunyai nilai oktan yang tinggi menyebabkan tekanan dan temperatur pembakaran semakin tinggi sehingga energi pembakaran yang dihasilkan juga akan semakin besar. Di samping itu, dengan nilai oktan suatu bahan bakar yang tinggi menyebabkan proses pembakaran lebih sempurna sehingga energi hasil pembakaran dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk menghasilkan torsi. Hal ini yang menyebabkan adanya hubungan energi terhadap torsi.

Pada penelitian ini di ambil sampel di 2000 rpm, untuk melihat perbedaan daya motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92. Pada gambar. 11 dapat dilihat pada 2000 rpm, daya yang menggunakan premium 88 sebesar 4.6 kW dan daya pertamax 92 sebesar 4.7 kW. Motor yang menggunakan premium 88 daya

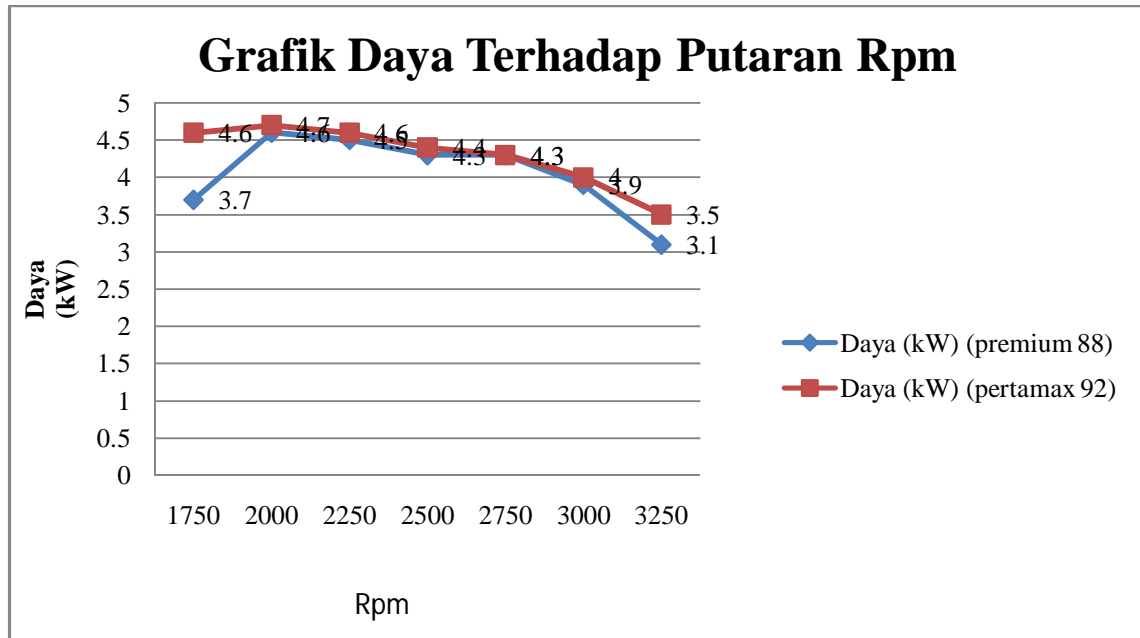
yang dihasilkan cenderung lebih kecil dibandingkan motor yang menggunakan pertamax 92, yaitu selisih 0.1 kW. Alasan sampel di buat di 2000 rpm, karena terjadi kenaikan yang signifikan di 2000 rpm dapat di lihat pada gambar. 11. Motor yang menggunakan premium 88 daya yang dihasilkan cenderung lebih kecil dibandingkan motor yang menggunakan pertamax 92, hal ini di karenakan pengaruh nilai oktan pertamax 92 lebih tinggi di bandingkan premium 88 dan variasi rpm yang menyebabkan terjadinya perbedaan besarnya daya antara keduanya sehingga didapatkan daya yang menggunakan pertamax 92 jauh lebih besar dibandingkan yang menggunakan premium 88, hal ini dapat dibuktikan dengan perhitungan besarnya daya secara manual dapat dilihat pada lampiran 2.

Berikut tabel 4.4 dapat dilihat dibawah ini.

Tabel.8 Data hasil penelitian Perbedaan Daya yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92

Putaran (Rpm)	Daya (kW) (premium 88)	Daya (kW) (pertamax 92)
1750	3.7	4.6
2000	4.6	4.7
2250	4.5	4.6
2500	4.3	4.4
2750	4.3	4.3
3000	3.9	4
3250	3.1	3.5

Dari tabel.8 didapatkan grafik daya sebagai berikut :



Gambar.11 Grafik daya terhadap putaran mesin.

Berdasarkan grafik hasil pengujian pada gambar.11 menunjukkan bahwa adanya perbedaan antara daya yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92. Semakin rpm di naikkan daya yang menggunakan premium 88 cenderung mengalami kenaikan dari 1750,2000,2250 rpm dan mengalami penurunan di 2000 rpm, hal ini disebabkan karena motor yang digunakan dalam penelitian menggunakan motor Yamaha mio 113 cc yang menggunakan cvt (*continuesly variable transmiton*) jadi pada saat rpm dinaikkan grafik pada gambar.11 mengalami penurunan disebabkan motor menggunakan cvt sehingga tenaga yang dihasilkan cenderung lebih kecil dibandingkan dengan motor yang menggunakan tranmisi manual. Daya maksimum berada di 2034 rpm sebesar 4,7 kW dan 2250 rpm sebesar 4,6 kW. Daya minimum berada di 3250 rpm sebesar 3,1 kW. Sedangkan yang menggunakan bahan bakar

pertamax 92 di 1750 rpm daya di hasilkan cenderung lebih besar dibandingkan yang menggunakan premium 88 yaitu sebesar 4,6 kW. Torsi maksimum yang menggunakan bakar pertamax 92 berada di 2033 rpm sebesar 4,8 kW dan 2250 rpm sebesar 4,6 kW. Kesimpulan dari gambar grafik perbedaan daya premium 88 dan pertamax 92, motor dalam pengujian menggunakan bahan pertamax 92 memiliki daya yang lebih besar dibandingkan motor yang menggunakan bahan bakar premium dengan variasi rpm yang sama.

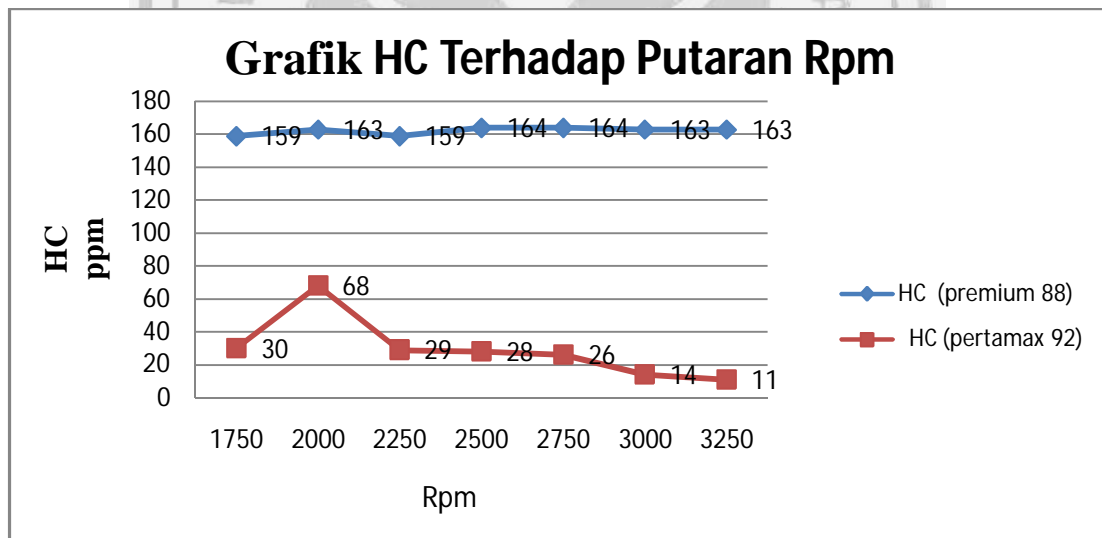
Pada penelitian ini di ambil sampel di 2000 rpm, untuk melihat perbedaan kadar HC motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92. Pada gambar. 12 dapat dilihat kadar HC yang menggunakan premium 88 sebesar 163 ppm dan HC pertamax 92 sebesar 68 ppm. Hal ini dikarenakan motor yang menggunakan premium 88 tidak terjadi pembakaran sebagai mana mestinya sehingga bahan bakar premium 88 sebagai senyawa hidrokarbon tidak teroksidasi dengan  $O_2$  hal ini yang menyebabkan kadar HC premium 88 lebih tinggi dibandingkan motor yang menggunakan pertamax 92. Motor yang menggunakan pertamax 92 tidak peka terhadap detonasi dan pembakaran yang dihasilkan motor yang menggunakan bahan bakar pertamax 92 teroksidasi dengan  $O_2$  sehingga kadar HC sebagai senyawa hidrokarbon berubah menjadi  $CO$ ,  $CO_2$  dan  $H_2O$  menyebabkan kadar HC motor yang menggunakan pertamax 92, kadar HC yang dihasilkan lebih rendah.

Berikut tabel 9. dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 9. Data hasil penelitian perbedaan kadar HC motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92.

Putaran (Rpm)	HC (premium 88) (ppm)	HC (pertamax 92) (ppm)
1750	159	30
2000	163	68
2250	159	29
2500	164	28
2750	164	26
3000	163	14
3250	163	11

Dari tabel 9. didapatkan grafik HC sebagai berikut :



Gambar .12 Grafik kadar HC terhadap putaran mesin.

Berdasarkan grafik hasil pengujian pada gambar.12 menunjukkan bahwa adanya perbedaan antara kadar HC (hidro karbon) yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92. Semakin rpm di naikkan kadar HC yang menggunakan premium 88

cenderung mengalami kenaikan dari 1750 – 2000 rpm sebesar yaitu 1750 rpm kadar HC yang dihasilkan sebesar 159 ppm dan 2000 rpm kadar HC yang dihasilkan sebesar 163 ppm. Kadar HC maksimum yang menggunakan premium 88, berada di 2500 - 2750 rpm yaitu 2500 – 2750 rpm kadar HC sebesar 164. Kadar HC minimum cenderung berada di 1750 rpm dengan kadar HC sebesar 159 ppm. Sedangkan yang menggunakan bahan bakar pertamax 92 di 1750 – 2000 mengalami kenaikan yaitu 1750 rpm yaitu kadar HC sebesar 30 ppm dan 2000 rpm kadar HC sebesar 68 ppm. Mengalami penurunan HC di 2250 – 3250 rpm. Kadar HC Maksimum tertinggi di 2000 rpm sebesar 68 ppm sedangkan kadar HC minimum berada di 3250 rpm sebesar 11 ppm. Kesimpulan dari gambar grafik. 12 perbedaan kadar HC premium 88 dan pertamax 92, motor yang dalam pengujian menggunakan bahan bakar pertamax 92 memiliki kadar HC yang lebih rendah dibandingkan yang menggunakan premium 88. Semakin rpm di naikkan di dapat kadar HC yang semakin rendah.

Pada penelitian ini di ambil sampel di 2000 rpm, untuk melihat perbedaan kadar CO motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92. Pada gambar. 13 dapat dilihat kadar CO yang menggunakan premium 88 sebesar 0.21 dan kadar CO yang menggunakan pertamax 92 sebesar 0.19 ppm, yaitu selisih 0.02 ppm. Hal ini dikarenakan motor yang menggunakan premium 88 tidak terjadi pembakaran sebagai mana mestinya sehingga bahan bakar premium 88 sebagai senyawa hidrokarbon tidak teroksidasi dengan O<sub>2</sub> hal ini yang menyebabkan kadar CO premium 88 lebih tinggi

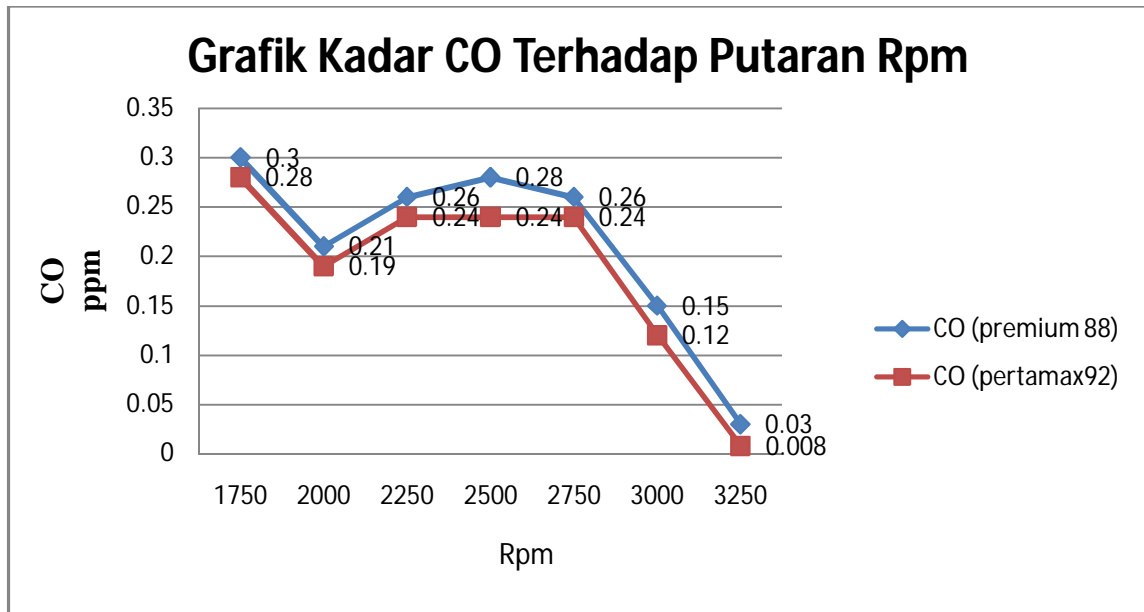
dibandingkan motor yang menggunakan pertamax 92. Motor yang menggunakan pertamax 92 tidak peka terhadap detonasi dan pembakaran yang dihasilkan motor yang menggunakan bahan bakar pertamax 92 teroksidasi dengan  $O_2$  sehingga kadar CO sebagai senyawa hidrokarbon berubah menjadi CO,  $CO_2$  dan  $H_2O$  menyebabkan kadar CO motor yang menggunakan pertamax 92, kadar CO yang dihasilkan lebih rendah.

Berikut tabel. 10 dapat dilihat dibawah ini.

Tabel. 10 Data hasil penelitian Perbedaan kadar CO motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92.

Putaran (Rpm)	CO (premium 88) (ppm)	CO (pertamax92) (ppm)
1750	0.3	0.28
2000	0.21	0.19
2250	0.26	0.24
2500	0.28	0.24
2750	0.26	0.24
3000	0.15	0.12
3250	0.03	0.008

Dari tabel.10 didapatkan grafik CO sebagai berikut :



Gambar.13 Grafik kadar CO terhadap putaran mesin.

Berdasarkan grafik hasil pengujian pada gambar.13 menunjukkan bahwa adanya perbedaan antara kadar CO (karbon monosida) yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92. di 1750 rpm kadar CO yang dihasilkan sebesar 0.3 ppm. Semakin rpm di naikkan kadar CO yang menggunakan premium 88 cenderung mengalami penurunan dari 2000 – 3250 rpm. Kadar CO maksimum yang menggunakan premium 88, berada di awal pengujian yaitu 1750 rpm sebesar 0.28 ppm dan kadar CO minimum berada di 3250 rpm. Sedangkan yang menggunakan bahan bakar pertamax 92 kadar CO untuk 1750 rpm sebesar 0.28 ppm. Semakin rpm dinaikkan kadar CO yang dihasilkan semakin rendah. Kadar CO maksimum berada di 1750 rpm sebesar 0.28 ppm, sedangkan kadar CO minimum berda di 3250 rpm sebesar 0.008 ppm. Kesimpulan dari gambar grafik.13 perbedaan kadar CO premium 88 dan pertamax 92, motor yang menggunakan bahan bakar pertamax 92 memiliki kadar CO



lebih rendah dibandingkan motor yang menggunakan bahan bakar premium 88 dan kedua bahan bakar tersebut apabila putaran rpm dinaikkan kadar CO yang dihasilkan semakin kecil.

Pada penelitian ini di ambil sampel di 2000 rpm, untuk melihat perbedaan Kadar CO<sub>2</sub> motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92. Pada gambar. 14 dapat dilihat kadar CO<sub>2</sub> yang menggunakan premium 88 sebesar 4.55 ppm dan kadar CO<sub>2</sub> yang menggunakan pertamax 92 sebesar 4.16 ppm, yaitu selisih 0.31 ppm.

Kadar CO<sub>2</sub> premium 88 cenderung lebih tinggi dibandingkan motor yang menggunakan pertamax 92, hal ini dikarenakan motor yang menggunakan premium 88 tidak terjadi pembakaran sebagai mana mestinya sehingga bahan bakar premium 88 sebagai senyawa hidrokarbon tidak teroksidasi dengan O<sub>2</sub> hal ini yang menyebabkan kadar CO<sub>2</sub> premium 88 lebih tinggi dibandingkan motor yang menggunakan pertamax 92. Motor yang menggunakan pertamax 92 tidak peka terhadap detonasi dan pembakaran yang dihasilkan motor yang menggunakan bahan bakar pertamax 92 teroksidasi dengan O<sub>2</sub> sehingga kadar CO sebagai senyawa hidrokarbon berubah menjadi CO, CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O menyebabkan kadar CO<sub>2</sub> motor yang menggunakan pertamax 92, kadar CO<sub>2</sub> yang dihasilkan lebih rendah.

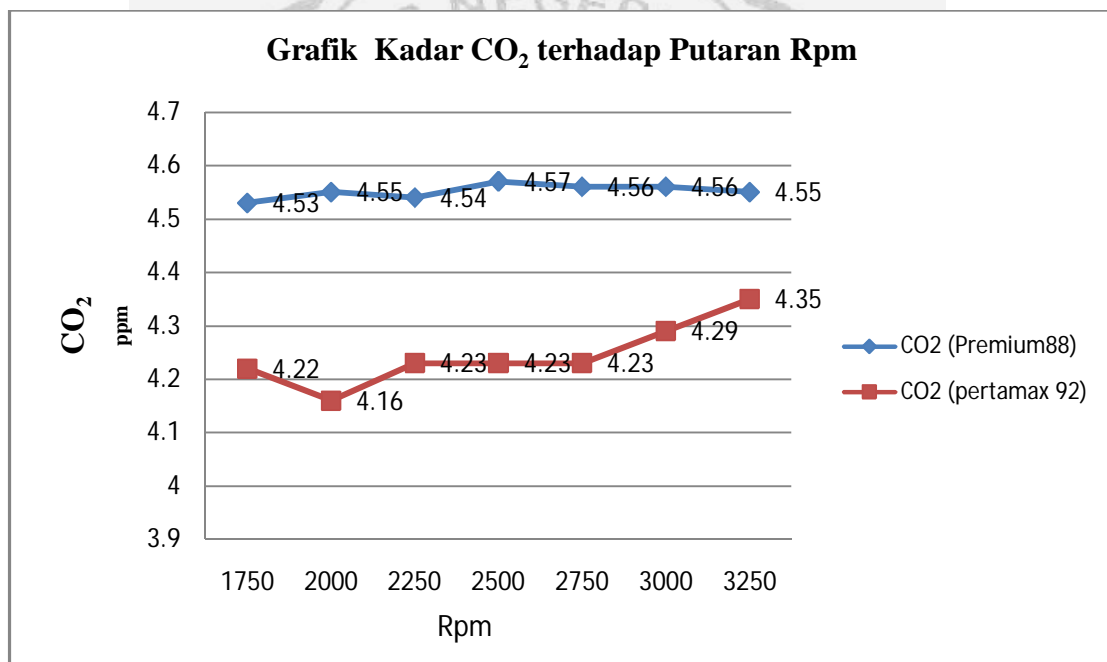
Berikut tabel.11 dapat dilihat dibawah ini.

Tabel.11 Data hasil penelitian perbedaan kadar CO<sub>2</sub> motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92.

Putaran (Rpm)	CO <sub>2</sub> (Premium88) (ppm)	CO <sub>2</sub> (pertamax 92) (ppm)
------------------	--------------------------------------	-------------------------------------

1750	4.53	4.22
2000	4.55	4.16
2250	4.54	4.23
2500	4.57	4.23
2750	4.56	4.23
3000	4.56	4.29
3250	4.55	4.35

Dari tabel.11 didapatkan grafik CO<sub>2</sub> sebagai berikut :



Gambar.14 Grafik kadar CO<sub>2</sub> terhadap putaran rpm.

Berdasarkan grafik hasil pengujian pada gambar.14 menunjukkan bahwa adanya perbedaan antara kadar CO<sub>2</sub> (karbondioksida) yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92. di 1750 rpm kadar CO<sub>2</sub> yang dihasilkan sebesar 4.53 ppm. Semakin rpm di naikkan kadar CO<sub>2</sub> yang menggunakan premium 88 cenderung mengalami kenaikan yaitu di 2000 rpm sebesar 0.02 ppm dan di 2250 rpm

mengalami penurunan sebesar 0.01 ppm. Kadar Kadar CO<sub>2</sub> maksimum yang menggunakan premium 88 berada di 2500 rpm yaitu sebesar 4.57 ppm. Sedangkan kadar CO<sub>2</sub> minimum berada di 1750 rpm sebesar 4.53 ppm. Sedangkan yang menggunakan bahan bakar pertamax 92 kadar CO<sub>2</sub> untuk 1750 rpm sebesar 0.22 ppm, Semakin rpm di naikkan kadar CO<sub>2</sub> yang menggunakan premium 88 cenderung mengalami penurunan yaitu di 2000 rpm sebesar 0.06 ppm. di rpm 2250,2500, 2750 mengalami kenaikan kadar CO<sub>2</sub> yaitu sebesar 0.07 menjadi 4.23 ppm dan di 3000 – 3250 rpm mengalami kenaikan 0.06 menjadi 4.29 ppm, 3000 rpm sebesar 4.35 ppm. Kadar CO<sub>2</sub> yang menggunakan pertamax terendah berada di 2000 rpm sebesar 4.16 ppm dan kadar CO<sub>2</sub> tertinggi berada di 3250 rpm yaitu sebesar 4.35 ppm. Kesimpulan dari gambar grafik.14 perbedaan kadar CO<sub>2</sub> premium 88 dan pertamax 92, motor yang menggunakan bahan bakar pertamax 92 memiliki kadar CO<sub>2</sub> lebih rendah dibandingkan dengan yang menggunakan premium 88. Kadar CO<sub>2</sub> yang menggunakan premium 88 cenderung kadar CO<sub>2</sub> tidak stabil naik turun. Sedangkan motor yang menggunakan pertamax 92 cenderung mengalami kenaikan pada saat rpm dinaikkan.

Pada penelitian ini di ambil sampel di 2000 rpm, untuk melihat perbedaan kadar O<sub>2</sub> motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92. Pada gambar. 15 dapat dilihat kadar O<sub>2</sub> yang menggunakan premium 88 sebesar 16.71 ppm dan kadar O<sub>2</sub> yang menggunakan pertamax 92 sebesar 20.66 ppm, yaitu selisih 3.95 ppm. Kadar O<sub>2</sub> motor yang menggunakan bahan bakar premium 88 lebih rendah dibandingkan

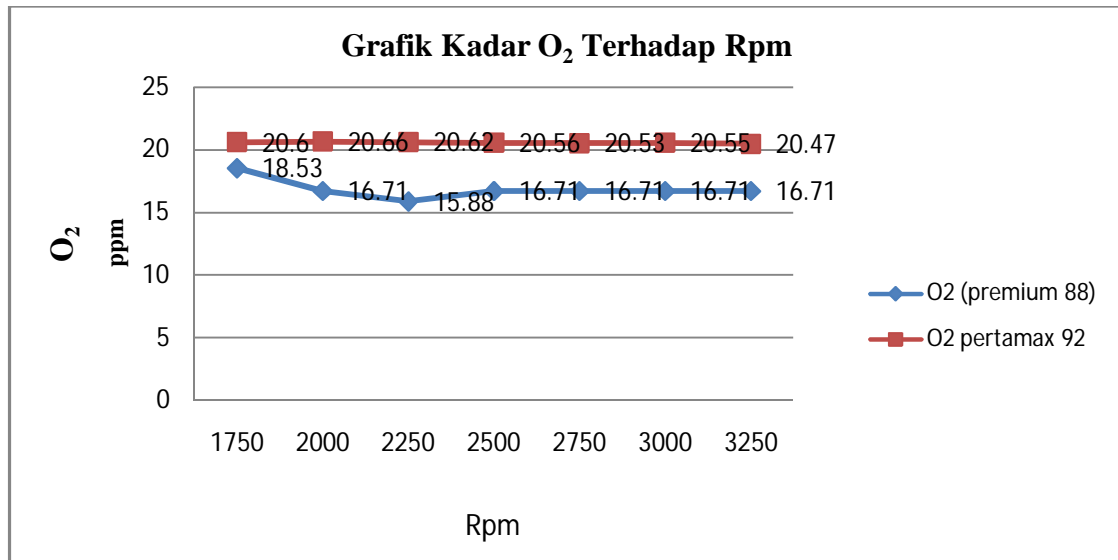
motor yang menggunakan pertamax 92, hal ini dikarenakan motor yang menggunakan premium 88 pada 2000 rpm proses pembakarannya tidak terjadi sebagaimana mestinya tidak teroksidasi dengan  $O_2$  senyawa hidrokarbon tidak terurai menjadi  $CO$ ,  $CO_2$  sehingga kadar  $O_2$  motor yang menggunakan premium 88 kadar  $O_2$  yang dihasilkan cenderung lebih rendah dibandingkan motor yang menggunakan pertamax 92. Motor yang menggunakan pertamax 92 mampu teroksidasi, sehingga senyawa HC dari bahan bakar pertamax 92 terurai menjadi  $CO_2$ ,  $H_2O$  dan terjadi pembakaran yang sempurna.

Berikut tabel.12 dapat dilihat dibawah ini.

Tabel.12 Data hasil penelitian perbedaan kadar  $O_2$  motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92

Putaran (Rpm)	$O_2$ (premium 88) (ppm)	$O_2$ pertamax 92 (ppm)
1750	18.53	20.6
2000	16.71	20.66
2250	15.88	20.62
2500	16.71	20.56
2750	16.71	20.53
3000	16.71	20.55
3250	16.71	20.47

Dari tabel.12 didapatkan grafik  $O_2$  sebagai berikut :



Gambar.15 Grafik kadar O<sub>2</sub> terhadap putaran mesin

Berdasarkan grafik hasil pengujian pada gambar.15 menunjukkan bahwa adanya perbedaan antara kadar O<sub>2</sub> (oksigen) yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92. di 1750 rpm kadar O<sub>2</sub> yang dihasilkan sebesar 18.53 ppm. di 2000 – 2250 mengalami penurunan kadar O<sub>2</sub> sebesar 0.83 ppm dan di 2250-3250 rpm mengalami kenaikan sebesar 0.83 ppm. Kadar O<sub>2</sub> terbesar yang menggunakan premium 88 berada di 1750 rpm dan kadar O<sub>2</sub> terkecil berada di 2250 rpm sebesar 15.88 ppm. Kadar O<sub>2</sub> yang menggunakan pertamax 92 terendah berada di 1750 rpm sebesar 20.6 ppm dan mengalami kenaikan di 2000 rpm sebesar 0.06 ppm. Kadar O<sub>2</sub> yang menggunakan pertamax 92 tertinggi di 2000 rpm sebesar 20.66 ppm. Kesimpulan dari gambar grafik.15 perbedaan kadar O<sub>2</sub> premium 88 dan pertamax 92, motor yang menggunakan bahan bakar pertamax 92 memiliki kadar O<sub>2</sub> lebih besar dibandingkan yang menggunakan premium 88. Semakin rpm dinaikan kadar O<sub>2</sub> tidak stabil naik turun.

**a. Uji analisis perbedaan Torsi yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92**

Data hasil penelitian analisis perbedaan Torsi yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92 dapat dilihat pada tabel 7. Data tersebut kemudian diolah menggunakan menggunakan metode diskriptif untuk memperoleh gambaran dan perbedaan torsi motor yang menggunakan bahan bakar premium 88 dan pertamax 92. Dari tabel 7 diatas dapatkan jelaskan motor yang menggunakan menggunakan pertamax 92 memiliki torsi jauh lebih besar daripada motor yang menggunakan premium 88. Pada saat putaran rpm diperbesar didapatkan torsi semakin kecil motor yang menggunakan premium 88 maupun pertamax 92.

**b. Uji analisis perbedaan Daya yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92**

Data hasil penelitian Perbedaan Daya yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92 dapat dilihat pada tabel 8. Data tersebut kemudian diolah menggunakan menggunakan metode diskriptif untuk memperoleh gambaran dan perbedaan daya motor yang menggunakan bahan bakar premium 88 dan pertamax 92. Dari tabel 8 diatas dapatkan jelaskan motor yang menggunakan pertamax 92 memiliki daya yang lebih besar daripada motor yang menggunakan premium 88. Pada putaran menengah didapatkan daya cenderung lebih besar.

**c. Uji analisis perbedaan kadar HC motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92**

Data hasil penelitian perbedaan kadar HC motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92 dapat dilihat pada tabel 9. Data tersebut kemudian diolah menggunakan menggunakan metode diskriptif untuk memperoleh gambaran dan perbedaan kadar HC motor yang menggunakan bahan bakar premium 88 dan pertamax 92. Dari tabel 9 diatas dapat jelaskan motor yang menggunakan premium 88 kadar HC yang dihasilkan cenderung lebih besar antara 159 – 163 ppm semakin rpm dinaikan kadar HC semakin menurun sedangkan menggunakan pertamax 92 kadar HC yang dihasilkan cenderung lebih kecil antara 11 – 30 ppm semakin rpm dinaikan kadar HC yang menggunakan bahan bakar pertamax 92 relatif menurun dibandingkan premium 88.

**d. Uji analisis perbedaan kadar CO motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92**

Data hasil penelitian hasil penelitian perbedaan kadar CO motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92 dapat dilihat pada tabel 10. Data tersebut kemudian diolah menggunakan menggunakan metode penelitian diskriptif untuk memperoleh gambaran dan perbedaan kadar CO motor yang menggunakan bahan bakar premium 88 dan pertamax 92. Dari tabel 10 diatas dapat jelaskan motor yang menggunakan premium 88 kadar CO cenderung tinggi dibandingkan motor yang menggunakan bahan bakar pertamax 92. Motor yang menggunakan pertamax 92, pada saat rpm dinaikkan kadar CO semakin kecil pada 3250 rpm dihasilkan kadar CO sebesar 0.008 ppm.

- e. Uji Hipotesis Perbedaan kadar CO<sub>2</sub> motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92

Data hasil penelitian perbedaan kadar CO<sub>2</sub> motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92 dapat dilihat pada tabel 11. Data tersebut kemudian diolah menggunakan menggunakan metode diskriptif untuk memperoleh gambaran dan perbedaan kadar CO<sub>2</sub> motor yang menggunakan bahan bakar premium 88 dan pertamax 92. Motor yang menggunakan bahan bakar premium 88 cenderung memiliki kadar CO<sub>2</sub> cenderung lebih besar daripada motor yang menggunakan premium 88 terbukti pada 1750 rpm didapatkan kadar CO sebesar 0.3 ppm seangkan pertamax 0.28, selisih 0.02 ppm dari premium 88.

- f. Uji analisis perbedaan kadar O<sub>2</sub> motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92
- Data hasil penelitian perbedaan kadar O<sub>2</sub> motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92 dapat dilihat pada tabel 12. Data tersebut kemudian diolah menggunakan menggunakan metode penelitian diskriptif untuk memperoleh gambaran dan perbedaan kadar O<sub>2</sub> motor yang menggunakan bahan bakar premium 88 dan pertamax 92. Motor yang menggunakan pertamax 92 memilik kadar O<sub>2</sub> yang lebih tinggi yaitu 20.47 ppm daripada motor yang menggunakan premium 88 yaitu sebesar 16.71 ppm pada 3250 rpm, selisih 3.76 ppm dari pertamax 92.

## **B. Pembahasan**

- a. Perbedaan torsi, daya motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92

Perbedaan torsi motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92 ditunjukkan pada gambar 10. Torsi atau momen putar motor adalah hasil kali gaya



(daya motor) dengan panjang lengan torak. Semakin rpm dinaikan torsi dihasilkan semakin kecil. Efek variasi putaran mesin serta penggunaan bahan bakar yang nilai oktannya berbeda juga akan mempengaruhi besar kecilnya torsi yang dihasilkan. Hal ini biasa dibuktikan hasil penelitian pada gambar 10. Pada gambar 10, pada saat 1750 Rpm torsi yang dihasilkan sebesar 15.2 Nm untuk motor bahan bakar yang menggunakan premium 88 sedangkan bahan bakar menggunakan pertamax 92 sebesar 18.6 Nm. dan di 3250 rpm cenderung torsi yang dihasilkan semakin menurun, yaitu sebesar 6.8 Nm untuk motor yang menggunakan bahan bakar premium 88 dan 7.5 Nm untuk motor yang menggunakan pertamax 92. Daya adalah besarnya usaha yang dilakukan motor dalam kurun waktu atau hasil dari usaha dibagi dengan kurun waktu tertentu. Besar atau kecilnya daya yang dihasilkan sangat berpengaruh pada variasi putaran mesin dan efek dari bahan bakar yang mempunyai nilai oktan yang berbeda. Semakin nilai oktan tinggi bahan bakar akan sulit terbakar yang menyebabkan daya suatu motor mengalami peningkatan untuk rpm rendah yaitu di 1750 rpm sebesar 4.6 kW dan untuk rpm tinggi mengalami penurunan sebesar 1.1 kW menjadi 3.5 kW untuk motor yang menggunakan pertamax 92.

- b. Perbedaan emisi gas buang motor yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92

Pada pengujian Perbedaan emisi gas buang menggunakan premium 88 dan pertamax 92, elemen gas buang yang diteliti adalah presentase volume gas CO,

CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> dan HC. Emisi gas buang adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar didalam mesin pembakaran dalam dan mesin pembakaran luar, yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin. Bensin adalah senyawa hidrokarbon, jadi setiap HC yang terdapat di gas buang kendaraan menunjukkan adanya bensin yang tidak terbakar dan terbang bersama sisa pembakaran. Apabila suatu senyawa hidrokarbon terbakar sempurna (bereaksi dengan oksigen) maka hasil reaksi pembakaran tersebut adalah karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan air (H<sub>2</sub>O). Sama seperti gas CO<sub>2</sub>, konsentrasi HC dalam gas buang dipengaruhi oleh proses pembakaran dan AFR. Emisi gas HC akan tinggi apabila terjadi pembakaran yang kurang baik dan AFR terlalu kaya. Artinya semakin rpm dinaikkan maka akan semakin menurun konsentrasi HC dalam gas buang (hubungan negatif). Sedangkan menggunakan Pertamina, pertamax memiliki nilai oktan yang tinggi semakin tinggi nilai oktan suatu bahan bakar kadar hidrokarbon semakin kecil, hal ini disebabkan karena motor yang menggunakan pertamax 92 dalam proses pembakarannya sempurna yang menyebabkan AFR sedikit.

Gas CO dalam gas buang akan menunjukkan berapa besar rasio bahan bakar dan udara (AFR = *air fuel ratio*) yang masuk ke ruang bakar. Bila campuran bahan bakar dan udara terlalu kaya ( $\lambda < 1.00$ ) maka emisi gas CO dalam gas buang akan semakin meningkat. Salah satu hal yang mempengaruhi besar-kecilnya AFR adalah *idle speed*. Semakin rendah putaran idle maka semakin kaya campurannya, artinya presentase volume gas CO dalam gas buang pun akan meningkat. *Idle*

*speed* dipengaruhi oleh nilai oktan, semakin rpm dinaikan motor yang menggunakan bahan bakar premium 88 dan pertamax 92 maka gas CO akan semakin menurun (hubungan positif). Motor yang menggunakan premium 88 cenderung kadar CO tinggi di putaran 1750 rpm sebesar 0.3 ppm atau prosentasenya sebesar 0,003% sedangkan motor yang menggunakan pertamax 92 sebesar 0,28 ppm atau prosentasenya sebesar 0.0028%.

Konsentrasi gas CO<sub>2</sub> secara langsung menunjukkan status pembakaran di ruang bakar. Semakin tinggi konsentrasi gas CO<sub>2</sub> maka semakin baik pembakaran yang terjadi. Tingginya konsentrasi gas CO<sub>2</sub> menunjukkan bahwa campuran bahan bakar dan udara terbakar sempurna. Pembakaran akan bisa sempurna atau tidak, salah satunya dipengaruhi nilai oktan suatu bahan bakar. Bensin memiliki nilai oktan 88 yang menyebabkan pembakaran tidak sempurna yang menyebabkan kadar CO<sub>2</sub> tinggi di bandingkan menggunakan bahan bakar pertamax 92, dalam proses pembakarannya lebih sempurna. Dari hasil uji sampel di 3250 rpm kadar CO<sub>2</sub> premium 88 sebesar 4,55 ppm dalam prosentase 0.0045 %, sedangkan pertamax 92 sebesar 4,35 ppm dalam prosentase sebesar 0.0435 %

Konsentrasi oksigen di gas buang kendaraan berbanding terbalik dengan konsentrasi CO<sub>2</sub>. Untuk mendapatkan proses pembakaran yang sempurna, maka kadar oksigen yang masuk ke ruang bakar harus mencukupi untuk setiap molekul hidrokarbon. Semakin baik proses pembakaran, maka semakin menurun kadar gas O<sub>2</sub> karena berubah menjadi gas CO<sub>2</sub> yang disebabkan oleh proses pembakaran.

Jadi semakin tinggi nilai oktan suatu bahan bakar, maka kadar  $O_2$  semakin meningkat. Hasil penelitian yang ditunjukkan grafik pada gambar 4.6 menunjukkan bahwa adanya perbedaan antara kadar  $O_2$  (oksigen) yang menggunakan premium 88 dan pertamax 92. di 1750 rpm kadar  $O_2$  yang dihasilkan sebesar 18.53 ppm. di 2000 – 2250 mengalami penurunan kadar  $O_2$  sebesar 0.83 dan di 2250-3250 rpm mengalami kenaikan sebesar 0.83 ppm atau 0.0083%. Kadar  $O_2$  terbesar yang menggunakan premium 88 berada di 1750 rpm dan kadar  $O_2$  terkecil berada di 2250 rpm sebesar 15.88 ppm atau 0.1588%. Kadar  $O_2$  yang menggunakan pertamax 92 terendah berada di 1750 rpm sebesar 20.6 dan mengalami kenaikan di 2000 rpm sebesar 0.06 ppm atau 0.0006 %. Kadar  $O_2$  yang menggunakan pertamax 92 tertinggi di 2000 rpm sebesar 20.66 ppm. Kesimpulan dari gambar grafik 15 perbedaan kadar  $O_2$  premium 88 dan pertamax 92, motor yang menggunakan bahan bakar pertamax 92 memiliki kadar  $O_2$  lebih besar dibandingkan yang menggunakan premium 88. Semakin rpm dinaikan kadar  $O_2$  tidak stabil naik turun.

Berdasarkan uraian perbedaan daya, torsi dan emisi gas buang dari keempat komponen motor yang menggunakan bahan bakar premium 88 dan pertamax 92 yang diuji menunjukkan bahwa motor yang menggunakan bahan bakar premium 88 daya, torsi yang dihasilkan hasilnya lebih kecil dibandingkan motor menggunakan bahan pertamax 92. Semakin rpm dinaikan daya, torsi dan

emisi gas buang semakin turun untuk motor yg berbahan bakar premium 88 dan juga pertamax 92.

Secara alami gas karbon monoksida di udara konsentrasinya sangat sedikit, yaitu hanya sekitar 0,1 ppm. Di daerah perkotaan dengan lalu lintas yang padat konsentrasinya berkisar antara 10 - 15 ppm. Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 06 tahun 2006 baku mutu emisi kendaraan bermotor tidak boleh melebihi 4,5% CO dan 1200 ppm HC dalam operasionalnya, dengan demikian maka kadar gas CO pertamax pada gambar 13 masih berada dibawah baku mutu ketentuan yang berlaku. Sejak lama sudah diketahui, bahwa konsentrasi gas karbon monoksida yang tinggi dapat menyebabkan gangguan kesehatan, bahkan dapat menyebabkan kematian.

Tabel 13 Batas ambang emisi gas buang motor Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 06 tahun 2006 (Mitra.2012).

No	Kadar CO	Kadar HC
1.	0.45 ppm	tidak melebihi 1200 ppm

Batas ambang batas gas buang standar Euro-3 dapat dilihat sebagai berikut

:Kapasitas mesin di bawah 150 cc :

Tabel 14 data batas ambang gas buang standar Euro-3 mesin dibawah 150 cc

No	Kadar CO	Kadar HC	Kadar NOx
1.	2.0 gram/km	0.8 gram/km	0.15 gram/km

**Kapasitas mesin di atas 150 cc :**

Tabel 15 data batas ambang gas buang standar Euro-3 mesin diatas 150 cc

No	Kadar CO	Kadar HC	Kadar NOx
1.	2.0 gram/km	0.3 gram/km	0.15 gram/km



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan analisa hasil penelitian dan pembahasannya, maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut :

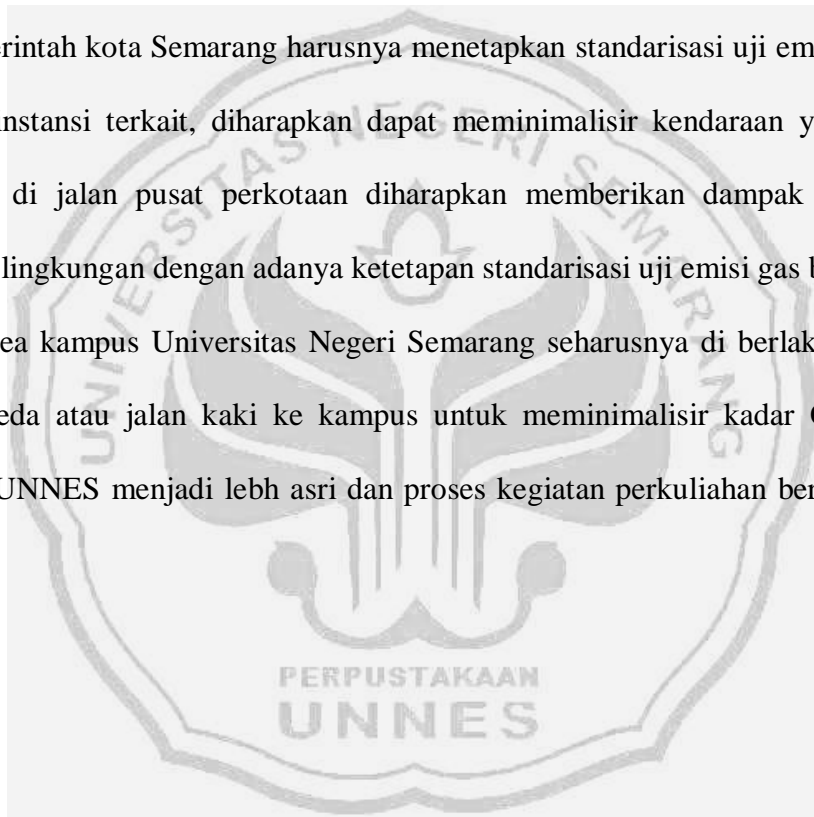
Perbedaan nilai oktan suatu bahan bakar akan berpengaruh secara signifikan terhadap karakteristik emisi gas buang yang di hasilkan terhadap lingkungan. Putaran mesin (rpm) mulai dari variasi Rpm 1750, 2000, 2250, 2500, 2750, 3000, 3250 dengan nilai oktan yang berbeda yaitu antara Premium 88 dan Pertamina 92 akan berpengaruh secara signifikan terhadap karakteristik gas buang seperti karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), hidro karbon (HC), dan nitrogen oksid O<sub>2</sub>. Pada putaran 1750 rpm didapat torsi paling tinggi, daya tertinggi diputaran 2000 rpm yaitu untuk daya 4.6 kW (premium) dan 4.7 kW (pertamax) , sedangkan torsi 16.5 Nm (premium) dan 16.8 Nm. Kadar emisi gas buang paling rendah dan kadar emisi gas buang tertinggi diperoleh pada putran 3250 rpm untuk HC 163 ppm (premium) 11 ppm (pertamax), untuk kadar CO 0.03 ppm (premium), 0.008 ppm (pertamax) sedangkan CO<sub>2</sub> 4.55 ppm (premium) dan 4.35ppm. Semakin tinggi nilai oktan suatu bahan bakar dan tingginya rpm kadar HC yang dihasilkan semakin rendah.

## B. Saran

Bahan bakar seperti Pertamina 92 dan Pertamina plus sebaiknya digunakan pada mesin yang berkompresi tinggi seperti pada motor *Bore-Up* atau Racing dengan performa motor yang sesuai dengan karakteristik bahan bakar yang memiliki kadar oktan yang tinggi.

Pemerintah kota Semarang harusnya menetapkan standarisasi uji emisi gas buang melalui instansi terkait, diharapkan dapat meminimalisir kendaraan yang melintas terutama di jalan pusat perkotaan diharapkan memberikan dampak yang positif terhadap lingkungan dengan adanya ketetapan standarisasi uji emisi gas buang.

Di area kampus Universitas Negeri Semarang seharusnya di berlakukan budaya naik sepeda atau jalan kaki ke kampus untuk meminimalisir kadar CO sehingga kampus UNNES menjadi lebih asri dan proses kegiatan perkuliahan berjalan dengan lancar.





## DAFTAR PUSTAKA

- Arends, BPM, Berenschot H. 1980. *Motor Bensin*. PT. Erlangga : Jakarta
- Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta : Rineka Cipta
- Arismunandar, Wiranto. 2005. *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*. Penerbit ITB : Bandung
- Haryono, G. 1997. *Mengenal Motor Bakar*. PT. Pabelan : Solo.
- HASKA. 2012. Interpretasi Hasil Analisis Bbm Angka Oktan.  
<http://HASKA.org/2012/10/01/interpretasi-hasil-analisis-bbm-angka-oktan>  
(diunduh 4 maret 2012)
- Jama, Jalius dkk. 2008. *Teknik Sepeda Motor*. Semarang : Aneka Ilmu.
- Mitra. 2012. Seminar Kesiapan Industri Sepeda Motor Indonesia Menuju Standar Euro 3 Yang Ramah Lingkungan & Hemat BBM...Safety First !!! htm/  
<http://blognyamitra.wordpress.com/> (diunduh 24 februari 2012)
- Negara, I.P.S., I.W.B. Suyasa, dan I.W Suarna. 2009. *Pengaruh Nilai Oktan Bahan bakar dan Putaran Mesin Pada Kendaraan Bermotor Terhadap Karakteristik Emisi Gas Buang Ecotrophic*, 4 (2): No. 106-111
- Surbhakty, 1978. *Motor Bakar*. Diktat Pendidikan Menengah Teknologi: Jakarta
- Winarno, Joko. 2011. *Studi ekperimental pengaruh penambahan bioetanol pada bahan bakar pertamax terhadap unjuk kerja motor bensin*. Jurnal Teknik. Vol, No :33-39.



# LAMPIRAN

## Lampiran 1

### 1. Data Hasil Penelitian menggunakan Premium 88

Putaran (Rpm)	Torsi (Nm)	Daya (kW)	HC (ppm)	CO (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	O <sub>2</sub> (ppm)
1750	15.2	3.7	159	0.3	4.53	18.53
2000	16.5	4.6	163	0.21	4.55	16.71
2250	14.4	4.5	159	0.26	4.54	15.88
2500	12.0	4.3	164	0.28	4.57	16.71
2750	10.9	4.3	164	0.26	4.56	16.71
3000	9.1	3.9	163	0.15	4.56	16.71
3250	6.8	3.1	163	0.03	4.55	16.71

### 2. Data Hasil Penelitian menggunakan Pertamina 92

Putaran (Rpm)	Torsi (Nm)	Daya (kW)	HC (ppm)	CO (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	O <sub>2</sub> (ppm)
1750	18.6	4.6	30	0.28	4.22	20.60
2000	16.8	4.7	68	0.19	4.16	20.66
2250	14.6	4.6	29	0.24	4.23	20.62
2500	12.4	4.4	28	0.24	4.23	20.56
2750	11.1	4.3	26	0.24	4.23	20.53
3000	9.4	4.0	14	0.12	4.29	20.55
3250	7.5	3.5	11	0.008	4.35	20.47

## Lampiran 2

### Contoh perhitungan Manual

1. Diketahui putaran mesin 1750 rpm dan torsi 15.2 Nm (premium 88)

$$P = \frac{2 \pi n T}{60.000} \times 1.34$$

$$= \frac{2 \times 3.14 \times 1750 \text{rpm} \times 15.2 \text{Nm}}{60.000} \times 1.34$$

$$= 223444.32 / 60.000$$

$$= 3.7 \text{ kW}$$

2. Diketahui putaran mesin 2000 rpm dan torsi 16.5 Nm (premium 88)

$$P = \frac{2 \pi n T}{60.000} \times 1.34$$

$$= \frac{2 \times 3.14 \times 2000 \text{rpm} \times 16.5 \text{Nm}}{60.000} \times 1.34$$

$$= 277701.6 / 60000$$

$$= 4.6 \text{ kW}$$

3. Diketahui putaran mesin 2250 rpm dan torsi 14.4 Nm (premium 88)

$$P = \frac{2 \pi n T}{60.000} \times 1.34$$

$$= \frac{2 \times 3.14 \times 2250 \text{rpm} \times 14.4 \text{Nm}}{60.000} \times 1.34$$

$$= 272652.48 / 60000$$

$$= 4.5 \text{ kW}$$

1. Diketahui putaran mesin 1750 rpm dan torsi 18.6 Nm (pertamax 92)

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{2 \pi n T}{60.000} \times 1.34 \\
 &= \frac{2 \times 3.14 \times 1750 \text{rpm} \times 18.6 \text{Nm}}{60.000} \times 1.34 \\
 &= 73914.762 / 60000 \\
 &= 4.6 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

2. Diketahui putaran mesin 2000 rpm dan torsi 16.8 Nm (pertamax 92)

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{2 \pi n T}{60.000} \times 1.34 \\
 &= \frac{2 \times 3.14 \times 2000 \text{rpm} \times 16.8 \text{Nm}}{60.000} \times 1.34 \\
 &= 282750.72 / 60000 \\
 &= 4.7 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

3. Diketahui putaran mesin 2250rpm dan torsi 14.6 Nm (pertamax 92)

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{2 \pi n T}{60.000} \times 1.34 \\
 &= \frac{2 \times 3.14 \times 2250 \text{rpm} \times 14.6 \text{Nm}}{60.000} \times 1.34 \\
 &= 4.6 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

**Lampiran 3**

**Tempat penelitian uji daya dan torsi**



**Pengujian daya dan torsi**



**Pembimbing lapangan saudara yafen**



**Persiapan pengujian daya dan torsi**





**Penelitian uji emisi menggunakan Gas analyzer**



**Penelitian uji emisi gas buang di Yamaha flagship**





Corong penghubung dari gas analyzer ke knalpot



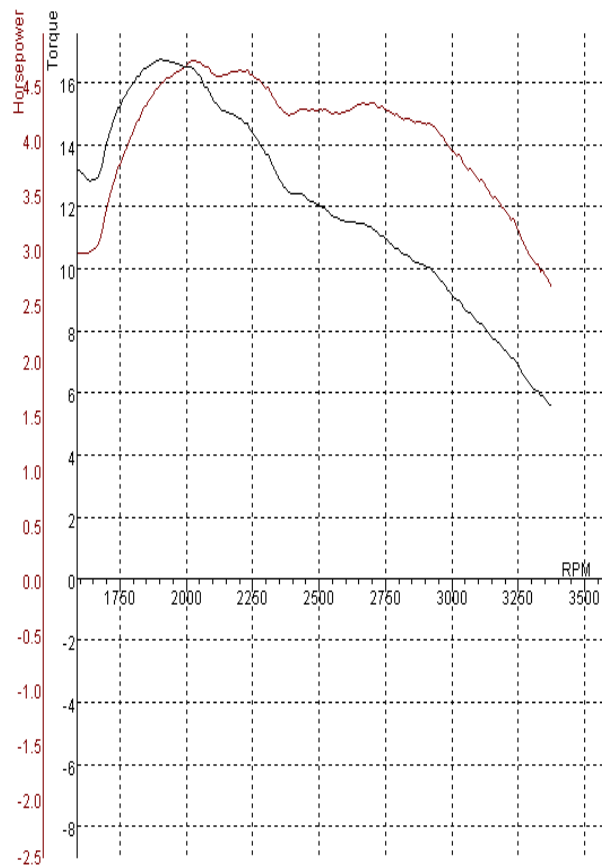
Monitor untuk melihat Rpm,kadar CO<sub>2</sub>,O<sub>2</sub>,HC,O<sub>2</sub>

## Lampiran 4

SPORTDYNO V3.3  
 DYNAMOMETER: SD325  
 ROLLER INERTIA: 4.6

Displacement Correction  
 Correction Factor: ISO 1585  
 NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME	MAX POWER	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
MIO K6568NE T1 006	4.7 (4.7) / 2034	16.73 (16.73) / 1904	31.2 °C	60 %	1000.0 mbar	66.7	7/18/2012 2:28:23 PM



DATA FOR TEST: MIO K6568NE T1 006

Comments  
 STANDART

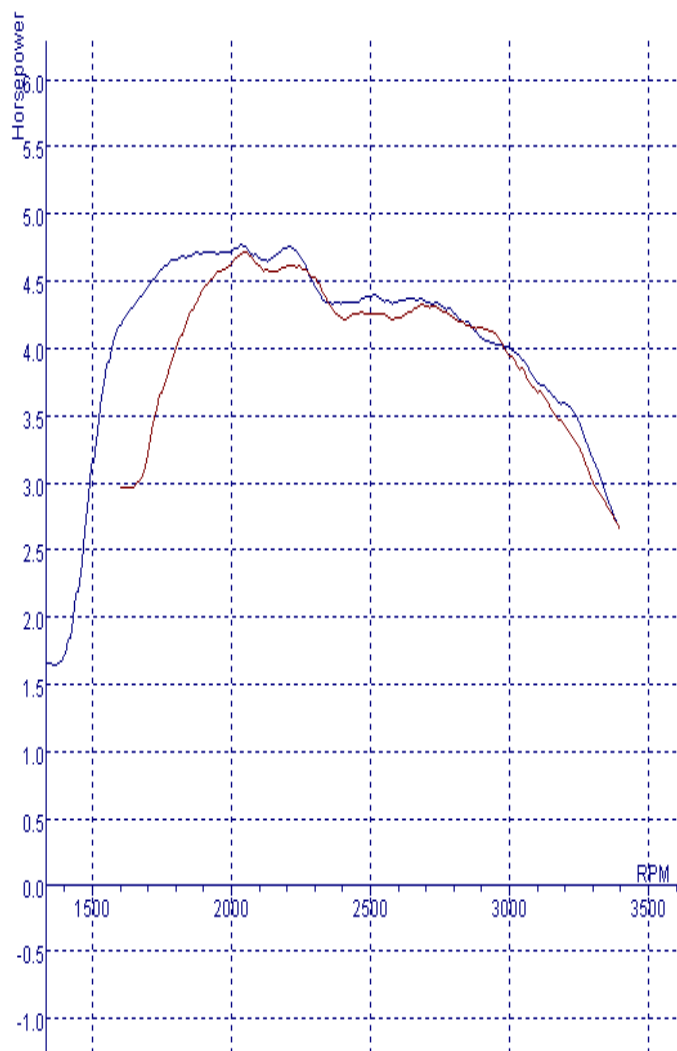
RPM	HP (HEQ)	(N*M*M)	T
1750	15.2	0.00	1.08
1904	16.7	0.00	1.58
2000	16.5	0.00	1.92
2250	14.4	0.00	2.88
2500	12.0	0.00	4.02
2750	10.9	0.00	5.28
3000	9.1	0.00	6.72
3250	6.8	0.00	8.66

LOSSES: 0.0 HP 0.0N\*M\*M  
 TOTAL ENGINE: 16.7HP 0.00N\*M\*M

SPORTDYNO V3.3  
 DYNAMOMETER: SD325  
 ROLLER INERTIA: 4.6

Displacement Correction  
 Correction Factor: ISO 1585  
 NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME	MAX POWER	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
MIO K6568NE T2 009	4.8 (4.8) / 2033	18.63 (18.63) / 1715	31.2 °C	60 %	1000.0 mbar	66.9	7/18/2012 3:29:04 PM
MIO K6568NE T1 006	4.7 (4.7) / 2047	16.62 (16.62) / 1916	31.2 °C	60 %	1000.0 mbar	66.7	7/18/2012 2:28:23 PM



DATA FOR TEST: MIO K6568NE T2 009

Comments  
 STANDART+PERTAMAX

RPM	HP (HP@Q (N*M*M))	T
1500	14.9 0.00	1.10
1715	18.6 0.00	1.72
1750	18.6 0.00	1.84
2000	16.8 0.00	2.64
2250	14.6 0.00	3.56
2500	12.4 0.00	4.66
2750	11.1 0.00	5.88
3000	9.4 0.00	7.30
3250	7.5 0.00	9.10

LOSSES: 0.0 HP 0.00N\*M\*M  
 TOTAL ENGINE: 18.6HP 0.00N\*M\*M