

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

#### **2..1 Tinjauan Pustaka**

Arismunandar (2002) penelitian yang dilakukan oleh menghasilkan data-data dan kesimpulan yang menunjukkan angka oktan pada bahan bakar digunakan sebagai pedoman untuk mengatur periode penundaan (*delay period*) waktu nyala api busi untuk merambat ke bagian yang paling jauh dari busi. Bensin dengan angka oktan yang tinggi mempunyai periode penundaan yang panjang. Namun demikian, penggunaan bahan bakar dengan angka oktan yang tinggi tidak memberikan perbaikan efisiensi dan daya jika digunakan untuk mesin yang dirancang untuk menggunakan bahan bakar dengan bilangan oktan yang rendah.

Margono (2003) melakukan penelitian tentang pengaruh pemakaian campuran bahan bakar premium etanol terhadap untuk kerja motor empat langkah. Hasil penelitian menunjukkan pada campuran E10% terjadi kenaikan yang signifikan ; torsi lebih besar 7,6%, daya lebih besar 7,8%, tekanan efektif rata rata lebih besar 7,87% konsumsi bahan bakar spesifik lebih kecil 14,2% dan efisiensi termal lebih besar 7,1% bila dibandingkan dengan penggunaan premium murni.

Muklisanto (2003) melakukan penelitian tentang pengaruh variasi campuran premium dan ethanol pada variasi rasio mainjet terhadap kinerja mesin 4 langkah 110 cc. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil sebagai berikut, pada variasi ethanol torsi tertinggi campuran premium 90% dan ethanol 10% sebesar 7,1 N.m pada putaran mesin 5000 rpm dan daya tertinggi oleh campuran premium 90% dan ethanol 10% sebesar 3,717 kW pada putaran 5000 rpm

Hartono (2007) melakukan penelitian tentang penggunaan bahan bakar premium, pertamax dan pertamax plus. Hasil penelitian menunjukkan torsi maksimum dicapai pada bensin pertamax sebesar 7,52 Nm pada 6118 rpm, di ikuti pertamax plus 7,41 Nm pada 5931 rpm, dan bensin premium 7,41 Nm pada 5958 rpm. Sedangkan daya maksimum pada bensin pertamax sebesar 6,80 HP pada 7434 rpm, diikuti premium 6,74 HP pada 7672 rpm, lalu pertamax plus sebesar 6,73 HP pada 7317 rpm. Untuk konsumsi bahan bakar spesifik minimal dimiliki

pertamax plus sebesar 0,11 HP pada 5250 rpm, diikuti bensin pertamax sebesar 0,12 HP pada 4750 rpm, kemudian bensin premium sebesar 0,12 kg/kW pada 5250 rpm.

Apriyanto (2008) melakukan penelitian tentang pengaruh pemakaian campuran bahan bakar premium-etanol terhadap untuk kerja motor empat langkah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan E15% menghasilkan nilai torsi tertinggi sebesar 9,2 Nm. Mengalami peningkatan sebesar 8,2% nilai daya sebesar 5,77 kW, mengalami peningkatan sebesar 29,57%, nilai BMEP tertinggi sebesar 1.115,52 kpa, mengalami peningkatan sebesar 29,57% nilai SFC terendah sebesar 0,152% mengalami peningkatan sebesar 63,15% dan nilai efisiensi thermis tertinggi sebesar 50,20% mengalami peningkatan sebesar 64,47% yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar premium murni.

Heru purwanto (2012) perbandingan premium dan pertamax terhadap unjuk kerja mesin motor supra pit tahun 2004. Membahas tentang penggunaan bahan bakar premium dan pertamax untuk pengukuran performa mesin yang meliputi putaran mesin, daya dan konsumsi bahan bakar spesifik yang dilakukan pada gap busi 0,4 mm, 0,5 mm, 0,6 mm, 0,7 mm dan 0,8 mm. Penelitian yang dilakukan menghasilkan data-data dan kesimpulan yang menunjukkan adanya peningkatan performa motor bakar terhadap bahan bakar pertamax. Peningkatan performa motor bakar dengan bahan bakar pertamax ini disebabkan karena adanya nilai oktan yang lebih besar dari pada bahan bakar premium. Dengan menggunakan *dynamometer* di laboratorium konversi energy teknik mesin unib.

Siswo Utomo (2013) melakukan penelitian tentang komparasi performa motor kawasaki ninja 250R 2012 berbahan bakar biopremium dan pertamax-plus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, penggunaan biopremium E30 pada motor Kawasaki Ninja 250 R 2012 lebih baik dibandingkan dengan pertamax-plus dari segi performa motor. Hal ini dibuktikan dengan peningkatan torsi optimal menjadi 1,79 kgf.m dengan persentase penurunan sebesar 0,15% pada 10500 rpm. Daya efektif optimal menjadi 27,67 PS dengan persentase peningkatan sebesar 4,05% pada 12000 rpm. Konsumsi bahan bakar optimal menjadi 2,90 kg/jam dengan

persentase penurunan sebesar 12,86% pada 12500 rpm. Tekanan efektif rata-rata optimal menjadi 9,07 kg/cm<sup>2</sup> dengan persentase peningkatan sebesar 0,82% pada 10000 rpm.

Ahmad Wahyudi (2014) penelitian yang dilakukan oleh menghasilkan data-data dan kesimpulan yang menunjukkan adanya peningkatan performa motor bakar terhadap bahan bakar campuran etanol. Peningkatan performa motor bakar dengan bahan bakar campuran etanol ini disebabkan karena adanya nilai oktan yang lebih besar dari pada bahan bakar premium.

Campuran bahan bakar etanol memiliki nilai "E" yang menjelaskan persentase bahan bakar etanol di dalam campuran tersebut. Misalnya, E85 artinya adalah 85% etanol anhidrat dan 15% bensin. Brazil adalah negara dengan produksi bahan bakar etanol kedua terbesar di dunia, sekaligus pengeksport terbesar bahan bakar etanol. (Riberio, 1997)

## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1 Motor Bakar**

Motor bakar adalah salah satu jenis dari mesin kalor, yaitu mesin yang mengubah energi termal untuk melakukan kerja mekanik atau mengubah tenaga kimia bahan bakar menjadi tenaga mekanis. Energi diperoleh dari proses pembakaran, proses pembakaran dan juga perubahan energi tersebut dilaksanakan di dalam mesin dan dilakukan di luar mesin. (Yaswaki dan Murdhana, 1998)

Motor bakar torak (**Gambar 2.1**) mempergunakan beberapa silinder yang di dalamnya terdapat torak yang bekerja translasi yang diakibatkan oleh proses pembakaran antara bahan bakar dengan oksigen dari udara di dalam silinder. Pembakaran yang dihasilkan tersebut dapat menggerakkan torak dengan gerakan translasi yang dibantu oleh batang penggerak yang dihubungkan dengan poros engkol. (Surbakti, 1985)

Pada motor bakar torak tidak terdapat proses pemindahan kalor gas pembakaran fluida kerja, karena itu jumlah komponen motor bakar sangat sedikit,

cukup sederhana, lebih kompak, dan lebih ringan dibanding dengan mesin pembakaran luar (mesin uap). Karena itu, penggunaan motor bakar sangat banyak dan menguntungkan, penggunaan motor bakar dalam masyarakat antara lain adalah dalam bidang transportasi, penerangan, produksi dan sebagainya. (Surbakti, 1985)

### **2.2.2 Sistem Kerja Motor Bakar**

Motor Bakar berdasarkan macam proses kerjanya atau menurut jumlah langkah tiap siklusnya dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yaitu

- a. Motor pembakaran luar atau *external combustion engine* (ECE).
- b. Motor pembakaran dalam atau *internal combustion engine* (ICE).

## **2.3 Prinsip Motor Bakar**

### **2.3.1 Motor Pembakaran Luar atau *External Combustion Engine* (ECE).**

Motor pembakaran luar adalah proses pembakaran bahan bakar terjadi di luar mesin, sehingga untuk melakukan pembakaran digunakan mesin tersendiri. Panas dari hasil pembakaran bahan bakar tidak langsung diubah menjadi tenaga gerak, tetapi terlebih dahulu melalui media penghantar, kemudian diubah menjadi tenaga mekanik. (Arismunandar, 1998)

Keunggulan motor pembakaran luar:

1. Dapat memakai semua bentuk bahan bakar.
2. Dapat memakai bahan bakar yang bermutu rendah.
3. Cocok untuk melayani beban-beban besar dalam satu poros.
4. Lebih cocok dipakai untuk daya tinggi.

### **2.3.2 Motor Pembakaran Dalam atau *Internal Combustion Engine* (ICE).**

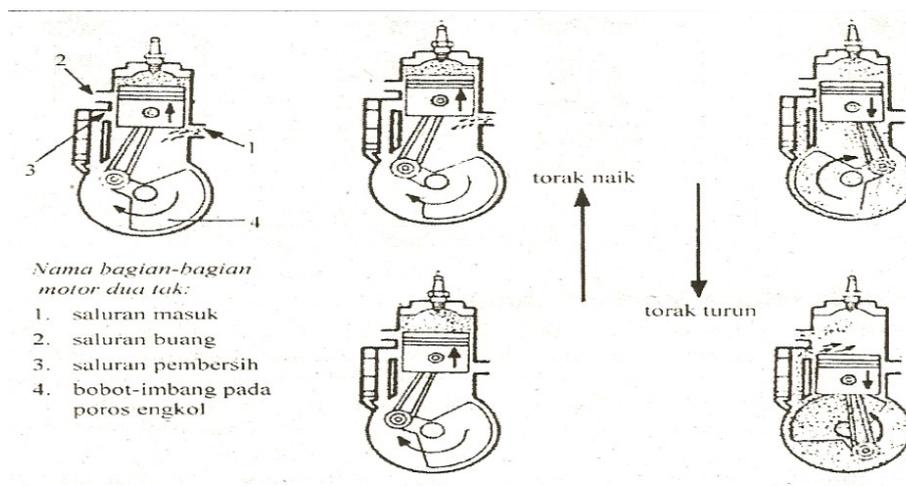
Proses pembakaran motor bensin 4 langkah terjadi secara periodik, yaitu piston bergerak akibat adanya ledakan (pembakaran) dalam ruang bakar antara campuran bahan bakar dan udara yang dipicu oleh bunga api yang terpercik dari busi. Piston terdorong sehingga menggerakkan poros engkol (*cranshaft*) melalui

batang penghubung ( *connecting rod* ). Pasokan bahan bakar ke ruang bakar menggunakan dua katup, yaitu katup isap dan katup buang. (Arismunandar, 1998)

Motor pembakaran dalam dibagi menjadi dua jenis utama yaitu motor bensin (*otto*) dan motor diesel. Perbedaan kedua motor tersebut yaitu jika motor bensin menggunakan bahan bakar bensin atau sejenis, sedangkan motor diesel menggunakan bahan bakar solar. Perbedaan yang utama juga terletak pada sistem penyalanya, dimana pada motor bensin digunakan busi sebagai sistem penyalanya sedangkan pada motor diesel memanfaatkan suhu kompresi yang tinggi untuk dapat membakar bahan bakar solar. (Arismunandar, 1998)

### 2.3.3 Prinsip Langkah Kerja Motor Bensin 2 Langkah

Motor bakar dua langkah adalah mesin yang pembakarannya dilakukan dengan dua kali gerakan piston dan satu kali putaran poros engkol. Pada dasarnya prinsip kerja motor 2 tak sangat simpel atau sederhana. Pada satu siklus pembakaran terjadi dua kali langkah piston. sangat berbeda sekali dengan prinsip kerja motor 4 tak. Pada motor 4 tak terjadi 4 langkah pada satu siklus pembakaran. walaupun sama-sama memiliki 4 proses, langkah isap, langkah tekanan atau *ekspansi*, langkah putar atau tenaga dan langkah buang yang diteruskan ke saluran buang atau knalpot. (Suratman, 2002)



**Gambar 2.1.** Motor Bakar 2 Langkah (Suratman, 2002)

### 2.3.3.1 Langkah Isap

Torak bergerak dari TMA (titik mati atas) ke TMB (titik mati bawah), piston bergerak dari TMA ke TMB maka akan terjadi penekanan pada ruang bilas yang ada di bawah piston. Sebelum ruang bilas terbuka oleh torak, di dalam bak mesin terjadi kompresi terhadap campuran bahan bakar dengan udara. Saat piston bergerak melewati lubang *exhaust*, gas yang berada pada ruang bakar akan keluar melalui lubang *exhaust*. Saat piston melalui lubang *intake* maka gas dalam ruang bilas yang terpompa oleh piston akan masuk ke dalam ruang bakar, dan saat langkah ini gas dari sisa pembakaran akan terdorong keluar melalui *exhaust*. (Suratman, 2002)

### 2.3.3.2 Langkah Kompresi

Torak bergerak dari TMB ke TMA, Piston yang bergerak dari TMB ke TMA akan melakukan penghisapan campuran bahan bakar, udara, dan pelumas (oli samping). Setelah piston melewati lubang *intake* dan lubang *exhaust* maka piston akan melakukan langkah kompresi yang akan menghasilkan tekanan pada ruang bakar. Piston akan terus menekan sampai TMA, dan pada tepat berada di TMA. Campuran bahan bakar dan udara yang sudah mendapat tekanan yang dasyat dari piston akan terbakar oleh api yang dipercikkan oleh busi. Setelah terjadi ledakan pada ruang bakar maka akan diteruskan ke langkah tenaga, dan tenaga disalurkan ke sistem transmisi. (Suratman, 2002)

### 2.3.3.3 Langkah Kerja dan Ekspansi

Pada langkah ini terjadi langkah usaha dan buang yang terjadi pada saat yang tidak bersamaan, jadi langkah usaha dahulu kemudian setelah saluran bilas dan saluran buang terbuka terjadi langkah buang yang terjadi pada langkah ini adalah :

- a. Sebelum piston mencapai TMA, busi akan memercikkan bunga api listrik sehingga campuran udara dan bahan bakar akan terbakar sehingga mengakibatkan adanya daya dorong terhadap piston.

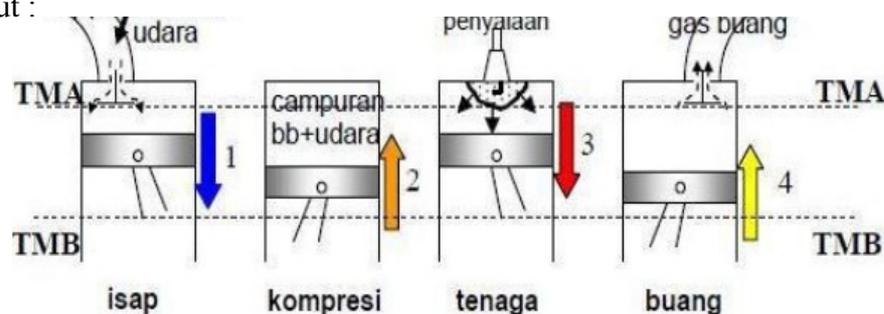
- b. Sesaat setelah saluran hisap tertutup kemudian saluran hisap dan saluran buang terbuka maka campuran bahan bakar dan udara yang berada diruang engkol akan mendorong gas sisa hasil pembakaran melalui saluran bilas ke saluran gas buang.
- c. Motor pembakaran dalam adalah proses pembakarannya berlangsung di dalam motor bakar, sehingga panas dari hasil pembakaran langsung bisa diubah menjadi tenaga mekanik.

#### 2.3.3.4 Langkah Buang

Sebelum torak mencapai TMB, saluran buang terbuka dan gas sisi pembakar mengalir terbang ke luar. Pada saat yang bersamaan campuran bahan bakar dengan udara masuk ke dalam ruang bakar melalui rongga bilas. Langkah usaha/kerja berakhir sampai saat lubang pembuangan terbuka. Gas sisa pembakaran segera keluar. Pada saat gerak menuju TMB tersebut, torak membuka lubang pembilasan, sehingga campuran bahan bakar dan udara yang baru segera menggantikan sisa gas pembakaran dalam silinder. Proses penggantian gas sisa pembakaran dalam silinder ini disebut sebagai proses pembilasan. Pada proses pembilasan, sebagai campuran bahan bakar dengan udara ikut keluar silinder bersama gas buang. (Suratman, 2002)

#### 2.3.4 Prinsip Langkah Kerja Motor 4 Langkah

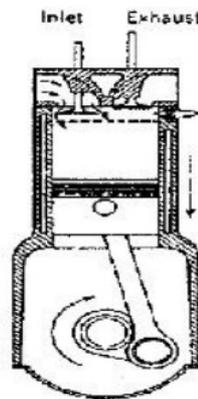
Motor bakar bensin empat (4) langkah merupakan suatu mesin yang dalam satu siklus kerjanya terdiri dari langkah hisap, langkah kompresi, langkah kerja, langkah buang. Prinsip kerja motor bakar empat langkah adalah sebagai berikut :



**Gambar 2.2.** Langkah Kerja Motor Bensin 4 Langkah (Teknik Konversi Energi, 2011)

#### 2.3.4.1 Langkah Hisap :

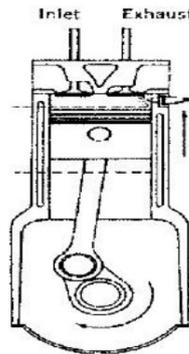
Langkah ini diawali dengan pergerakan piston dari titik mati atas (TMA) menuju (TMB), katup isap terbuka dan katup buang tertutup. Melalui katup isap, campuran bahan bakar bensin-udara masuk ke dalam ruang bakar. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 2.3.** (Agus, 2014)



**Gambar 2.3.** Langkah Hisap (Pudjanarsa, 2008)

#### 2.3.4.2 Langkah Kompresi

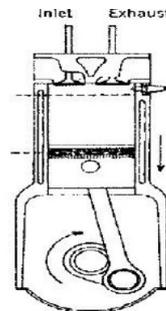
Poros engkol berputar menggerakkan torak ke TMA setelah mencapai TMB, katup masuk dan katup buang tertutup. Campuran udara bahan bakar dikompresikan, tekanan dan temperatur di dalam silinder meningkat, sehingga campuran ini mudah terbakar. Proses pemampatan ini disebut juga langkah tekan, yaitu ketika torak bergerak dari TMB menuju TMA dan kedua katup tertutup. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 2.4.** (Agus, 2014)



**Gambar 2.4.** Langkah Kompresi (Pudjanarsa, 2008)

#### 2.3.4.3 Langkah Kerja atau *Ekspansi*

Dikala berlangsungnya langkah kerja ini, kedua katup tertutup. Pada waktu torak mencapai TMA timbulah loncatan bunga api listrik dari busi dan membakar campuran udara-bahan bakar yang bertekanan dan bertemperatur tinggi sehingga timbul ledakan, akibatnya torak terdorong menuju TMB sekaligus menggerakkan poros engkol sehingga diperoleh kerja mekanik. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 2.5.** (Agus, 2014)

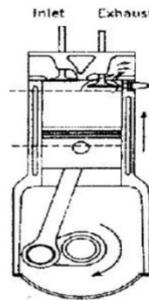


**Gambar 2.5.** Langkah Kerja (Pudjanarsa, 2008)

#### 2.3.4.4 Langkah Pembuangan

Setelah mencapai TMB poros engkol menggerakkan torak ke TMA, volume silinder mengecil. Pada saat langkah buang katup masuk tertutup dan katup buang terbuka. Torak menekan gas sisa pembakaran ke luar silinder. Beberapa saat sebelum torak mencapai TMA katup isap mulai terbuka dan beberapa saat setelah bergerak ke bawah katup buang sudah menutup. Gerakan ke bawah ini menyebabkan campuran udara-bahan bakar masuk ke dalam

silinder, sehingga siklus tersebut terjadi secara berulang. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 2.6.** (Agus, 2014)



**Gambar 2.6.** Langkah Buang (Pudjanarsa, 2008)

## 2.4 Bagian Utama Motor Bakar

### 2.4.1 Blok Silinder

Silinder adalah sebagai tempat pembakaran campuran bahan bakar dengan udara untuk mendapatkan tekanan dan *tempertur* yang tinggi. Bahan logam yang di pergunakan adalah bahan yang berkualitas baik sehingga tahan lama, tahan gesekan , serta tahan terhadap *temperatur* tinggi. (Daryanto, 2008)

Blok silinder berfungsi sebagai :

1. Tempat Bergeraknya piston.
2. Tempat pertukaran gas sisa pembakaran dengan gas baru.
3. Tempat dudukan sirip sirip pendingin atau mantel air
4. Sebagai tempat lubang masuk, lubang transfer, dan lubang buang.

### 2.4.2 Kepala Silinder

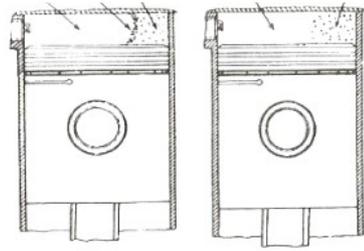
Bagian teratas dari kontruksi mesin adalah kepala silinder yang berfungsi sebagai penutup lubang silinder pada blok silinder. Kepala silinder dibuat dari logam *aluminium* paduan agar tahn pada *temperatur* yang tinggi dan mempunyai masanya ringan. (Northop, 1995)

### 2.4.3 Torak

Torak dibuat dari bahan yang bermutu tinggi, torak harus kuat ringat dan tahan akan *temperatur* tinggi. Fungsi torak adalah sebagai alat pengisap bahan bakar, mengkompresikan bahan bakar, menampung tenaga atau gaya ekspansi gas yang bertekanan tinggi dengan *temperatur* yang tinggi. (Aditya, 2013)

Torak atau piston terbuat dari bahan *aluminium* paduan yang mempunyai sifat :

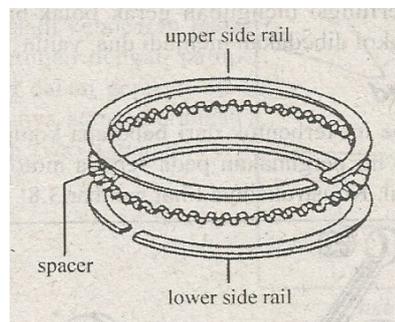
1. Ringan.
2. Penghantar panas yang baik.
3. Pemuai kecil
4. Tahan terhadap keausan akibat gesekan.
5. Kekuatan yang tinggi terutama pada temperatur tinggi.



**Gambar 2.7.** Torak (Suratman, 2002 )

#### 2.4.4 Cincin Torak

Cincin torak adalah cincin yang memisahkan dua bagian, yaitu Torak dan Silinder. Fungsi cincin torak adalah untuk mempertahankan kerapatan antara torak dan silinder agar tidak ada kebocoran gas dari ruang bakar ke dalam bak mesin. Cincin torak juga berfungsi membantu pengontrolan lapisan minyak pelumas di dinding silinder. Cincin torak dibuat dari besi tuang atau baja campuran dan digunakan sebagai penekan arah radial ke dinding silinder untuk membentuk suatu sil atau perapar antara silinder dan torak. (Aditya, 2013)



**Gambar 2.8.** Cincin Torak (Suratman, 2002 )

Cincin torak terbagi 2 jenis dasar :

1. Cincin Kompresi

Cincin kompresi yang secara normal di pasang pada bagian atas terdiri dari dua cincin. Pada dasarnya cincin kopresi berfungsi untuk memisahkan (perapat) agar mencegah gas dalam ruang pembakaran melewati bak mesin.

#### 2. Ring Pengontrol

Ring pengontrol ini dipasang pada bagian bawah dan merupakan ring tunggal yang berfungsi untuk meratakan minyak pada dinding silinder dan mengalirkan kembali ke panci oli. Ring oli pada dasarnya terdiri dari tiga jenis, yaitu :

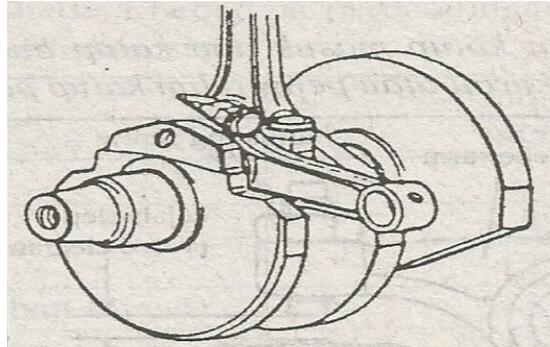
1. Ring oli besi tuang, yang dibuat satu buah
2. Ring oli bentuk segmen terdiri dari dua atau empat buah
3. Satu *ekspander* atau pengembangan yang di pasang pada belakang segmen, berfungsi sebagai pendorong keluar pada dinding silinder.

#### 2.4.5 Pena Torak

Pena torak berfungsi sebagai pengikat torak terhadap penggerak. Selain itu, pena torak juga berfungsi sebagai pemindah tenaga torak ke batang penggerak agar gerak bolak-balik dar torak dapat diubah menjadi gerak berputar pada poros engkol. Pena torak trbuat dari bahan baja paduan yang bermutu tinggi agar tahan terhadap beban yang sangat besar. (Aditya, 2013)

#### 2.4.6 Batang Penggerak

Batang pengerak menghubungkan torak atau piston ke poros engkol. Batang penggerak memindahkan gaya torak dan memutar poros engkol. Ketika berhubungan dengan poros engkol. Batang penggerak mengubah gerakan bolak-balik torak ke dalam gerakan putaran dari poros engkol dan roda gigi. Batang penggerak pada umumnya dibuat dari bahan campuran baja bermutu tinggi dan tahan akan temperatur tinggi. (Aditya, 2013)



**Gambar 2.9.** Batang Penggerak dan Poros Engkol (Suratman, 2002 )

#### **2.4.7 Poros Engkol**

Pada umumnya poros engkol di buat dari bahan baja. Poros engkol berfungsi mengubah gerakan bolak-balik yang diterima dari torak menjadi gerakan berputar, pada poros engkol biasanya terdapat *counte weight* yang berfungsi untuk membalance gaya-gaya yang tidak seimbang dari komponen poros engkol. Bagian poros engkol yang berfungsi sebagai poros dibuat *journal* yang ditumpu oleh dua buah lempengan bantalan yang disebut bantalan utama (*main bearing*). Bantalan utama juga berfungsi sebagai penumpu dari poros engkol agar tidak mudah terpuntir dan berubah bentuk. (Aditya, 2013)

#### **2.4.8 Roda Gaya atau Roda Penerus.**

Berputarnya poros engkol secara terus menerus adalah akibat adanya tenaga gerak (energi kinetik) yang disimpan pada roda penerus sebagai kelebihan pada saat langkah kerja. Roda penerus atau disebut juga roda gila. (Aditya, 2013)

#### **2.4.9 Bak Mesin**

Bak mesin merupakan tempat penempatan poros engkol dan gigi transmisi. Bak mesin umumnya dibuat dari bahan logam alumunium paduan. Pada jenis motor 2 langkah pada bagian bak mesinnya terdapat saluran yang dihubungkan dengan karburator sebagai pemasukan bahan bakar. Pada motor 4 langkah bak

mesin merupakan tempat minyak pelumas sekaligus juga sebagai pendingin minyak pelumas di dalam sirkulasinya. (Aditya, 2013)

## 2.5 Reaksi Kimia pada Proses Pembakaran

Pembakaran dapat didefinisikan sebagai proses/reaksi oksidasi yang sangat cepat antara bahan bakar (*fuel*) dan oksidator dengan menimbulkan nyala dan panas. Bahan bakar merupakan segala substansi yang melepaskan panas ketika dioksidasi dan secara umum mengandung unsur-unsur karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), dan sulfur (S). Sementara oksidator adalah segala substansi yang mengandung oksigen (misalnya udara) yang akan bereaksi dengan bahan bakar (Mahandari, 2010). Campuran ideal untuk pembakara antara udara dan masing-masing senyawa penyusun bensin dapat dihitung dari masa relatif masing-masing atom dan kesetimbangan reaksi kimia. Masa relatif atom-atom penyusun bensin dan oksigen adalah (Susantya, 2007):

- a. Carbon (C) = 12
- b. Hidrogen (H) = 1
- c. Oxygen (O) = 16

Persamaan reaksi kesetimbangan untuk proses pembakaran sempurna dari bensin adalah sebagai berikut:  $2C_8H_{18} + 25O_2 \rightarrow 16CO_2 + 18H_2O$

## 2.6 Pembakaran pada Motor Bensin

Pembakaran didalam ruang bakar (*combustion chamber*) suatu motor bakar merupakan gabungan suatu proses fisika dan proses kimia yang kompleks, meliputi persiapan pembakaran, perkembangan pembakaran, dan proses setelah pembakaran. Proses tersebut tergantung dari jenis dan kecepatan reaksi kimia, keadaan panas dan pertukaran masa selama proses, serta perambatan panas ke sekelilingnya. (Faisal Dasuki, 1977)

Karburator merupakan sebuah alat dan merupakan bagian dari sistem bahan bakar yang berfungsi untuk mencampur bahan bakar dan udara yang dibuat kabut sebelum masuk silinder. Karburator mengatur pemasukan, pencampuran, dan pengabutan bahan bakar ke dalam arus udara sehingga didapatkan campuran yang sesuai dengan tingkat beban dan kecepatan. Kabut bahan bakar tersebut akan

menentukan baik atau buruknya performa mesin pada kendaraan. (Faisal Dasuki, 1977)



**Gambar 2.10.** Karburator

## 2.7 Bahan Bakar

Bahan bakar merupakan gabungan senyawa hidrokarbon yang diperoleh dari alam maupun secara buatan. Bahan bakar cair umumnya berasal dariminyak bumi. Dimasa yang akan datang, kemungkinan bahan bakar cair yang berasal dari *oil shale*, tar sands, batubara dan biomassa akan meningkat. Minyak bumi merupakan campuran alami hidrokarbon cair dengan sedikit belerang, nitrogen, oksigen, sedikit sekali metal, dan mineral. (Wiratmaja, 2010)

Dengan kemudahan penggunaan, ditambah dengan *efisiensi thermis* yang lebih tinggi, serta penanganan dan pengangkutan yang lebih mudah, menyebabkan penggunaan minyak bumi sebagai sumber utama penyedia energi semakin meningkat. Secara teknis, bahan bakar merupakan sumber energi yang terbaik, mudah ditangani, mudah dalam penyimpanan dan nilai kalor pembakarannya cenderung konstan. Salah satu kekurangan bahan bakar ini adalah harus menggunakan proses pemurnian yang cukup kompleks. Bahan bakar adalah bahan yang apabila di bakar dapat meneruskan proses pembakaran tersebut dengan sendirinya, disertai dengan pengeluaran kalor yang dapat terbakar misalnya: kertas, kain, batu bara, minyak tanah, bensin dan sebagainya. (Wiratmaja, 2010)

Untuk melakukan pembakaran diperlukan 3 (tiga) unsur, yaitu :

- a. Bahan bakar
- b. Oksigen
- c. Suhu untuk memulai pembakaran

Panas atau kalor yang timbul karena pembakaran bahan bakar tersebut disebut hasil pembakaran. Kriteria umum yang harus dipenuhi bahan bakar yang akan digunakan dalam motor bakar adalah sebagai berikut:

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

Karakteristik utama yang diperlukan dalam bensin adalah sifat pembakarannya. Sifat pembakaran ini biasanya diukur dengan angka oktan. Angka oktan merupakan ukuran kecenderungan bensin untuk mengalami pembakaran tidak normal yang timbul sebagai ketukan mesin. Semakin tinggi angka oktan suatu bahan bakar, semakin berkurang kecenderungannya untuk mengalami ketukan dan semakin tinggi kemampuannya untuk digunakan pada rasio kompresi tinggi tanpa mengalami ketukan. (Wiratmaja, 2010)

### 2.7.1 Cara Menentukan Angka Oktan Bahan Bakar

Cara menentukan angka oktan bahan bakar adalah dengan mengadakan perbandingan bahan bakar tertentu dengan bahan bakar standar dengan memakai mesin CFR (*coordination fuel research*). Mesin CFR merupakan sebuah mesin silinder tunggal dengan perbandingan kompresi 4:1 sampai 14:1. (Hariyanto, 2010)

Bahan Bakar Standar :

- a. *Iso oktane trimetyl pentane* ( $C_7H_{18}$ )

*Iso oktane* adalah bahan bakar dengan kecenderungan detonasi kecil bahan bakar inilah yang mempunyai angka oktan 100.

- b. *Normal heptane* ( $C_7H_{16}$ )

Bahan bakar yang mempunyai kecenderungan detonasi besar, bahan bakar ini berangka oktan nol. Bilangan oktan dari suatu bahan bakar

mesin CFR. Pengetesan dilakukan dengan cara bahan bakar dalam mesin dan perbandingan kompresi dinaikan perlahan lahan hingga diperoleh ketukan (*Knocking*) tertentu atau pembacaan detonasi dari sebuah *detektor variasi*.

### **2.7.2 Hubungan Antara Angka Oktan dengan Pembakaran**

Pada intinya segala usaha untuk memperkecil kecenderungan detonasi adalah suatu usaha untuk memperpanjang waktu antara terjadinya loncatan listrik pada busi dan saat terjadi nyala pembakaran atau memperpendek waktu yang dilakukan oleh nyala api untuk mencapai bagian terjauh dari busi.

Bahan bakar dengan bilangan angka oktan tinggi baik digunakan motor bensin dengan perbandingan kompresi tinggi. Sebagai mana diketahui salah satu cara untuk menaikkan efisinsi motor adalah dengan menaikkan komprsi, maka dengan mempergunakan bahan bakar beroktan tinggi, hambatan yang sebageian besar disebabkan detonasi berangsur-angsur dapat diatasi. Jadi bahan bakar beroktan tinggi, berarti untuk memperbaiki kesempurnaan pembakaran dan untuk mengatur saat penyalaan pembakaran dalam hubungannya dengan perbaikan terhadap ketahanan detonasinya (Arismunandar, 2002)

### **2.7.3 Pengaruh Bahan Bakar terhadap Tekanan Masuk dan Perbandingan Kompresi**

Untuk mesin yang tanpa *supercharger*, tekanan masuk direncanakan mendekati *atmosfer* pada katub terbuka penuh, bahan bakar dengan oktan tinggi dapat mempertinggi efisinsi mesin. Sedangkan untuk mesin yang bekerja dengan *supercharger*, tekanan masuk direncanakan lebih dari satu *atmosfer*. Tekanan masuk diperoleh dengan jalan menekan udara *atmosfer* masuk ke dalam silinder selama langkah isap dengan pompa udara (*blower* dan *konpresor*). (Wikipedia, 2012)

## **2.8 Jenis Bahan Bakar**

### **2.9.1 Premium**

Premium adalah senyawa organik yang dibutuhkan dalam suatu pembakaran dengan tujuan untuk mendapatkan energi atau tenaga. Bahan bakar premium sering digunakan sebagai bahan bakar untuk kendaraan bermotor. Premium merupakan campuran kompleks senyawa-senyawa *hidrokarbon* yang memiliki titik didih sekitar 40°C sampai 180°C. Bahan bakar ini sering disebut juga dengan *gasoline* atau *petrol*. Penggunaan premium dalam mesin berkompresi tinggi akan menyebabkan mesin mengalami *knocking* sehingga premium di dalam mesin kendaraan akan terbakar dan meledak tidak sesuai dengan gerakan piston. Premium memiliki *Research Octane Number* (RON) sebesar 88. ([www.pertamina.com](http://www.pertamina.com), 2008)

**Tabel. 2.1.** Spesifikasi Premium (*Keputusan Dirjen Migas No. 940/34/DJM/2002*)

No	Sifat	MIN	MAX
1	Angka oktan riset RON	88	-
2	Kandungan Timbal (Pb)(gr/lt)	-	0,30
3	Distilasi		
	10% Vol penguapan (0C)	-	74
	50% Vol penguapan (0C)	88	125
	90% Vol penguapan (0C)		180
	Titik Didih akhir (0)	-	205
	Residu (% Vol)		2.0
4	Tekanan Uap (kpa)	-	62
5	Getah purawa (mg/100ml)	-	5
6	Periode induksi (menit)	360	-
7	Sulfur bilah tembaga (% massa)	-	0.002
8	Korosi bilah tembaga (menit)	Kelas 1	
9	Uji dokter	Negatif	
10	Warna	Kurang	2

Bensin premium mempunyai sifat anti ketukan yang baik dan dapat dipakai pada mesin kompresi tinggi pada saat semua kondisi. Sifat-sifat penting yang diperhatikan pada bahan bakar bensin adalah :

1. Kecepatan menguap (*volatility*)
2. Kualitas pengetukan (kecenderungan berdetonasi)
3. Kadar belerang
4. Titik beku

5. Titik nyala
6. Berat jenis

### 2.9.2 Pertamax Plus

Pertamax plus adalah bahan bakar minyak produksi Pertamina. Pertamax plus, seperti halnya Pertamax dan Premium, adalah produk BBM dari pengolahan minyak bumi, dihasilkan dengan penambahan zat aditif dalam proses pengolahan kilang minyak. Pertamax plus merupakan bahan bakar yang sudah memenuhi standar performa *international word wide fuel charter* (IWWC). Pertamax plus adalah bahan bakar yang memiliki rasio kompresi minimal 10,5 serta menggunakan teknologi *electronic fuel injection* (EFI), *variable valve timing intelligent* (VVTI), (VTI), *turbochargers*, dan *catalytic converters*. ([www.pertamina.com](http://www.pertamina.com), 2008)

Pertamax plus mempunyai keunggulan seperti :

- a. Bebas timbal.
- b. Oktan atau (RON) yang lebih tinggi dari Pertamax, Peralite, dan Premium.
- c. Karena memiliki oktan tinggi, maka Pertamax plus bisa menerima tekanan pada mesin berkompresi tinggi. Sehingga dapat bekerja dengan optimal pada gerakan piston. Hasilnya, tenaga mesin yang menggunakan Pertamax Plus lebih maksimal, karena BBM digunakan secara optimal.
- d. Bisa membersihkan timbunan pada *fuel injector*, *inlet valve*, ruang bakar yang dapat menurunkan performa mesin kendaraan dan mampu melarutkan air di dalam tangki mobil sehingga dapat mencegah karat dan korosi pada saluran dan tangki bahan bakar. Walaupun memiliki nilai oktan tinggi akan kurang efektif bila digunakan pada kendaraan yang memiliki kompresi rendah.

**Tabel 2.2.** Spesifikasi Pertamina Plus (Keputusan Dirjen Migas No.940/34/DJM/2002)

No	Sifat	Min	Max
1	Angka oktana riset RON	95.0	-
2	Kandungan Pb(gr/lt)	-	0,013
3	Distilasi		
	10 % Vol Penguapan (C)	-	70
	50% Vol penguapan(C)	77	110
	90% Vol penguapan(C)	130	180
	Titik didih akhir(C)	-	205
	Residu (%Vol)	-	2.0
4	Tekanan uap Reid pada 37,8 C(psi)	45	60
5	Getah purawa(mg/100 ml)	-	5
6	Periode induksi(menit)	480	-
7	kandungan belerang(%massa)	-	0,002
8	Korosi bilah tembaga(3jam/50C)	Kelas I	
9	Uji dokter atau belerang mecapatan	Negativ	
10	Warna	Merah	

### 2.8.3 Ethanol

Ethanol yang diproduksi dari bahan baku berupa biomassa ataupun limbahnya yang diproduksi dengan teknologi biokimia, melalui proses fermentasi bahan baku. Pada dasarnya, bioethanol dan ethanol adalah zat yang sama. Ethanol atau etil alkohol merupakan senyawa organik dengan struktur kimia  $C_2H_5OH$  (Ashriyani, 2009).

Sebagai bahan bakar pada motor, etanol mempunyai sifat-sifat yang dibutuhkan, seperti: nilai oktan yang tinggi, mampu diperbaharui, menghasilkan emisi polutan yang lebih rendah. Sedangkan sifat-sifat yang kurang mendukung sebagai bahan bakar motor *otto* adalah: nilai kalor yang hanya sekitar 2/3 dibandingkan *gasoline*, higroskopis dan dapat bercampur air dengan segala perbandingan sehingga dapat menyebabkan korosi maupun pemisahan.

Ethanol adalah cairan biokimia pada proses *fermentasi* gula dari sumber karbohidrat dengan menggunakan bantuan mikroorganisme dilanjutkan dengan

proses destilasi. Sebagai bahan baku digunakan tanaman yang mengandung pati, ligno selulosa dan sukrosa. Dalam perkembangannya produksi ethanol yang paling banyak digunakan adalah metode *fermentasi* dan destilasi. (Rahmawati, 2010)

Menurut Fitriana (2009), substrat yang dapat difermentasikan menjadi

Ethanol ada tiga, yaitu :

- a. Bahan bergula (*sugary materials*) : tebu dan sisa produknya (*molase* dan *bagase*). Gula bit, tapioka, kentang manis, sorgum manis, dan lain-lain.
- b. Bahan-bahan berpati (*starchy materials*) : tapioka, maizena, barley, gandum, padi, dan kentang. Jagung dan ubi kayu adalah dua kelompok *substrat* yang menarik perhatian. Sebanyak 11,7 kg tepung jagung dapat dikonversi menjadi 7 liter ethanol.
- c. Bahan-bahan lignoselulosa (*lignosellulosic material*) : sumber selulosa dan lignoselulosa berasal dari limbah pertanian dan kayu. Akan tetapi , hasil ethanol dari lignoselulosa sedikit karena kekurangan teknologi untuk mengkonversi gula pentosa menjadi ethanol. Sebanyak 409 liter ethanol dapat diproduksi dari 1 ton lignoselulosa. Proses produksi etanol/bioetanol yang menggunakan bahan baku tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat , dilakukan melalui proses konversi karbohidrat menjadi gula (*glukosa*) yang larut air. *Glukosa* dapat dibuat dari patipatian proses pembuatan glukosa dapat dibedakan berdasarkan zat pembantu yang dipergunakan, yaitu hidrolisis asam dan hidrolisis enzim. Diantara kedua jenis hidrolisis tersebut , saat ini hidrolisis enzim lebih banyak dikembangkan, daripada hidrolisis asam misalnya dengan asam sulfat (Fitriana, 2009). Dalam proses konversi karbohidrat menjadi gula (*glukosa*) dilakukan dengan penambahan air dan enzim, kemudian dilakukan proses peragian atau *fermentasi* gula menjadi ethanol dengan menambahkan *yeast* atau ragi.

Menurut Natsir (2013), bioetanol memiliki karakteristik yang lebih baik dibandingkan dengan bensin berbasis petrokimia karena beberapa hal :

- a. Bioethanol mengandung 35% oksigen, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pembakaran dan mengurangi emisi gas rumah kaca.

- b. Bioethanol memiliki nilai oktan yang lebih tinggi sehingga dapat menghentikan fungsi bahan aditif seperti *metal tetra butyl eter* dan *tetra etil timbale*.
- c. Bioethanol memiliki nilai oktan (ON) 96-113, sedangkan nilai oktan bensin hanya 85-96.
- d. Bioethanol bersih bersifat ramah lingkungan, karena gas buangnya rendah terhadap senyawa-senyawa yang berpotensi sebagai karbon monoksida, nitrogen oksida, dan gas-gas rumah kaca.
- e. Bioethanol mudah terurai dan aman karena tidak mencemari air.
- f. Bioethanol dapat diperbaharui (*renewable energy*) dan proses produksinya relatif lebih rendah dibandingkan dengan proses produksi bensin.

**Tabel 2.3.** Data Sfisifikasi Etanol (Sumber, Merek KgaA, 2013)

No	Karakteristik	Satuan
1	Temperatur penyalaan	425°C
2	Kelarutan di dalam air	( 20°C ) larut
3	Titik leleh	-117°C
4	Massa molar	46.07 g/mol
5	Densitas	0.805 – 0.812 g/cm <sup>3</sup> ( 20°C )
6	Angka Ph	7.0 (10 g/l, H <sub>2</sub> O, 20°C)
7	Titik didih	78°C (1013 hPa)
8	Tekanan uap	59 hPa
9	Batasan Ledakan	3.5 – 15%(V)
10	Titik nyala	17°C

Terdapat beberapa cara penggunaan ethanol untuk campuran *gasoline* sebagai berikut :

1. *Hydrous* ethanol (95 % Volume), yaitu etanol yang mengandung sedikit air. Campuran ini digunakan langsung sebagai pengganti *gasoline* Pada kendaraan dengan mesin yang sudah dimodifikasi.
2. *Anhyrous* ethanol atau (*dehydrated* ethanol), yaitu etanol bebas air dan paling tidak memiliki kemurnian 99%. Etanol ini dapat dicampur dengan *gasoline* konvensional dengan kadar antara 5-85%. Pada *gasoline* dengan

campuran etanol antara 5-10%, bahan bakar ini langsung digunakan pada mesin kendaraan tanpa *perly* ada modifikasi. Campuran yang umum digunakan adalah 10% etanol dan 90% *gasoline*, Campuran Bioethanol dengan kadar lebih kendaraan yang dimodifikasi, yang dikenal dengan nama *Flexible fuel vehicle*. Modifikasi umumnya dilakukan pada tangki BBM kendaraan dan sistem injeksi BBM.

#### **2.8.4 Bahan Bakar Alternatif**

Bahan bakar alternatif adalah bahan bakar yang dapat digunakan untuk menggantikan bahan bakar *konvensional*. Bahan bakar ini umumnya menghasilkan lebih sedikit emisi gas buang kendaraan yang mengakibatkan kabut asap, polusi udara dan pemanasan global. Sebagian besar bahan bakar *alternatif* tidak diturunkan dari bahan bakar *fosil* yang merupakan sumber daya terbatas karena bahan bakar *alternatif* dapat membantu negara memenuhi kebutuhan energi secara lebih mandiri. Bahan bakar *alternatif* mempunyai sifat dapat diperbaharui sehingga tidak tergantung dengan bahan bakar *fosil* yang semakin menipis. Pada bahan bakar *alternatif* ini mudah didapat di lingkungan sekitar, karena bahan bakar ini dihasilkan dari sari pati atau bahan yang mengandung gula. Bahan bakar *alternatif* tersebut yaitu ethanol. (Wikipedia, 2012)

## **2.9 Pengaruh Kerja Mesin Bensin**

### **2.9.1 Angka Oktan**

Angka Oktan adalah suatu bilangan yang menunjukkan sifat anti ketukan, atau yang lebih dikenal dengan kata lain *denotasi (knocking)*. Makin tinggi angka oktan maka semakin berkurang untuk terjadinya denotasi (*knocking*), maka campuran bahan bakar dan udara yang dikompresikan oleh torak menjadi lebih baik sehingga tenaga motor akan lebih besar dan pemakaian bahan bakar menjadi lebih hemat atau ekonomis. Cara menentukan angka oktan bahan bakar ialah dengan mengadakan suatu perbandingan bahan bakar tertentu dengan bahan bakar

standar. Yaitu dengan menggunakan mesin CFR (*coordination fuel research*). Mesin CFR merupakan sebuah mesin silinder tunggal dengan perbandingan kompresi yang dapat diukur dari sekitar 4:1 sampai dengan 14:1. Terdapat dua metode dasar yang umum digunakan yaitu *research method* menggunakan mesin motor CFR F-1, yang hasilnya disebut dengan *research octane number* (RON) dan motor *method* yang menggunakan mesin motor CFR F-2 dimana hasilnya disebut dengan *motor octane number* (MON). *Research method* menghasilkan gejala ketukan lebih rendah dibandingkan motor *research*. (Tommy, 2014)

Nilai oktan yang harus dimiliki oleh bahan bakar ditampilkan dalam (Tabel 4.2.) berikut :

**Tabel 2.4.** Angka *oktan* untuk bahan bakar ([www.pertamina.com](http://www.pertamina.com))

<b>Jenis Bahan Bakar</b>	<b>Angka Oktan</b>
Premium	88
Pertalite	90
Pertamax	92
Pertamax Plus	95
Pertamax Turbo	98
Bensol	100
Ethanol	108

### 2.9.2 Nilai Kalor

Nilai kalor adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas/kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara/oksigen. Selain boros bahan bakar, tentu saja akan menyebabkan performa yang tidak maksimal dari mesin tersebut. Mesin akan mengambil sebanyak-banyaknya bahan bakar untuk memenuhi kebutuhan kinerjanya, akan tetapi tetap tidak mencukupi kebutuhan kinerja mesin. Suatu kondisi ideal terjadi bila dengan jumlah bahan bakar yang normal, mesin telah mendapat energi yang cukup. Nilai kalor suatu bahan bakar menunjukkan seberapa besar energi yang terkandung didalamnya. Nilai kalor ethanol sekitar 67% nilai kalor bensin, hal ini karena adanya oksigen dalam struktur ethanol. Berarti untuk mendapatkan energi yang sama jumlah ethanol yang diperlukan akan lebih besar. Adanya oksigen dalam

etanol juga mengakibatkan campuran menjadi lebih miskin atau jika dibandingkan dengan bensin, sehingga campuran harus dibuat lebih kaya untuk mendapatkan unjuk kerja yang diinginkan. Nilai oktan yang tinggi tidak memberikan tenaga yang lebih terhadap performa mesin. Bisa saja bahan bakar dengan nilai oktan yang tinggi, namun tenaga yang dihasilkan tetap kurang. Hal ini karena bukan nilai oktan yang memberikan energi, melainkan nilai kalor. Kalor yang terkompresi sempurna akan menghasilkan energi maksimal, yang akan mendorong piston lebih kuat sehingga memberikan performa terbaik. (Wikipedia, 2010)

### **2.9.3 Volatility**

*Volatility* suatu bahan bakar menunjukkan kemampuannya untuk menguap. Sifat ini penting, karena jika bahan bakar tidak cepat menguap maka bahan bakar akan sulit tercampur dengan udara pada saat terjadi pembakaran. Zat yang sulit menguap tidak dapat digunakan sebagai bahan bakar mesin, meskipun memiliki nilai kalor yang besar. Namun demikian bahan bakar yang terlalu mudah menguap juga berbahaya karena mudah terbakar. (Jurnaldinamis vol II, 2009)

Keekonomisan suatu bahan bakar secara langsung tergantung dari seberapa kaya campuran udara bahan bakarnya dan hal ini tergantung dari seberapa ukuran main jet pada karburator. Ethanol memerlukan campuran yang lebih kaya dari pada bensin, tetapi karena bilangan oktanya yang lebih tinggi maka pembakaran etanol lebih efisien. Untuk mengetahui secara detail tingkat keekonomisan ethanol jika dibandingkan dengan bensin tentunya diperlukan kajian dan penelitian lebih mendalam. (Jurnaldinamis vol II, 2009)

### **2.9.4 Titik Nyala (*Flash Point*)**

Titik nyala adalah suatu angka yang menyatakan suhu terendah dari bahan bakar minyak dimana akan timbul penyalaan api sesaat, apabila pada permukaan minyak didekatkan pada nyala api. Titik nyala ini diperlukan sehubungan dengan adanya pertimbangan-pertimbangan mengenai keamanan dari penimbunan minyak dan pengangkutan bahan bakar minyak terhadap bahaya kebakaran. Titik

nyala tidak mempunyai pengaruh yang besar dalam persyaratan pemakaian bahan bakar minyak untuk mesin diesel atau ketel uap. (Wikipedia, 2010)

## **2.10 Emisi Gas Buang**

Emisi gas buang didefinisikan sebagai zat atau unsur dari pembakaran di dalam ruang bakar yang dilepas ke udara yang ditimbulkan oleh kendaraan bermotor. Pembakaran di ruang bakar yang tidak sempurna menyebabkan emisi yang bersifat polutan, seperti HC, CO, NO<sub>x</sub>, Pb SO<sub>x</sub>, dan lainnya. (Akbar, 2011)

### **2.10.1 Carbon Monoksida (CO)**

Gas karbon monoksida adalah gas yang relative tidak stabil dan cenderung bereaksi dengan unsur lain. Karbon monoksida, dapat diubah dengan mudah menjadi CO<sub>2</sub> dengan bantuan sedikit oksigen dan panas. Gas CO bersifat racun, dapat menimbulkan rasa sakit pada mata, saluran pernafasan, dan paru-paru. (Akbar, 2011)

### **2.10.2 Nitrogen Oksida (NO<sub>x</sub>)**

Senyawa NO<sub>x</sub> adalah ikatan kimia antara unsur nitrogen dan oksigen. Dalam kondisi normal atmosphere, nitrogen adalah gas inert yang amat stabil yang tidak akan berikatan dengan unsur lain. Senyawa NO<sub>x</sub> ini sangat tidak stabil dan bila terlepas ke udara bebas, akan bereaksi dengan oksigen untuk membentuk NO<sub>2</sub>. Inilah yang amat berbahaya karena senyawa ini amat beracun dan bila terkena air akan membentuk asam nitrat. (Akbar, 2011)

### **2.10.3 Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>)**

Konsentrasi CO<sub>2</sub> menunjukkan secara langsung status proses pembakaran di ruang bakar. Semakin tinggi maka semakin baik. (Akbar, 2011)

### **2.10.4 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. (Akbar, 2011)

### 2.10.5 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 (CO<sub>2</sub>) dan air (H<sub>2</sub>O). Walaupun rasio perbandingan antara udara dan bensin AFR (*Air to Fuel Ratio*) sudah tepat dan didukung oleh desain ruang bakar mesin saat ini yang sudah mendekati ideal, proses pembakaran dan menyebabkan emisi HC pada ujung knalpot cukup tinggi. (Akbar, 2011)

### 2.11 Rasio Bensin Ethanol

Rasio bensin ethanol dilakukan untuk mengurangi ketergantungan pada bensin yang diyakni bakal habis tambang. Ethanol mengandung 35% oksigen, sehingga meningkatkan efisiensi pembakaran dan dapat menaikkan angka oktan. ethanol juga bisa terurai sehingga mengurangi emisi gas buang.

Untuk memudahkan mengetahui *persentase* campuran bensin dengan bioethnol, maka diberi kode Bio (karena mengandung campuran bioethnol ) dan nilai *persentase* ethnol pada campuran tersebut. Campuran ethol 5% dan bensin % diberi nama Bio5, ethnol 10% dan besin 90% diberi nama Bio 10 dan seterusnya. (Wikipedia, 2010)

### 2.12 Parameter Petunjuk Perhitungan

#### 2.12.1 Torsi (T)

Torsi adalah indikator baik dari ketersediaan mesin untuk kerja. Torsi didefinisikan sebagai gaya yang bekerja pada jarak momen dan apabila dihubungkan dengan kerja dapat ditunjukkan. (Heywood, 1988).

#### 2.12.2 Daya (P)

Daya adalah besar usaha yang dihasilkan oleh mesin tiap satuan waktu,

didefinisikan sebagai laju kerja mesin, ditunjukkan dengan persamaan (Heywood,1988). Dalam hal ini daya secara normal diukur dalam kW, tetapi satuan HP masih digunakan juga, dimana :

$$1\text{HP} = 0,7457 \text{ kW}$$

$$1 \text{ kW} = 1,341 \text{ HP}$$

### 2.12.3 Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar spesifik adalah pemakaian bahan bakar yang terpakai perjam untuk setiap daya yang dihasilkan pada motor bakar. Konsumsi bahan bakar spesifik didefinisikan dengan persamaan (Arismunandar, 2002) :

$$\text{SFC} = \frac{mf}{P} \left( \frac{\text{kg}}{\text{kWh}} \right) \dots\dots\dots$$

(2.1)

Dengan

$mf$  = Laju aliran bahan bakar masuk mesin

$$mf = \frac{b}{t} \cdot \frac{3600}{1000} \cdot \rho_{bb} \left( \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \right)$$

$b$  = volume buret yang dipakai dalam pengujian (cc)

$t$  = waktu yang diperlukan untuk pengosongan buret dalam detik (s)

$\rho_{bb}$  = massa jenis bahan bakar

$\rho_{bensin} = 0.74 \text{ kg/l}$

$P$  = daya mesin (Kw)