

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Tirtoatmodjo dan Willyanto (1999) melakukan penelitian tentang peningkatan permormance motor bensin yang menggunakan BBG dengan penambahan blower dan sistem. Adapun hasilnya penambahan blower dan sistem injeksi BBG mampu meningkatkan daya motor. Supaya daya motor yang dihasilkan mampu menyamai daya motor berbahan bakar bensin maka harus di tambahkan sistem injeksi untuk menambah suplai BBG, supaya ketika di lakukan akselerasi kebutuhan BBG dapat terpenuhi.

Sitorus (2002) melakukan penelitian tentang pengembangan bahan bakar gas sebagai bahan bakar alternatif. Adapun hasilnya Pengembangan dan pemasyarakatan bahan bakar Gas memerlukan kerja sama antara pemerintah, produsen ataw pihak swasta dan Masyarakat. Jika pemerintah tidak serius dalam mengembangkan bahan bakar Gas ini maka Indonesia akan mengalami krisis bahan bakar minyak.

Pada tahun 2009 Subroto melakukan penelitian tentang pengaruh koil *racing* terhadap unjuk kerja motor bensin, menghasilkan kesimpulan diantaranya, penggunaan koil *racing* memperoleh hasil unjuk kerja mesin yang lebih baik dibanding koil standart pabrikan. Penggunaan koil *racing* menghasilkan daya yang lebih baik/tinggi pada setiap putaran mesin dibanding koil standart, hal ini disebabkan proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara yang lebih baik.

dalam ruang bakar lebih baik atau lebih cepat, sehingga daya yang dihasilkan menjadi tinggi pula.

## 2.2. Dasar Teori

### 2.2.1. Pengertian Motor Bakar

Motor bakar adalah salah satu jenis mesin kalor, yaitu mesin yang mengubah energi termal untuk melakukan kerja mekanik atau mengubah energi 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

Dengan demikian mesin kalor terdiri atas :

1. Mesin pembakaran dalam atau sering disebut *Internal Combustion Engine* (ICE), yaitu dimana proses pembakarannya berlangsung di dalam 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 pembakaran luar atau sering disebut sebagai *External Combustion Engine* (ECE), yaitu proses pembakaran bahan bakar terjadi di luar mesin itu, sehingga untuk melaksanakan pembakaran digunakan mesin tersendiri. Panas

gerak, tetapi terlebih dulu melalui media penghantar, baru kemudian diubah menjadi tenaga mekanik. Misalnya pada ketel uap dan turbin uap.

Hal-hal yang perlu menjadi perhatian dan pertimbangan dalam menentukan mesin yang akan digunakan adalah :

1. Mesin pembakaran dalam yaitu :

- a. Pemakaian bahan bakar irit.
- b. Berat tiap satuan tenaga mekanis lebih kecil.
- c. Konstruksi lebih sederhana, karena tidak memerlukan ketel uap, kondensor dan sebagainya.

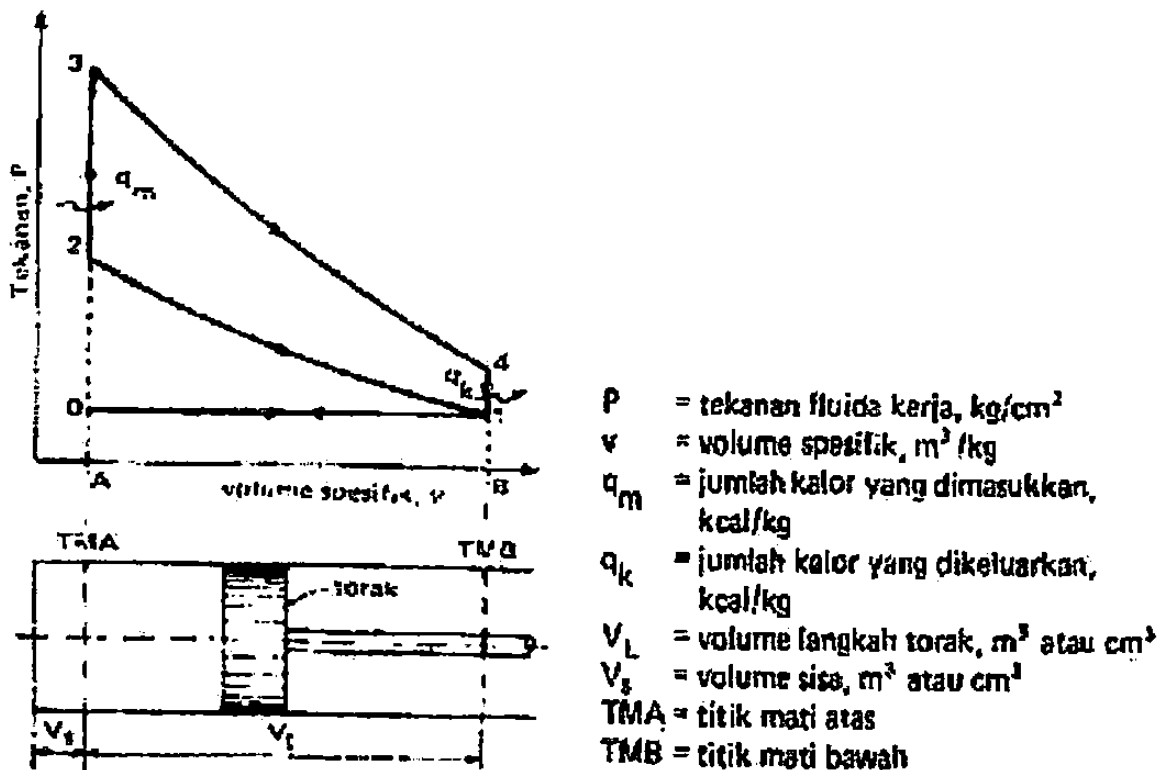
2. Mesin pembakaran luar yaitu :

- a. Dapat memakai semua bentuk bahan bakar.
- b. Dapat memakai bahan bakar yang bermutu rendah.
- c. Cocok untuk melayani beban-beban besar dalam satu poros.
- d. Lebih cocok dipakai untuk daya tinggi.

Motor pembakaran dalam sendiri terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu Motor Bensin (*Otto*) dan Motor Diesel. Perbedaan kedua jenis motor tersebut sangat jelas sekali yaitu jika motor bensin menggunakan bahan bakar bensin (premium), sedangkan motor diesel menggunakan bahan bakar solar. Perbedaan yang utama juga terletak pada sistem penyalannya, di mana pada motor bensin digunakan busi sebagai sistem penyalannya sedangkan pada motor diesel

### 2.2.2. Siklus thermodinamika

Siklus udara volume konstan (siklus otto), dapat digambarkan dengan grafik P dan v seperti terlihat pada (Gbr. 2.1).



Gambar 2.1. Diagram P vs V dari siklus volume konstan  
(Sumber: Astu Pudjanarsa & Djati Nursuhud, 2008)

Penjelasan :

- Fluida kerja dianggap sebagai gas ideal dengan kalor spesifik yang konstan.
- Langkah isap (0-1) merupakan proses tekanan-konstan.
- Langkah kompresi (1-2) ialah proses isentropik

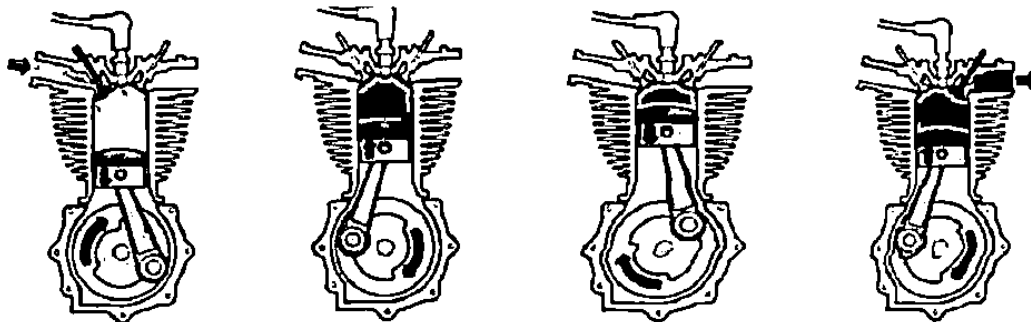
- d. Proses pembakaran volume konstan (2-3) dianggap sebagai proses pemasukan kalor pada volume konstan.
- e. Langkah kerja (3-4) ialah proses isentropik.
- f. Proses pembuangan (4-1) dianggap sebagai proses pengeluaran kalor pada volume konstan.
- g. Langkah buang (1-0) ialah proses tekanan konstan.
- h. Siklus dianggap 'tertutup', artinya siklus ini berlangsung dengan fluida kerja yang sama, atau gas yang berada di dalam silinder pada titik 1 dapat dikeluarkan dari dalam silinder pada waktu langkah buang, tetapi pada langkah isap berikutnya akan masuk sejumlah fluida yang sama.

### **2.2.3. Prinsip Kerja Motor Bakar**

Prinsip kerja motor bakar dibedakan menjadi 2 yaitu motor 4 langkah dan 2 langkah.

#### **2.2.3.1. Motor bensin 4 langkah**

Motor bensin empat langkah adalah motor yang setiap satu kali pembakaran



Gambar 2.2. Skema Gerakan Torak 4 langkah  
(Sumber : Jalius Jama, 2008)

Prinsip kerja motor 4 langkah dapat dijelaskan sebagai berikut :

#### **Langkah isap :**

1. Torak bergerak dari TMA ke TMB
2. Katup masuk terbuka, katup buang tertutup.
3. Campuran bahan bakar dengan udara yang telah tercampur di dalam karburator masuk ke dalam silinder melalui katup masuk.
4. Saat torak berada di TMB katup masuk akan tertutup.

#### **Langkah kompresi :**

1. Torak bergerak dari TMB ke TMA.
2. Katup masuk dan katup buang kedua-duanya tertutup sehingga gas yang telah diisap tidak keluar pada waktu ditekan oleh torak yang mengakibatkan tekanan gas akan naik.
3. Beberapa saat sebelum torak mencapai TMA busi mengeluarkan api.
4. Gas bahan bakar yang telah mencapai tekanan tinggi terbakar.

5. Akibat pembakaran bahan bakar, tekanannya akan naik menjadi kira-kira

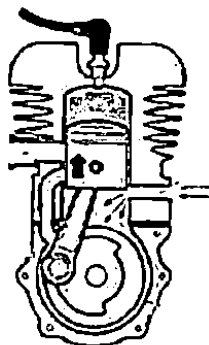
1. Katup masuk dan katup buang dalam keadaan tertutup.
2. Gas terbakar dengan tekanan yang tinggi akan mengembang kemudian menekan torak turun ke bawah dari TMA ke TMB.
3. Tenaga ini disalurkan melalui batang penggerak, selanjutnya oleh poros engkol diubah menjadi gerak berputar.

#### Langkah pembuangan :

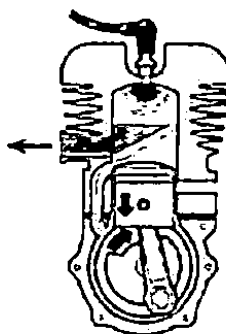
1. Katup buang terbuka, katup masuk tertutup.
2. Torak bergerak dari TMB ke TMA.
3. Gas sisa pembakaran terdorong oleh torak keluar melalui katup buang.

#### 2.2.3.2. Motor Bensin 2 Langkah

Motor bensin 2 langkah adalah mesin yang proses pembakarannya dilaksanakan dalam satu kali putaran poros engkol atau dalam dua kali gerakan piston.



Langkah isap dan Langkah kompresi



Langkah kerja dan Langkah buang

Gambar 2.3. Skema Gerakan Torak 2 Langkah  
(Sumber : Jalius Jama, 2008 )

Gambar di atas merupakan kerja pada motor 2 langkah, jika piston bergerak

di bawah ini adalah gambar skema dari motor 2 langkah yang menunjukkan siklus isap dan buang

akan tertutup. Dalam hal ini bahan bakar dan udara dalam ruang bakar dikompresikan. Sementara itu campuran bahan bakar dan udara masuk ruang engkol, beberapa derajat sebelum piston mencapai titik mati atas, busi akan meloncatkan api sehingga terjadi pembakaran bahan bakar.

Prinsip kerja dari motor 2 langkah :

**Langkah hisap :**

1. Torak bergerak dari TMA ke TMB.
2. Pada saat saluran bilas masih tertutup oleh torak, dalam bak mesin terjadi kompresi terhadap campuran bensin dengan udara.
3. Di atas torak, gas sisa pembakaran dari hasil pembakaran sebelumnya sudah mulai terbangun keluar saluran buang.
4. Saat saluran bilas terbuka, campuran bensin dengan udara mengalir melalui saluran bilas terus masuk kedalam ruang bakar.

**Langkah kompresi :**

1. Torak bergerak dari TMB ke TMA.
2. Rongga bilas dan rongga buang tertutup, terjadi langkah kompresi dan setelah mencapai tekanan tinggi busi memercikan bunga api listrik untuk membakar campuran bensin dengan udara.
3. Pada saat yang bersamaan, di bawah (di dalam bak mesin) bahan



**Langkah kerja/ekspansi :**

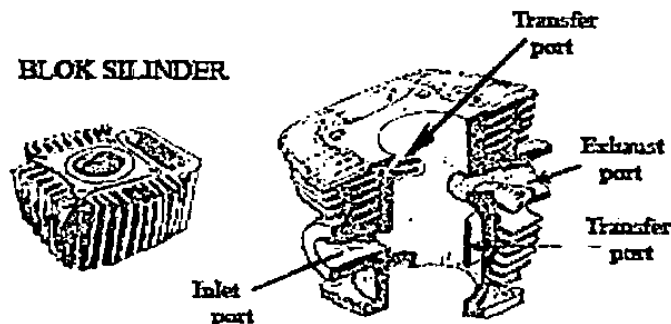
1. Torak kembali dari TMA ke TMB akibat tekanan besar yang terjadi pada waktu pembakaran bahan bakar
2. Saat itu torak turun sambil mengkompresi bahan bakar baru di dalam bak mesin.

**Langkah buang :**

1. Menjelang torak mencapai TMB, saluran buang terbuka dan gas sisa pembakaran mengalir terbang keluar.
2. Pada saat yang sama bahan bakar baru masuk ke dalam ruang bahan bakar melalui rongga bilas.
3. Setelah mencapai TMB kembali, torak mencapai TMB untuk mengadakan langkah sebagai pengulangan dari yang dijelaskan di atas.

**2.2.4. Bagian Utama Motor Bakar****2.2.4.1. Blok Silinder**

Silinder adalah sebagai tempat pembakaran campuran bahan bakar dengan udara untuk mendapatkan tekanan dan temperatur yang tinggi. Bahan logam yang dipergunakan adalah bahan yang berkualitas baik sehingga tahan lama, tahan gesekan, serta tahan terhadap temperatur tinggi (Daryanto,2008). Pada umumnya silinder dibuat dari baja tuang untuk mesin besar dan untuk mesin kecil terbuat dari bahan logam aluminium paduan



Gambar 2.4. Blok silinder  
(Sumber : R S. Nortop, 1995)

Untuk menghindarkan kebocoran gas, terutama pada langkah kompresi maka pemasangan *packing* dan mur pada kepala silinder harus benar-benar rapat dan padat.

#### 2.2.4.2. Kepala Silinder

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

#### 2.2.4.3. Torak

Torak dibuat dari bahan yang bermutu tinggi, torak harus kuat ringan dan tahan akan temperatur tinggi. Fungsi torak adalah sebagai alat pengisap bahan bakar, memampatkan bahan bakar, menampung tenaga atau gaya ekspansi gas yang bertekanan tinggi dengan temperatur yang tinggi (R S. Northop, 1995).

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

- c. Pemuaian kecil
- d. Tahan terhadap keausan akibat gesekan
- e. Kekuatan yang tinggi terutama pada temperatur tinggi

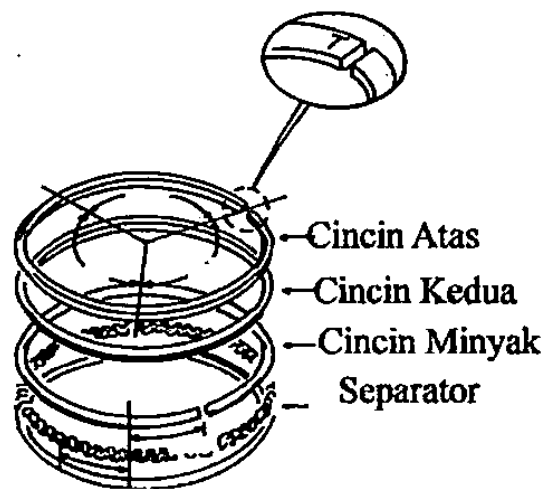


Gambar 2.5. Rakitan Torak  
(Sumber : Daryanto,2008)

#### 2.2.4.4. Cincin Torak

Cincin torak adalah cincin yang memisahkan dua bagian, yaitu torak dan silinder. Fungsi cincin torak adalah untuk mempertahankan kerapatan antara torak dan dinding 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

menyebabkan mata sil / pasokan antara silinder dan torak (D. S. Norton, 1995)



Gambar 2.6. Cincin Torak  
(Sumber : Daryanto,2008)

Cincin torak terbagi dua jenis dasar :

1) Cincin kompresi

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

2) Ring Pengontrol Oli

Ring 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 :

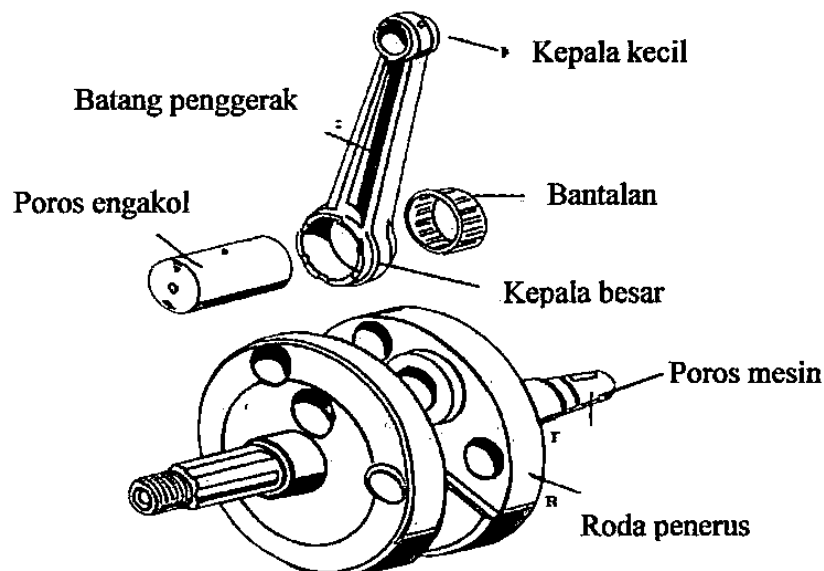
- a. Ring oli besi tuang (*Slotted cast iron oil ring*) yang dibuat satu buah.
- b. Ring oli bentuk segmen terdiri dari dua atau empat buah.
- c. Satu ekspander atau pengembang yang dipasang pada belakang segmen berfungsi sebagai pendorong keluar pada dinding silinder

### 2.2.4.5. Pena Torak

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

### 2.2.4.6. Batang Penggerak

Batang penggerak 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 kedalam gerakan putaran dari poros engkol dan roda gigi. Batang penggerak pada umumnya dibuat dari bahan campuran baja bermutu tinggi dan tahan akan temperatur tinggi.



Gambar 2.7 Batang Penggerak Dan Poros Engkol

#### **2.2.4.7. Poros Engkol**

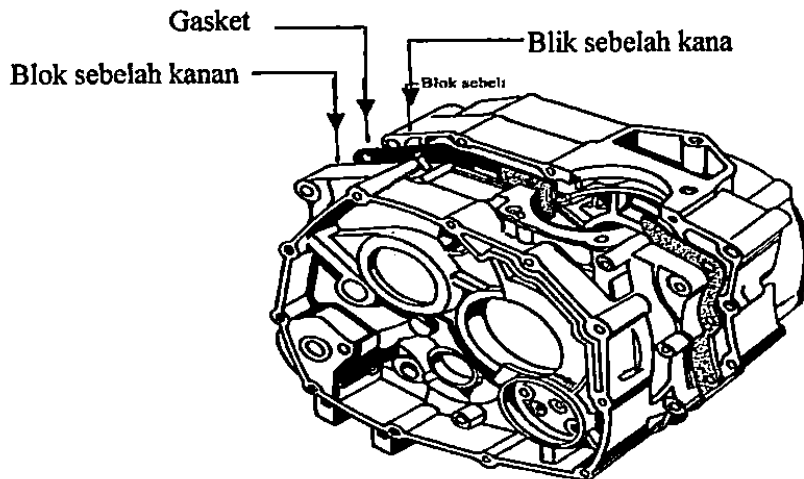
Pada umumnya poros engkol dibuat dari bahan baja. Poros engkol berfungsi mengubah gerakan bolak-balik yang diterima dari torak menjadi gerakan berputar. Pada poros engkol biasanya terdapat *counter weight* yang berfungsi untuk membalance gaya-gaya yang tidak seimbang dari komponen poros engkol atau dari komponen mesin yang berputar pada poros engkol. Bagian poros engkol yang berfungsi sebagai poros disebut *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.

#### **2.2.4.8. 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 dalam pembuatannya harus seimbang agar putaran mesin rata tanpa getaran-getaran.

#### **2.2.4.9. 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



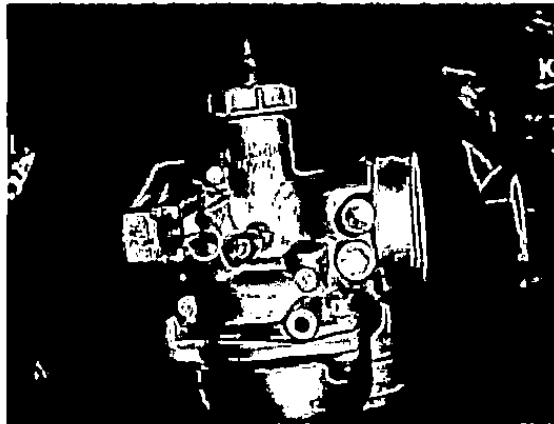
Gambar 2.8. Blok mesin  
(Sumber : Daryanto, 2008)

#### 2.2.4.10. Karburator

Karburator adalah sebuah alat dan merupakan bagian dari sistem bahan bakar yang berfungsi untuk mencampur bahan bakar dan udara yang dibuat kabut sebelum udara masuk ke dalam silinder. Karburator mengatur pemasukan, pencampuran, dan pengabutan bahan bakar ke dalam arus udara sehingga didapatkan perbandingan campuran yang sesuai dengan tingkat beban dan kecepatan. Kabut bahan bakar tersebut akan menentukan baik atau buruknya *performance* mesin pada kendaraan.

Ketika katup *throttle* terbuka, bahan bakar akan masuk ke dalam karburator melalui berbagai *jet* dan bercampur dengan udara. Ketika katup *throttle* 0% hingga 30% terbuka, *idle jet* dan *pilot jet* bekerja. Ketika katup *throttle* antara 15% hingga 60% terbuka, *needle jet* bekerja. Kemudian katup *throttle* antara 20%

60% hingga 100% terbuka, *main jet* bekerja. Jadi, dengan kata lain, *pilot jet* bekerja untuk mengatur pemasukan bahan bakar dari saat pelat katup cekik menutup hingga katup *throttle* terbuka 1/4 bukaan. Kemudian *needle jet* bekerja dari saat pelat katup cekik 1/4 hingga 3/4 membuka. Terakhir, *main jet* bekerja dari saat katup *throttle* terbuka 1/2 bukaan katup hingga katup *throttle* terbuka penuh.



Gambar 2.9. Karburator Honda Supra X

### 2.2.5. Sistem Pembakaran

Secara umum pembakaran didefinisikan sebagai reaksi kimia atau reaksi kesenyawaan bahan bakar dengan oksigen. Mekanisme pembakaran sangat dipengaruhi oleh keadaan dari keseluruhan proses pembakaran, sebagaimana diketahui bahwa bensin mengandung unsur-unsur karbon dan hidrogen.

Ada 3 teori mengenai terbentuknya hidrogen tersebut :

1. Hidrokarbon terbakar bersama-sama dengan oksigen sebelum karbon bergabung dengan oksigen.

2. Karbon terbakar lebih dahulu daripada oksigen



3. Senyawa hidrokarbon terlebih dahulu bergabung dengan oksigen dan membentuk senyawa (*hidroxilasi*) yang kemudian dipecah secara *thermis*. (Yaswaki, K, 1994).

Dalam pembakaran hidrokarbon tidak terjadi gejala apabila kondisinya memungkinkan untuk proses *hidroxilasi*, hal ini akan terjadi apabila campuran terdahulu (*premixture*) antara bahan bakar dengan udara mempunyai waktu yang cukup, sehingga memungkinkan masuknya oksigen ke dalam senyawa hidrokarbon (Yaswaki, K, 1994).

Bila oksigen dan hidrokarbon ini tidak tercampur dengan baik, maka akan terjadi proses *cracking* dimana akan timbul asap, pembakaran semacam ini disebut pembakaran tidak normal.

Ada 2 kemungkinan yang dapat terjadi pada pembakaran motor bensin :

1. Pembakaran normal, dimana bahan bakar dapat terbakar seluruhnya pada saat dan keadaan yang dikehendaki.
2. Pembakaran tidak normal, dimana bahan bakar tidak ikut terbakar atau tidak terbakar sama-sama pada saat dan keadaan yang dikehendaki.

#### **2.2.6. Sistem Pengapian**

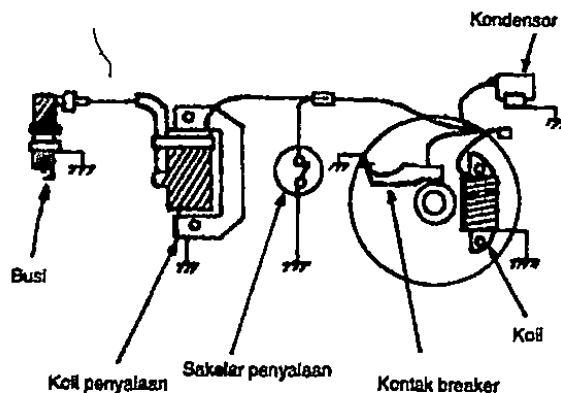
Fungsi pengapian adalah memulai pembakaran atau menyalakan campuran bahan bakar dan udara pada saat dibutuhkan, sesuai dengan beban dan putaran motor. Sistem pengapian dibedakan menjadi dua yaitu sistem pengapian

### 2.2.6.1. Sistem Pengapian Konvensional

Sistem pengapian konvensional ada dua macam yaitu sistem pengapian baterai dan sistem pengapian magnet.

#### 2.2.6.1.1. Sistem Pengapian Magnet

Sistem pengapian dengan magnet seperti terlihat pada gambar 2.16. di bawah ini :



Gambar 2.19. Rangkaian sistem pengapian magnet  
(Sumber : Daryanto, 2008)

Yang dimaksud dengan sistem pengapian magnet adalah loncatan bunga api pada busi menggunakan arus dari kumparan magnet (AC).

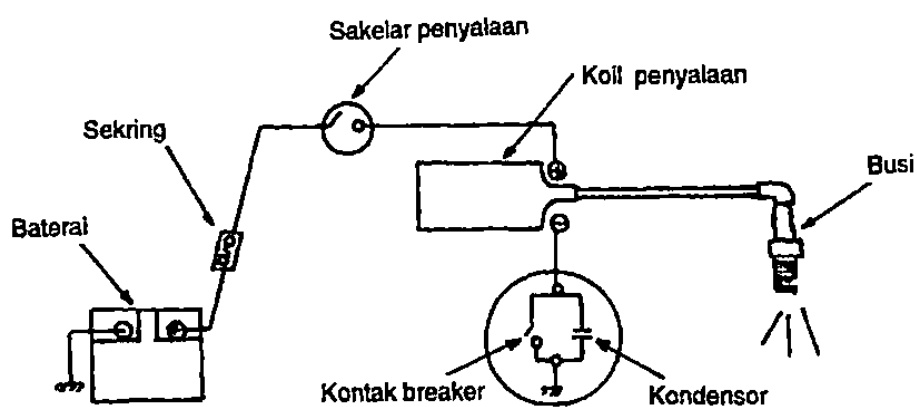
Ciri-ciri umum pengapian magnet :

1. Untuk menghidupkan mesin menggunakan arus listrik dari generator AC.
2. Platina terletak didalam rotor.
3. Menggunakan koil AC.
4. Menggunakan kiprok plat tunggal.
5. Sinar lampu kepala tergantung putaran mesin. Semakin cepat putaran mesin semakin terang sinar lampu kepala

Sistem mempunyai dua kumparan yaitu kumparan primer dan sekunder, salah satu ujung kumparan primer dihubungkan ke masa sedangkan untuk ujung kumparan yang lain ke kondensor. Dari kondensor mempunyai tiga cabang salah satu ujungnya dihubungkan ke platina, sedangkan bagian platina yang satu lagi dihubungkan ke masa. Jika platina menutup, arus listrik dari kumparan primer mengalir ke masa melewati platina, dan busi tidak meloncatkan bunga api. Jika platina membuka, arus listrik tidak dapat mengalir ke masa sehingga akan mengalir ke kumparan primer koil dan mengakibatkan timbulnya api pada busi.

#### 2.2.6.1.2. Sistem Pengapian Baterai

Sistem pengapian dengan baterai seperti terlihat pada gambar 2.20. di bawah ini :



Gambar 2.20. Rangkaian sistem pengapian dengan baterai  
(Sumber : Daryanto, 2008)

Yang dimaksud sistem pengapian baterai adalah loncatan bunga api pada elektrode busi menggunakan arus listrik dari baterai. Sistem pengapian baterai

1. Platina terletak diluar rotor/magnet.
2. Menggunakan koil DC.
3. Menggunakan kiprok plat ganda.
4. Sinar lampu kepala tidak dipengaruhi oleh putaran mesin.

Kutub negatif baterai dihubungkan ke masa sedangkan kutub positif baterai dihubungkan ke kunci kontak dari kunci kontak kemudian ke koil, antara baterai dan kunci kontak diberi sekering. Arus listrik mengalir dari kutub positif baterai ke kumparan primer koil, dari kumparan primer koil kemudian ke kondensor dan platina. Jika platina dalam keadaan tertutup maka arus listrik ke masa. Jika platina dalam keadaa mambuka arus listrik akan berhenti dan di dalam kumparan sekunder akan diinduksikan arus listrik tegangan tinggi yang diteruskan ke busi sehingga pada busi timbul loncatan api.

#### **2.2.6.2. Sistem Pengapian Elektronik**

Sistem pengapian elektronik adalah sistem pengapian yang relatif baru, sistem pengapian ini sangat populer dikalangan para pembalap untuk digunakan pada sepeda motor *racing*. Akhir-akhir ini khususnya di Indonesia, telah digunakan sistem pengapian elektronik pada beberapa merk sepeda motor untuk penggunaan di jalan raya.

Maksud dari penggunaan sistem pengapian elektronik adalah agar platina dapat bekerja lebih efisien dan tahan lama, atau platina dihilangkan sama sekali. Bila platina dihilangkan, maka sebagai penggantinya adalah berupa gelombang

Rangkaian elektronik dari sistem pengapian ini terdiri dari transistor, diode, capacitor, SCR (*Silicon Control Rectifier*) dibantu beberapa komponen lainnya, Pemakaian sistem elektronik pada kendaraan model sepeda motor sama sekali tidak lagi memerlukan adanya penyetelan berkala seperti pada sistem pemakaian biasa. Api pada busi dapat menghasilkan daya cukup besar dan stabil, baik putaran mesin rendah atau putaran mesin tinggi.

Pulsa pemicu rangkaian elektronik berasal dari putaran magnet yang tugasnya sebagai pengganti hubungan pada sistem pengapian biasa, magnet akan melewati sebuah kumparan kawat yang kecil, yang efeknya dapat memutuskan dan menyambungkan arus pada kumparan primer di dalam koil pengapian. Jadi dalam sistem pengapian elektronik, koil pengapian masih tetap harus digunakan.

Kelebihan sistem pengapian elektronik :

1. Menghemat pemakaian bahan bakar.
2. Mesin lebih mudah dihidupkan.
3. Komponen pengapian lebih awet.
4. Polusi gas buang yang ditimbulkan kecil.

Ada beberapa pengapian elektronik antara lain adalah PEI (*Pointless Elektronik Ignition*). Sistem pengapian ini menggunakan magnet dengan tiga buah kumparan untuk pengisian, pengapian dan penerangan. Untuk pengapian terdapat dua buah kumparan yaitu kumparan kecepatan tinggi dan kumparan kecepatan

Komponen-komponen sistem pengapian PEI :

### 1. Unit CDI

Unit CDI merupakan rangkaian komponen elektronik yang sebagian besar adalah kondensator dan sebuah SCR (Silicon Controller Rectifier). SCR bekerja seperti katup listrik, katup dapat terbuka dan listrik akan mengalir menuju kumparan primer koil agar pada kumparan silinder terdapat arus induksi. Dari induksi listrik pada kumparan silinder tersebut arus listrik diteruskan ke elektroda busi.

### 2. Magnet

Magnet yang digunakan pada sistem ini mempunyai 4 kutub, 2 buah kutub selatan dan 2 buah kutub utara. Letak kutub-kutub tersebut bertolak belakang. Setiap satu kali magnet berputar menghasilkan dua kali penyalan tetapi hanya satu yang dimanfaatkan yaitu yang tepat beberapa derajat sebelum TMA (Titik Mati Atas).

### 3. Koil

Koil yang digunakan pada sistem PEI dirancang khusus untuk sistem ini, jadi berbeda dengan koil yang digunakan untuk sistem pengapian konvensional. Koil ini tahan terhadap kebocoran listrik tegangan tinggi.

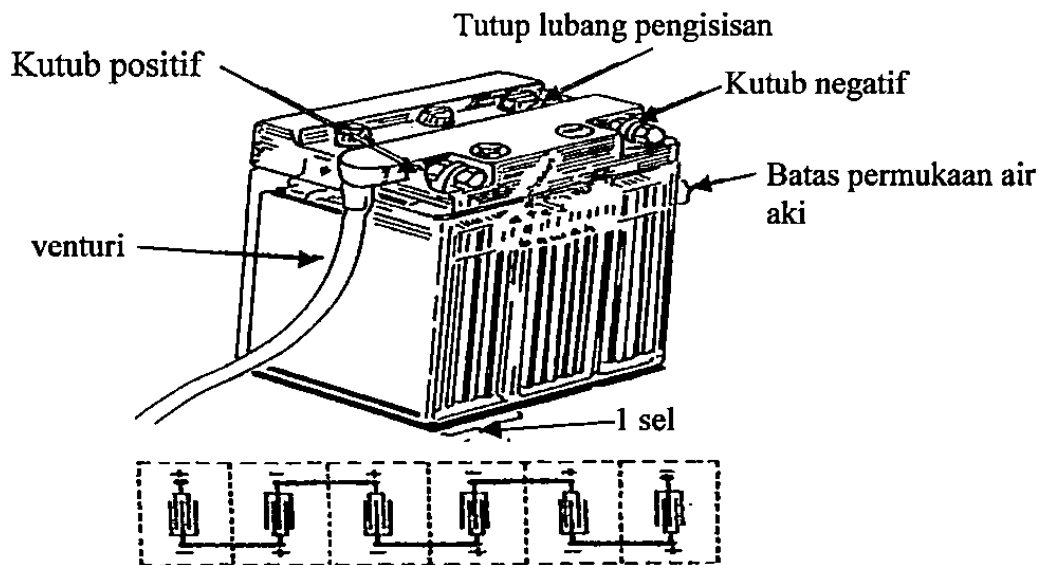
## **2.2.6.3. Komponen Sistem Penyalan**

### **2.2.6.3.1. Baterai Sebagai Sumber Listrik**

Baterai tidak dapat membuat listrik, akan tetapi baterai dapat menyimpan listrik untuk digunakan pada saat-saat tertentu. Nama yang tepat untuk baterai

yang digunakan pada sepeda motor adalah *Lead acid storage battery*.

Baterai terdiri dari sel-sel yang mana setiap sel baterai dapat mengeluarkan arus kurang lebih sebesar 2,1 volt, jadi baterai 6 volt terdiri dari tiga buah sel yang dihubungkan secara hubungan seri. Setiap sel baterai terdiri dari dua macam plat, yaitu plat positif dan plat negatif yang dibuat dari timbal atau timah hitam. Plat-plat tersebut disusun sebelah menyebelah dan diantara plat-plat tersebut diberi pemisah dengan bahan *non* konduktor, sedangkan untuk setiap sel baterai biasanya jumlah plat negatif lebih banyak dari pada plat positif. Reaksi kimia antara plat baterai dengan cairan elektrolit akan menghasilkan arus listrik DC (*Direct Current* = arus searah).



Gambar 2.21. Baterai  
(Sumber : Daryanto,2008)

#### a. Kapasitas baterai

Baterai mempunyai kapasitas, kapasitas baterai ini dinyatakan dengan satuan AH (*Ampere Hour* = Amp jam), seperti contohnya ada sebuah baterai yang berukuran 6 volt, 5 amp, 100 AH. Jadi baterai tersebut dapat digunakan selama 20 jam, dengan perhitungannya adalah *Ampere Hour* dibagi Ampere

Kesimpulannya baterai tersebut mempunyai kapasitas pengeluaran arus sebesar 5 ampere selama 20 jam. Sedangkan untuk menghitung berapa watt/jamnya (WH), maka cukup mengalikan antara AH dan Volt, jadi kurang lebih 600 Watt/jamnya. Untuk mencapai 600 Watt perjam ini, berarti beban yang harus ditanggung oleh baterai tersebut, misalnya adalah sebuah lampu, maka kekuatan lampu tersebut adalah  $6 \text{ Volt} \times 5 \text{ Amp} = 30 \text{ Watt}$ .

#### **b. Pengambilan arus pada sumber listrik baterai**

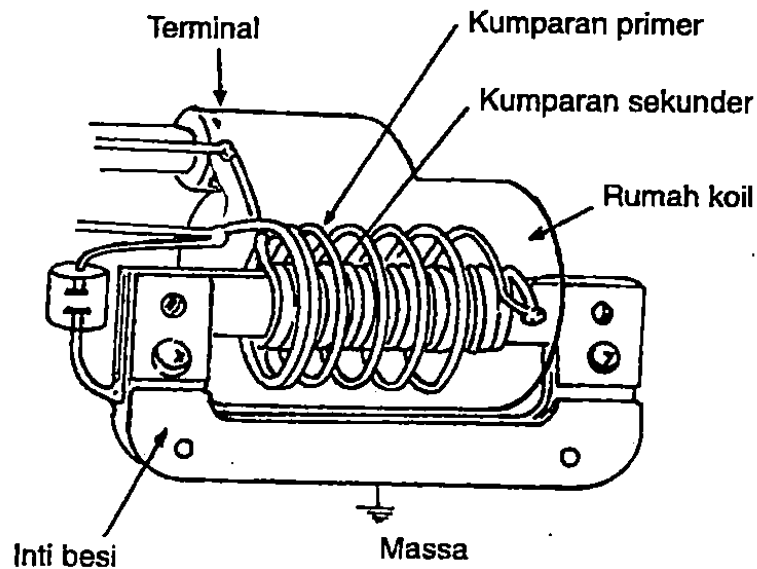
Untuk mengambil hubungan arus pada baterai terlebih dahulu harus melewati suatu alat pemutus hubungan pada baterai tersebut, alat pemutus hubungan ini berfungsi agar jangan sampai baterai tersebut mengeluarkan arus bila tidak digunakan. Alat pemutus hubungan pada sepeda motor adalah berupa kunci kontak (*Ignition switch*). Jadi untuk semua alat-alat yang membutuhkan arus listrik, sumber arus listrik positif dari kabel setelah melalui kunci kontak. Sedangkan untuk mengambil arus negatif cukup dihubungkan dengan bagian rangka sepeda motor, sebab pada rangka sepeda motor inilah terminal baterai negatif dihubungkan.

#### **2.2.6.3.2. Koil pengapian (*ignition coil*).**

Koil pengapian berfungsi untuk membentuk arus tegangan tinggi untuk disalurkan pada busi, selanjutnya kembali lagi melalui *ground*/massa. Di dalam bagian tegangan koil pengapian itu ada inti besi, di sini inti besi dililitkan oleh gulungan kawat halus yang ter-isolasi. Kumparan kawat tersebut panjangnya



lilitan digunakan terminal tegangan tinggi yang dihubungkan dengan komponen busi, sedangkan ujung yang lain disambungkan dengan kumparan primer. Jadi gulungan kawat itu disamakan kumparan yang kedua atau kumparan sekunder.

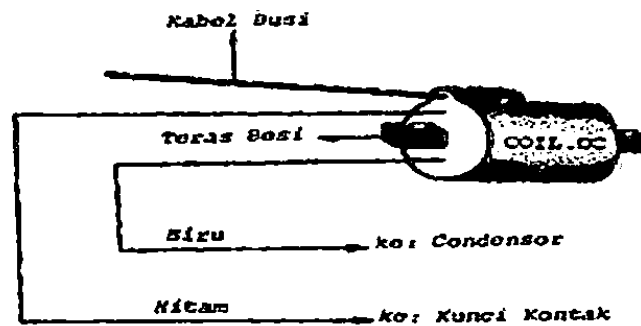


Gambar 2.22. Koil  
(Sumber : Daryanto,2008)

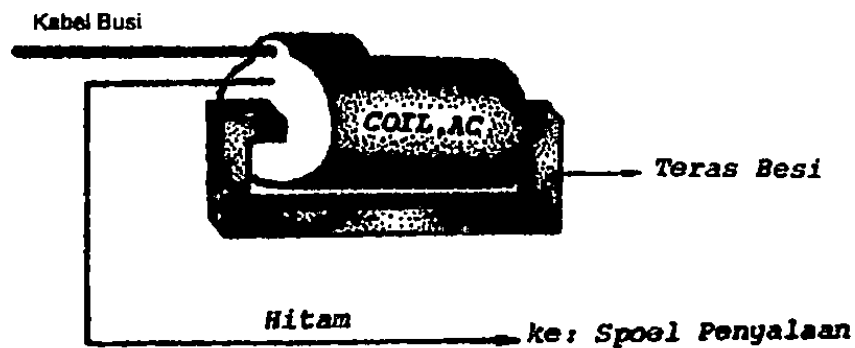
Bagian luar kumparan sekunder diisolasi lagi dengan gulungan kawat dengan jumlah lilitannya sebanyak 200 lilitan dengan diameter 0,6 - 0,9 mm yang disebut kumparan primer. Karena perbedaan jumlah gulungan pada kumparan primer dan sekunder, maka pada kumparan sekunder akan timbul tegangan kira-kira 10.000 Volt. Arus dengan tegangan tinggi ini timbul akibat terputus-putusnya aliran arus pada kumparan primer yang mengakibatkan hilang timbulnya medan magnet secara tiba-tiba. Hal ini mengakibatkan terinduksinya arus listrik tegangan tinggi pada kumparan sekunder. Bukan saja pada kumparan sekunder yang terbentuk arus tegangan tinggi, akan tetapi pada kumparan primer juga muncul

lilitan 200 dengan tegangan 400 Volt yang disebabkan oleh adanya

induksi sendiri. Koil untuk sistem pengapian baterai adalah koil DC sedangkan koil yang digunakan untuk pengapian magnet adalah koil AC.



Gambar 2. 23. Koil DC  
(Sumber : Buentarto, 2001)



Gambar 2.24. Koil AC  
(Sumber : Buentarto, 2001)

Berdasarkan bentuk serta kegunaannya Koil dapat dibedakan menjadi beberapa bagian:

a. Koil Standar

Koil pengapian ini digunakan untuk pengapian tegangan-tinggi pada mesin seperti motor, guna mengurangi gangguan dari luar konstruksi koil

tersebut dibungkus dengan plastik yang dicairkan dan dilekatkan dengan konstruksi bentuk standart.

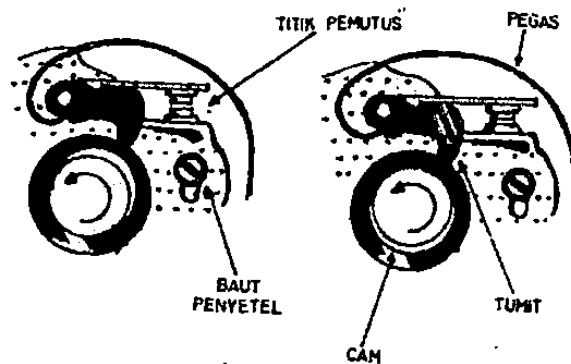
b. Koil pengapian *performance* tinggi (Koil *Racing*)

Koil ini sedikit berbeda dengan koil standart dimana koil ini sengaja diciptakan untuk menghasilkan tegangan yang tinggi guna menyempurnakan proses pembakaran yang terjadi pada ruang bakar.

#### 2.2.6.3.3. Platina

Platina berfungsi untuk menghubungkan dan memutus arus listrik plus dengan minus secara teratur sesuai dengan proses yang terjadi di dalam silinder agar pada elektroda busi terjadi loncatan bunga api. Pada saat platina membuka pada elektroda busi terjadi loncatan bunga api. Gerakan membuka dan menutup celah platina karena tonjolan poros kam. Agar celah platina membuka dan menutup sesuai dengan proses yang terjadi pada silinder maka poros kem digerakkan oleh poros engkol.

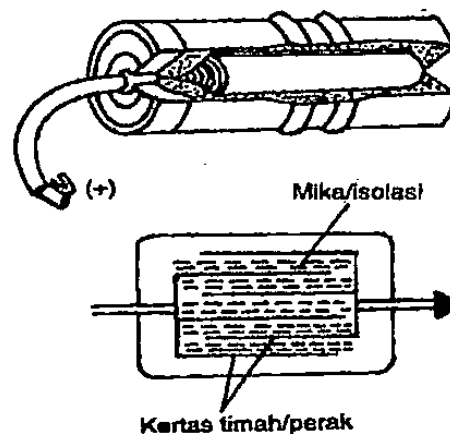
Pada motor bensin 4 langkah setiap dua putaran poros engkol kontak platina membuka satu kali sedangkan pada sistem 2 langkah, kontak platina membuka satu kali setiap satu putaran poros engkol. Oleh karena itu platina pada motor 4 langkah digerakkan oleh poros kam yang perbandingan putarannya adalah 2 : 1. Jika poros engkol berputar dua kali maka poros kam berputar satu kali. Platina pada sepeda motor 2 langkah digerakkan oleh ujung poros engkol agar setiap satu putaran poros engkol platina membuka satu kali



Gambar 2.25. Platina  
(Sumber : Northop,2000)

#### 2.2.6.3.4. Kondensator/Kapasitor

Kondensator dipasang paralel terhadap platina fungsi kondensator adalah untuk mengurangi terjadinya percikan bunga api pada platina dan memperbesar arus induksi tegangan tinggi, kapasitas kondensator antara 0,2 - 0,3 mikrofarad.



Gambar 2.26. Kondensator  
(Sumber : Daryanto,2008)

Kapasitor yang digunakan pada sepeda motor umumnya berbentuk tabung atau silinder. Kapasitor seperti ini mempunyai dua lembaran logam, antara kedua lembaran tersebut diberi bahan dielektrik seperti pemisah. Kedua lembaran tersebut dibungkus dengan kawat yang dipasang dipinggir lembaran tersebut

Kapasitor ini ada yang berbentuk lempengan keramik atau mika yang disusun secara paralel. Bahan tersebut dicelupkan ke dalam gips dan dilapisi dengan email, kapasitor ini disebut kapasitor keramik.

Kapasitor yang digunakan untuk mesin dengan penyalan baterai tidak sama dengan yang digunakan pada mesin penyalan magnet. Ciri-ciri kapasitor untuk mesin penyalan baterai adalah jumlah kabelnya 2 atau 1 sedangkan untuk kapasitor mesin penyalan magnet kabelnya selalu tiga.

#### **2.2.6.3.5. Busi**

Busi adalah alat pemercik api, ada beberapa macam bahan elektroda busi dan masing-masing memberikan sifat yang berbeda. Bahan elektroda dari perak mempunyai kemampuan menghantarkan panas yang baik. Tetapi karena harga perak mahal maka diameter elektroda tengah dibuat kecil. Busi ini umumnya digunakan untuk mesin berkemampuan tinggi atau balap. Bahan elektroda dari platina tahan karat, tahan terhadap panas yang tinggi serta dapat mencegah penumpukan sisa pembakaran.

Ketahanan panas pada busi berbeda-beda oleh karena itu pemakai busi harus disesuaikan dengan mesin. Busi yang digunakan untuk balap tidak sama dengan busi biasa, pabrik busi telah membuat beberapa macam model busi dilihat dari ketahanan terhadap panas. Kemampuan busi melepas panas dipengaruhi oleh bahan dan bentuk elektrodanya. Berikut ciri-ciri busi sedang, panas, dingin.

##### **a. Busi panas :**

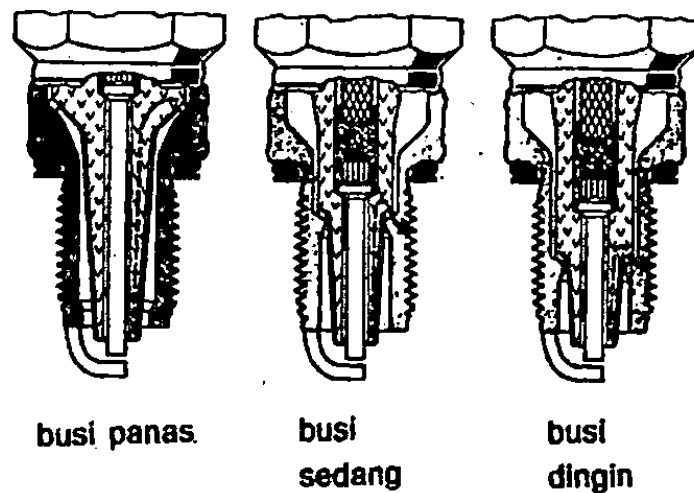
Permukaan hidung insulator besar, lebih banyak menyerap panas dan

b. Busi sedang :

Insulator agak kecil, penyerapan panas rendah, namun dapat menghantarkan panas dengan baik.

c. Busi dingin :

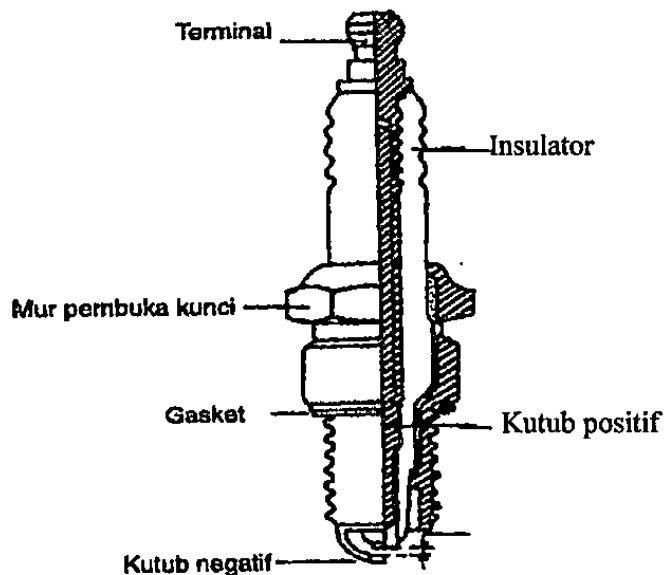
Bidang hidung insulator kecil, menyerap sedikit panas, pelepasan panasnya sangat bagus melalui alur penghantar panas yang pendek.



Gambar 2.27. Macam-macam busi  
(Sumber : Buentarto, 2001)

Suhu kerja busi menentukan kemampuan busi membersihkan kotoran yang mengendap pada elektrodanya. Suhu elektroda busi paling rendah dibatasi sekitar  $400^{\circ}\text{C}$  bila elektroda busi dibawah  $400^{\circ}\text{C}$  arang karbon mudah mengendap sehingga kemampuan busi berkurang. Jika suhu elektroda lebih dari  $400^{\circ}\text{C}$  sisa pembakaran yang pada elektroda bisa terbakar. Suhu minimal harus cepat tercapai secepat mungkin. Jika suhu busi terlalu tinggi juga dapat menimbulkan

masalah yang merugikan yaitu gas dapat terbakar dengan sendiri, sehingga dapat merusak mesin dengan singkat. Suhu kerja busi pada umumnya ada di antara 400°C-800°C.



Gambar 2.28. Busi  
(Sumber : Daryanto, 2008)

## 2.2.7. Prestasi Motor Bakar

### 2.2.7.1. Volume Silinder

Volume silinder antara TMA dan TMB disebut volume langkah torak ( $V_1$ ). Sedangkan volume TMA dan kepala silinder (tutup silinder) disebut volume sisa ( $V_s$ ). Volume total ( $V_t$ ) ialah isi ruang antara torak ketika berada di TMB sampai tutup silinder.

$$V_t = V_1 + V_s \dots\dots\dots (2.1)$$

Volume langkah mempunyai satuan yang tergantung pada satuan diameter silinder (D) dan panjang langkah torak (L) biasanya mempunyai satuan

$V_1$  = luas lingkaran x panjang langkah

$$V_1 = \pi r^2 \cdot L$$

$$V_1 = \pi \left( \frac{1}{2} D \right)^2 \cdot L$$

Dengan demikian besaran dan ukuran motor bakar menurut volume silinder tergantung dari banyaknya silinder yang digunakan dan besarnya volume silinder (Kiyaku & Murdhana, 1999).

#### 2.2.7.2. Perbandingan kompresi

Hasil bagi volume total dengan volume sisa disebut sebagai perbandingan kompresi

$$C = \frac{V_1 + V_s}{V_s} = 1 + \frac{V_1}{V_s} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

$V_1$  = volume langkah torak

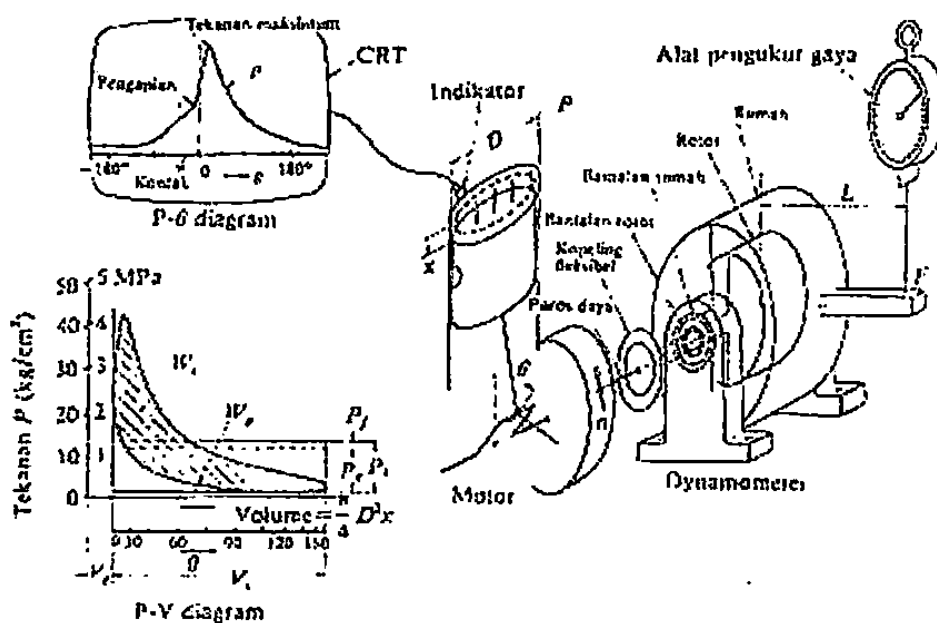
$V_s$  = volume sisa

#### 2.2.7.3. Daya Mesin

Pada motor bakar, daya yang berguna adalah daya poros. Daya poros ditimbulkan oleh bahan bakar yang dibakar dalam silinder dan selanjutnya menggerakkan semua mekanisme. Unjuk kerja motor bakar pertama-tama

ditentukan oleh daya yang ditimbulkan (Suganto & Eryhama, 1995)





Gambar 2.29. Alat Tes Prestasi Motor Bakar  
(Sumber : Soenarta & Furuham, 1995)

Gambar (2.29) di atas menunjukkan peralatan yang dipergunakan untuk mengukur nilai yang berhubungan dengan keluaran motor pembakaran yang seimbang dengan hambatan atau beban pada kecepatan putaran konstan ( $n$ ). Jika  $n$  berubah, maka motor pembakaran menghasilkan daya untuk mempercepat atau memperlambat bagian yang berputar. Motor pembakaran ini dihubungkan dengan dynamometer dengan maksud mendapatkan keluaran dari motor pembakaran dengan cara menghubungkan poros motor yang akan mengaduk air yang ada di dalamnya. Hambatan ini akan menimbulkan torsi ( $T$ ), sehingga nilai daya ( $P$ ) dapat ditentukan sebagai berikut :

$$P = 2\pi.n.T \quad (\text{W}) \quad (2.3)$$

Torak yang didorong oleh gas membuat usaha. Baik tekanan maupun suhunya akan turun waktu gas berekspansi. Energi panas diubah menjadi usaha mekanis. Konsumsi energi panas ditunjukkan langsung oleh turunnya suhu. Jika toraknya tidak mendapatkan hambatan dan tidak menghasilkan usaha gas tidak akan berubah meskipun tekanannya turun.

#### 2.2.7.4. Tekanan Efektif rata-rata

Besar nilai  $P_i$  merupakan tekan efektif rata-rata indikator (*indikator mean Effective pressure* : IMEP ). Nilai  $P_i$ , dapat ditemukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P_i = \frac{W_i}{V_s} \dots\dots\dots(2.4)$$

Pada tekanan konstan selama torak pada langkah ekspansi  $P_i$  dapat memudahkan perhitungan besar usaha indikator  $W_i$ . Besar nilai  $P_i$  mesin 4 langkah terjadi setiap 2 putaran, sehingga besar nilai  $N_i$  indikator dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

Dengan satuan Si ( $m^3$ , kPa dan rps)

$$N_i = V_1 \cdot P_i^{n/2} \text{ (kW)} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana ;

$V_1$  = volume langkah ( $m^3$ )

$P_i$  = tekanan efektif rata-rata indikator (kPa)

$n$  = putaran mesin (rpm)

Pada mesin 2 langkah nilai  $P_i$  dihasilkan pada tiap putaran, maka secara teoritis nilai  $N_i$  akan menjadi dua kali lebih besar jika dibandingkan dengan

mesin 4 langkah, tetapi pada umumnya besar nilai  $P_i$  pada mesin 2 langkah lebih kecil

dibanding dengan mesin 4 langkah. Nilai  $N_i$  disebut sebagai keluaran indikator yang menyatakan keluaran, disebabkan adanya tekanan pada torak.

Daya yang dapat dimanfaatkan untuk memutar mesin disebut sebagai keluaran efektif (*brake mean out put*), nilai  $N_e$  dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$N_e = V_1 \cdot N \cdot BMEP \cdot 2 \text{ (kW)} \dots \dots \dots (2.6)$$

Besar keluaran efektif dapat diukur menggunakan sebuah dinamometer. Nilai BMEP adalah merupakan tekanan efektif rata-rata (*brake mean effective pressure*). Besar nilai  $N_e$  yang ditentukan oleh produk dari volume langkah  $V_1$ , kecepatan putaran dan BMEP yang berhubungan dengan tekanan gas rata-rata merupakan keluaran suatu pembakaran yang bermanfaat. BMEP adalah besar nilai yang menunjukkan daya mesin setiap satuan volume silinder pada putaran tertentu dan tidak tergantung dari ukuran motor bakar (Soenarta & Furuham, 1995).

Besar nilai BMEP dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut :

$$BMEP = \frac{60 \cdot P \cdot z}{V_d \cdot n} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana :

$P$  = daya (kW)

$V_d$  = volume langkah total silinder

### 2.2.7.5. Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar spesifik adalah pemakaian bahan bakar yang terpakai perjam untuk setiap daya yang dihasilkan pada motor bakar. Perbandingan konsumsi bahan bakar premium dan bahan bakar gas LPG dengan nilai perbandingan konsumsi bahan bakar didapat dari hasil pengujian langsung pada kendaraan uji.

### 2.2.8. Bahan bakar

Bahan bakar bensin adalah pemurnian dari *Naphta* yang komposisinya dapat digunakan untuk bahan bakar. *Naphta* adalah semua jenis minyak ringan (*light oil*) yang memiliki sifat antara bensin (*gasoline*) dan kerosin. (Yaswaki, K, 1994).

Kata bensin berasal dari kata Benzena ( $C_6H_6$ ) bagian dari minyak bumi mentah yang berupa campuran bahan hidrokarbon. Bensin sangat mudah menguap yaitu pada suhu  $40^\circ C$  sebanyak 30-60% kepadatan sekitar 700-750 kg/m, sifat mudah menguap mempunyai akibat bahwa setelah dikabutkan menjadi tetesan-tetesan halus yang dapat disalurkan ke dalam silinder oleh aliran udara. Bensin yang ada dipasaran diberi tambahan atau aditif untuk memperbaiki sifat-sifat agar tidak mudah menggumpal bila disimpan lama.

Bensin untuk motor - motor automobil terdiri dari campuran fluida sebagai berikut:

2. *Reformed Naphta* diperoleh dengan cara pengolahan termis.
3. *Casing head gasoline* diperoleh dari hasil proses distilasi kering gas alam (natural gas)

### 2.2.8.1. Sifat-sifat bahan bakar bensin

Bahan bakar mempunyai sifat sebagai berikut:

1. Kecepatan menguap

Sifat ini mempunyai peranan penting bagi bensin. Yang dimaksud dengan kecepatan menguap adalah sifat yang menyatakan tentang mudah tidaknya bensin itu menguap pada kondisi tertentu.

2. Kadar belerang.

Belerang atau ikatan - ikatan belerang dalam bensin terbakar menjadi gas dioksida belerang. Bila gas itu mengenai bidang - bidang dingin, dioksida belerang berubah menjadi asam sulfat. Asam sulfat ini menimbulkan karat pada logam yang dikenainya. Oleh karena itu suhu gas buang harus cukup tinggi agar pembentukan asam di dalam saluran buang dapat terhindar.

Kadar belerang dalam bensin harus diusahakan serendah mungkin.

Kadar damar dan kestabilan penyimpanan. Bensin yang diperoleh dari hasil distilasi lebih stabil untuk disimpan daripada bensin hasil rengkahan.

Damar dalam bensin dapat menimbulkan berbagai kerugian, di antaranya yang terpenting :

- a. Dapat menempel / melekat kuat di berbagai tempat di dalam motor,

b. Menurunkan bilangan oktana pada waktu masih di dalam tangki penyimpanan. Makin lama bensin disimpan makin banyak pembentukan damar. Kadar damar maksimum yang diperbolehkan kira - kira 10 mg tiap 100 cm<sup>3</sup> bensin.

### 3. Titik beku.

Suhu pada saat bensin mulai membeku dinamakan titik beku. Bila di dalam bensin terdapat kadar aromatik yang tinggi, maka pada suhu tertentu, aromatik -aromatik itu mengkristal. Saluran - saluran bensin bisa tersumbat, Karena itu motor - motor yang bekerja pada cuaca dingin, titik beku bensinnya harus rendah.

### 4. Titik embun.

Suhu pada saat uap bensin mulai mengembun dinamakan titik embun. Penguapan lengkap tetesan - tetesan bensin dalam saluran isap tergantung pada tinggi rendahnya titik embun. Bila titik embun terlalu tinggi, maka tetesan bensin yang belum sempat menguap di dalam saluran isap dapat turut masuk ke dalam silinder. Karenanya di dalam silinder terdapat campuran dengan kondisi yang tidak homogen. Hal ini mengakibatkan proses pembakaran berlangsung dengan tidak baik, di samping pemakaian bahan bakar menjadi boros.

### 5. Titik nyala.

Titik nyala adalah suhu terendah di mana uap minyak yang terdapat di atas cairannya dapat membentuk campuran yang tepat dapat menyala dengan

udara, bila terkena percikan api. Titik nyala yang rendah menyulitkan penyimpanan dan pengangkutan.

#### 6. Berat jenis.

Perbandingan berat sejumlah tertentu suatu zat terhadap berat air murni pada volume dan suhu yang dinamakan berat jenis zat itu. Berat jenis minyak sering juga dinyatakan dengan skala baume atau skala masing-masing skala ini dapat dinyatakan sebagai fungsi dari berat jenis ( $\gamma$ ) pada suhu 60° F. Skala derajat Baume :

$$^{\circ}\text{Be} = \frac{140}{\text{Skala derajat API (American Petroleum Institute)}} - 130$$

$$^{\circ}\text{API} = \frac{141,5}{\gamma} - 131,5$$

Berat jenis bensin yang dipakai sebagai bahan bakar berkisar dari 0,71 s/d 0,76 atau 67 s/d 54 °Be atau 67,8 - 54,7 °API. Bensin ringan untuk bahan bakar pesawat terbang mempunyai berat jenis 0,65 s/d 0,68.

#### 7. Nilai kalor

Nilai kalor bahan bakar perlu kita ketahui, agar neraca kalor dari motor dapat dibuat. Efisien atau tidaknya kerja suatu motor, ditinjau atas dasar nilai kalor bahan bakarnya.

Nilai kalor mempunyai hubungan dengan berat jenis. Pada umumnya makin tinggi berat jenis makin rendah nilai kalornya. Dalam hal ini makin tinggi berat jenisnya berarti makin tinggi kadar karbonnya, karena berat

hidrogen, maka perbandingan unsur karbon dan hidrogen dalam bahan bakar mempengaruhi nilai kalor.

#### 8. Bahan-bahan tambahan ke dalam bensin.

Penambahan t.e.l. (*tetraethyllead*) ke dalam bensin menghambat terjadinya ketukan atau detonasi. Selain itu masih ada bahan tambahan lainnya :

Pencegah oksidasi (*Oxidation inhibitor*) untuk mencegah atau mengurangi pembentukan damar (*gum*) selama penyimpanan di gudang bensin.

- a. Pencegah kerusakan logam : untuk melindungi bensin dari bahaya yang diakibatkan oleh logam - logam tertentu (yang mungkin terbawa selama proses pembersihan atau di dalam sistem bahan bakar).
- b. Pencegah pembentukan es (*anti icers*) untuk mencegah pembentukan es dalam karburator dan pipa - pipa dingin dari sistem bahan bakar.
- c. Pembersih (*detergent*) : untuk menjamin agar karburator tetap bersih.
- d. Senyawa fosfor untuk melindungi permukaan pengapian.

#### 2.2.8.2. Solar

Bahan bakar solar yang digunakan pada kendaraan dengan mesin/motor diesel baik 2 langkah dan 4 langkah membutuhkan nilai cetana yang tinggi, nilai cetana yang dipersyaratkan untuk motor-motor diesel min.45 Gas. Untuk motor



### 2.2.8.3. Gas

Bahan Bakar Gas merupakan gas alam yang telah dimampatkan. Secara umum lebih dari 80% komponen gas bumi yang dipakai sebagai BBG merupakan gas metana, 10%-15% gas etana, dan sisanya adalah gas karbon dioksida, dan gas-gas lain. Komposisi gas alam tersebut berbeda-beda antara satu sumber dengan sumber lainnya. (Atok Setiyawan. Ir. MEng, 2000).

Bahan bakar gas dapat dikelompokkan ke dalam dua bagian utama yaitu gas alam (*natural gas*) dan gas buatan (*manufactured gas*). Gas alam umumnya berada di tempat yang sama dengan endapan minyak dan batubara. Sedangkan gas buatan diproduksi dari kayu, tanah gambut, batubara, minyak, dan sebagainya. Komponen mampu bakar dari gas adalah metana, karbondioksida, dan hidrogen dalam jumlah yang bervariasi. Karakteristik dari gas sangat tergantung pada komponen yang ada dalam gas tersebut yaitu :

#### 1. CNG

Bahan bakar gas CNG (*Compressed Natural Gas*) yang dikonsumsi kendaraan dengan menggunakan engine/mesin bensin 4 langkah dan diesel yang sedang diuji coba, gas ini disuplai ke tangki-tangki gas pada kendaraan dengan menggunakan tekanan yang tinggi. Pada umumnya kendaraan yang menggunakan gas juga memiliki sistem bahan bakar lainnya (*Dual system*). Untuk itu perangkat sistem bahan bakar gas menjadi sistem tambahan pada saat ini di Indonesia dan pada umumnya pengguna gas adalah taxi

Bahan bakar gas LPG (*Liquified Petroleum Gas*), gas ini pada umumnya mempunyai bahan dasar butane dan propane dan dikonsumsi kendaraan dengan mesin/engine bensin dengan instalasi sistem bahan bakar gas disamping sistem bahan bakar bensin, nilai oktan bisa mencapai 100, saat ini masih digunakan terbatas pada taxi-taxi.

Sifat-sifat LPG :

1. *Liquified Petroleum Gas* (LPG) PERTAMINA dengan *brand* LPG, merupakan gas hasil produksi dari Kilang BBM dan Kilang Gas, yang komponen utamanya adalah gas *propane* ( $C_3H_8$ ) dan *butane* ( $C_4H_{10}$ ) kurang lebih 97% dan sisanya adalah gas pentane yang dicairkan.
2. LPG lebih berat dari udara dengan berat jenis sekitar 2.01 (dibandingkan dengan udara), tekanan uap LPG cair dalam tabung sekitar 5.0 – 6.2  $Kg/cm^2$ .
3. Zat merkaptan yang ditambahkan pada LPG dimaksudkan untuk keselamatan dengan memberikan bau yang khas, sehingga kebocoran gas mudah diketahui dengan cepat.
4. LPG PERTAMINA umum dipasarkan di masyarakat dalam kemasan tabung (3 kg, 12 kg, dan 50 kg).

#### 2.2.8.4. Angka Oktan

Angka oktan pada bensin adalah suatu bilangan yang menunjukkan sifat anti ketukan/berdetonasi. Dengan kata lain, makin tinggi angka oktan semakin berkurang kemungkinan untuk terjadi detonasi (*knocking*). Dengan berkurangnya

intensitas untuk berdetonasi...

dikompresikan oleh torak menjadi lebih baik sehingga tenaga motor akan lebih besar dan pemakaian bahan bakar menjadi lebih hemat.

Besar angka oktan bahan bakar tergantung pada presentase *iso oktana* ( $C_7H_{18}$ ) dan *normal heptana* ( $C_7H_{16}$ ) yang terkandung di dalamnya. Sebagai pembanding, bahan bakar yang sangat mudah berdetonasi adalah *heptana normal* ( $C_7H_{16}$ ), sedang yang sukar berdetonasi adalah *iso oktana* ( $C_7H_{18}$ ).

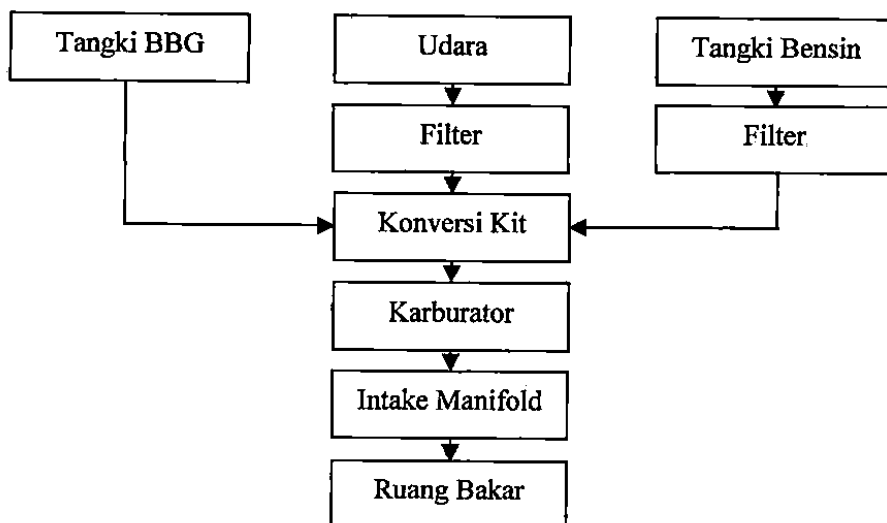
Bensin yang cenderung ke arah sifat *heptana normal* disebut bernilai oktan rendah (angka oktan rendah) karena mudah berdetonasi, sebaliknya bahan bakar yang lebih cenderung ke arah sifat *iso-oktan* (lebih sukar berdetonasi) dikatakan bernilai oktan tinggi (angka oktan tinggi). Misalnya, suatu bensin dengan angka oktan 90 akan lebih sukar berdetonasi dari pada dengan bensin beroktan 70. Jadi kecenderungan bensin untuk berdetonasi di tentukan oleh angka oktannya. *Iso-oktan* murni diberi indeks 100, sedangkan *heptana normal* murni diberi indeks 0. Dengan demikian, suatu bensin dengan angka oktan 90 berarti bahwa bensin tersebut mempunyai kecenderungan berdetonasi sama dengan campuran yang terdiri atas 90% volume *iso-oktan* dan 10% volume *heptana normal*.

Tabel 2.1. Spesifikasi bahan bakar

No.	Karakteristik	Premium	LPG
1	Komposisi	$C_8H_{18}$	$C_3H_8$
2	Berat Molekul	114,8 kg/kmol	17,51 kg/kmol
3	Nilai Kalor	45950 kJ/kmol	46360 kJ/kmol
4	AFR Stoikiometri	14,57	15,6
5	Temperatur penyalaan Minimal	360°C	460°C
6	Kecepatan nyala	20-40 m/s	0,82 m/s
7	Angka Oktan	88	110

### 2.2.9. Kit Konversi (*Conversion Kit*)

Kit konversi atau dikenal juga dengan nama "*Conversion Kit*" merupakan peralatan tambahan pada motor bakar sehingga motor tersebut dapat menggunakan bahan bakar gas. Berikut adalah skema sistim motor bakar yang menggunakan *Dual Fuel*. (Rahardjo T, Willyanto. Jurnal Teknik Mesin Volume 1 Nomor 2 Universitas Kristen Petra, 1999)



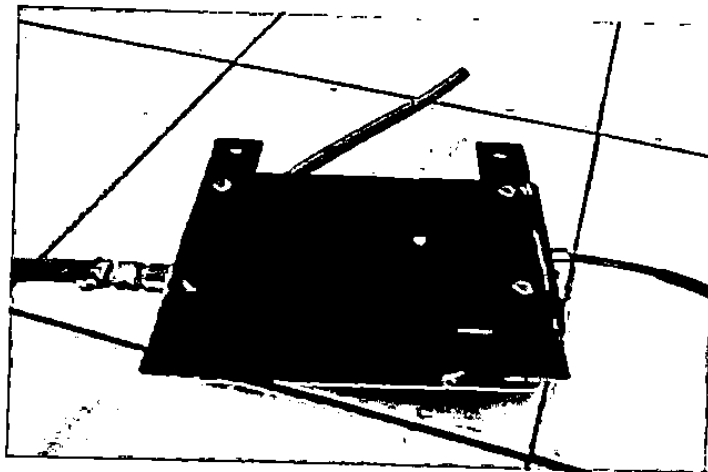
Gambar 2.21 Skema Sistem Konversi Kit *Dual Fuel*  
(Sumber : Rahardjo T & Willyanto, 1999)

Adapun cara kerja pengoperasian konversi kit pada kendaraan bermotor dapat dijelaskan sebagai berikut : BBG yang disimpan dalam tangki BBG yang bertekanan 200 bar mengalir melalui pipa baja menuju ke manual valve yang berfungsi membuka atau menutup aliran gas dari tangki. Bila posisi terbuka maka gas akan mengalir menuju ke barometer penunjuk tekanan tabung, kemudian ke *solenoid valve* pada regulator. *Solenoid valve* diatur dari *switch starter* motor bakar. Bila *switch* dalam keadaan *on* maka gas dapat masuk ke dalam regulator utama dan sekunder. Gas keluar dari regulator sekunder dengan tekanan yang cukup rendah menuju ke *mixer* yang kemudian akan bercampur dengan udara

(Rahardjo T, Willyanto. *Jurnal Teknik Mesin Volume 1 Nomor 2 Universitas Kristen Petra*, 1999).

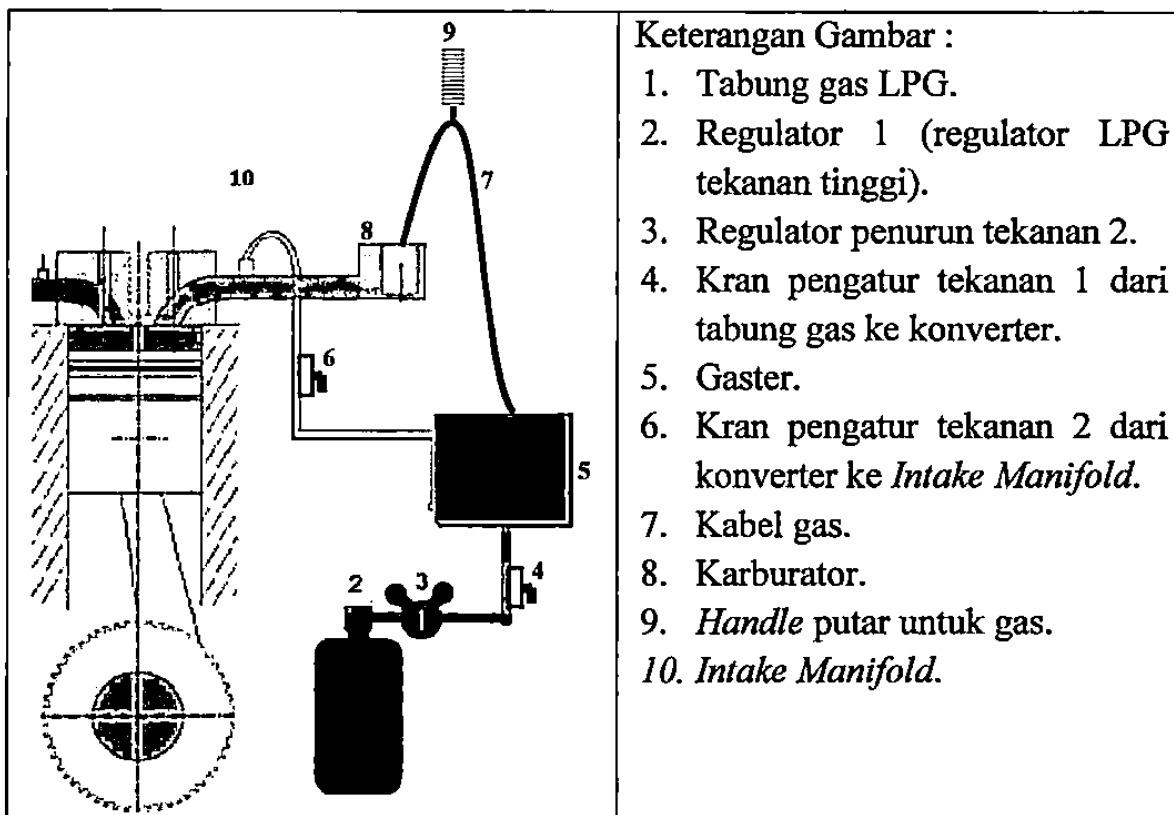
### 2.2.9.1 Konverter Gas

Pada penelitian ini kit konversi yang digunakan salah satunya adalah komponen konverter gas “Gaster” hasil karya dari Sri Suryana Dwi Atmaka.



Gambar 2.22 Gaster

Berikut ini adalah gambar skema rangkaian dari kit konversi yang digunakan pada penelitian :

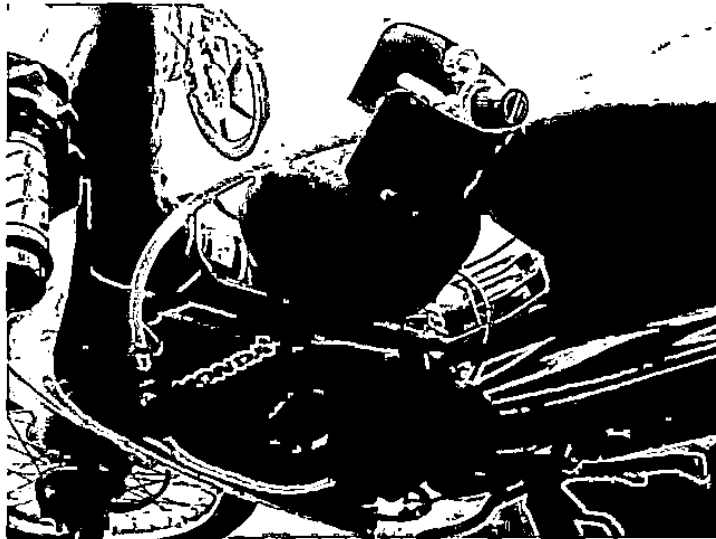


Gambar 2.23. Skema Rangkaian Kit Konversi

Sistim kerja kit konversi adalah sebagai berikut :

Bahan bakar gas LPG yang berada dalam tabung bertekanan tinggi (1) dikeluarkan dengan menurunkan tekanannya menggunakan regulator LPG tekanan tinggi (2) dan kembali diturunkan tekanannya sesuai dengan kebutuhan konsumsi bahan bakar dengan menggunakan regulator (3). Gas yang sudah diturunkan tekanannya dialirkan melalui selang gas melalui kran pengatur tekanan (4) dan masuk ke gaster (5), didalam konverter gas yang akan keluar diatur oleh kabel gas (7) sesuai dengan *handle* putar untuk gas (9) dan langsung masuk ke *Intake Manifold* (10) melalui kran pengatur tekanan (6).

Dalam pemakaian BBG untuk kendaraan uji tidak ada perubahan pada mesin kendaraan yang ada hanya penambahan peralatan kit konversi. Jika menggunakan BBG maka katup bahan bakar harus dalam kondisi tertutup, apabila diinginkan hanya penggunaan bahan bakar jenis premium maka hanya mengaktifkan kembali fungsi dari katup bahan bakar pada karburator dan menutup kran pengatur tekanan pada komponen kit konversi.



Gambar 2.24. Alat Kit Konversi