

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

#### **2.1. Kajian Pustaka**

Yanto (2002) melakukan penelitian tentang pengaruh variasi komposisi bensin dan ethanol pada variasi rasio mainjet terhadap unjuk kerja mesin 4 langkah 125 cc. Adapun hasil penelitian tersebut diperoleh hasil sebagai berikut, secara keseluruhan pencampuran bensin dan bioethanol dapat menaikkan torsi dan daya rata-rata. Torsi tertinggi dihasilkan pada mesin standar yaitu pada campuran bahan bakar bioethanol 5% dengan putaran mesin 4274 rpm sebesar 12.40 N.M.

Mukhlisanto (2003) melakukan penelitian tentang pengaruh variasi komposisi bensin dengan ethanol pada berbagai variasi rasio mainjet terhadap unjuk kerja mesin bensin 4 langkah 110 cc. Pada variasi ethanol torsi tertinggi oleh campuran bensin 90% dan ethanol 10% sebesar 7,1 Nm pada putaran mesin 5000 rpm dan daya tertinggi oleh campuran bensin 90% dan ethanol 10% sebesar 3,717 kW pada putaran 5000 rpm.

Edianto (2004) melakukan penelitian kajian eksperimental tentang pengaruh pemakaian bahan bakar dengan berbagai variasi komposisi premium dan bioethanol terhadap kinerja dan emisi gas buang mesin bensin 4-langkah pada pengapian standar dan tidak standar. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil sebagai berikut, pada penggunaan bahan bakar bioethanol dengan campuran premium 95% dan bioethanol 5% menghasilkan kinerja yang paling bagus. Pada penggunaan bahan bakar bioethanol dengan campuran premium 75% dan bioethanol 25% pada putaran 3500

hasilkan emisi gas buang CO, HC, dan CO<sub>2</sub> yang terendah

Aprianto (2002) melakukan penelitian tentang pengaruh perbandingan bahan bakar campuran premium-methanol terhadap kinerja mesin pada motor bensin 4 tak 100cc. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil sebagai berikut, nilai torsi tertinggi sebesar 9,2 Nm, nilai daya tertinggi sebesar 5,7776 kW, nilai BMEP tertinggi sebesar 1.115,52 kPa, nilai SFC terendah sebesar 0,152 kg/kWh, dan nilai efisiensi termis tertinggi sebesar 50,20%.

Setiyawan (2007) dalam penelitiannya menjelaskan pemajuan *ignition timing* dan peningkatan *compression ratio* dapat menambah unjuk kerja motor bensin berbahan bakar E-85 bila dibandingkan dengan kondisi standar, meskipun masih dibawah unjuk kerja premium. *Ignition timing* terbaik dicapai 30 BTDC ( *Before Top Dead Center* ), sedangkan *compression ratio* tercapai pada kondisi 10, 2:1. Berdasarkan variasi *ignition timing* dan *compression ratio* yang diteliti, hasil penelitian menunjukkan bahwa menentukan *ignition timing* yang tepat dapat memberikan perbaikan untuk unjuk kerja motor bensin.

## 2.2. DASAR TEORI

### 2.2.1. PENGERTIAN MOTOR BAKAR

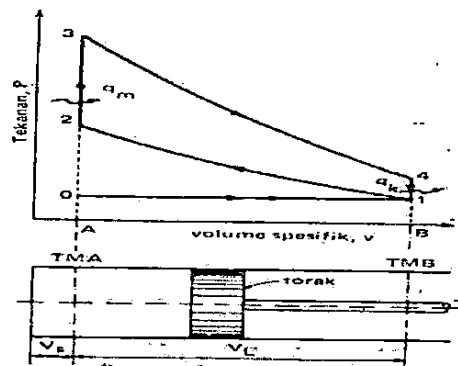
Motor bakar adalah satu jenis dari mesin kalor, yaitu motor yang mengubah energi termal untuk melakukan kerja mekanik atau mengubah tenaga kimia bahan bakar menjadi tenaga mekanis. Energi diperoleh dari proses pembakaran, proses pembakaran juga mengubah energi tersebut yang dilakukan di dalam motor dan ada yang dilakukan di luar motor kalor.

Motor bakar torak menggunakan silinder tunggal atau beberapa silinder. Salah satu fungsi torak disini adalah sebagai pendukung terjadinya pembakaran pada motor bakar. Tenaga panas yang dihasilkan dari pembakaran diteruskan torak ke batang torak, kemudian diteruskan ke poros engkol yang mana poros engkol nantinya akan diubah menjadi gerakan putar (rotasi)

Motor bakar terbagi menjadi 2 (dua) jenis utama, yaitu motor diesel dan motor bensin (otto). Perbedaan umum terletak pada sistem penyalaan. Perbedaan kedua motor tersebut yaitu jika motor bensin menggunakan bahan bakar bensin, sedangkan motor diesel menggunakan bahan bakar solar. Perbedaan yang utama juga terletak dalam sistem penyalaan pada motor bensin dinyalakan oleh loncatan bunga api listrik dari busi atau juga sering disebut juga *spark ignition engine*. Sedangkan pada motor diesel penyalaan terjadi karena kompresi yang tinggi di dalam silinder kemudian bahan bakar disemprotkan oleh *nozzle* atau sering disebut *Compression Ignition Engine*.

### 2.2.2 SIKLUS TERMODINAMIKA

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



Gambar 2.1. Diagram  $P$  vs  $V$  dari siklus volume konstan

(Sumber: Soenarta & Furuham, 1995)

Penjelasan :

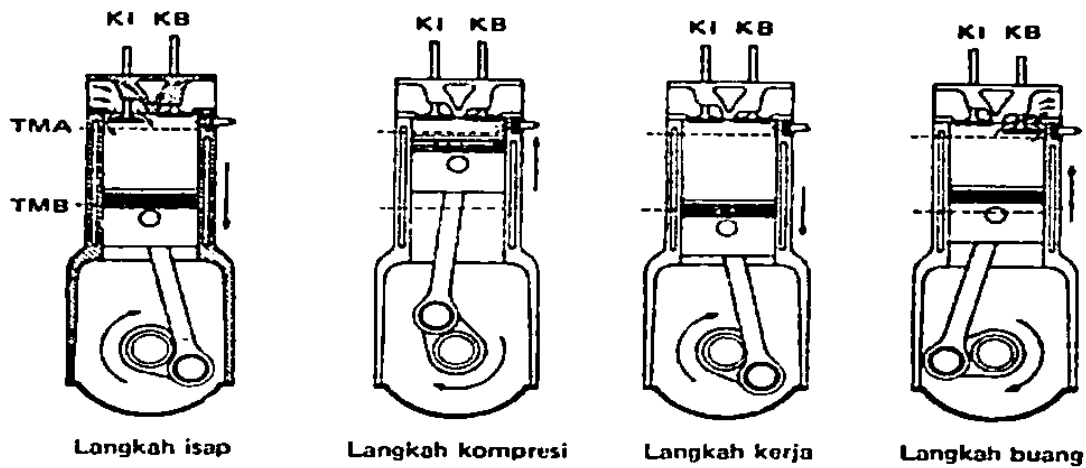
1. Fluida kerja dianggap sebagai gas ideal dengan kalor spesifik yang konstan.
2. Langkah isap (0-1) merupakan proses tekanan-konstan.

3. Langkah kompresi (1-2) ialah proses isentropik.
4. Proses pembakaran volume konstan (2-3) dianggap sebagai proses pemasukan kalor pada volume konstan.
5. Langkah kerja (3-4) ialah proses isentropik.
6. Proses pembuangan (4-1) dianggap sebagai proses pengeluaran kalor pada volume konstan.
7. Langkah buang (1-0) ialah proses tekanan konstan.
8. Siklus dianggap tertutup artinya siklus ini berlangsung dengan fluida kerja yang sama, atau gas yang 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, yang akan mendorong torak ke bawah dengan tenaga yang besar. Karena tenaga ini tidak bisa langsung digunakan maka tenaga ini diubah menjadi gerak-putar. Bahan bakar dan udara masuk kedalam silinder dan dikompresikan oleh torak, campuran bahan bakar dan udara dibakar oleh loncatan bunga api dari busi didalam silinder. Kecepatan pembakaran melalui campuran udara biasanya 10-25 m/dt. Suhu udara naik hingga 2000-2500°C dan tekanannya mencapai 30-40 kg/cm<sup>2</sup>.

### 2.2.3 Motor bensin 4 langkah

Motor bensin 4 langkah (Four stroke engine) adalah sebuah mesin dimana untuk menghasilkan sebuah tenaga memerlukan empat proses langkah naik-turun piston, dua kali rotasi kruk as, dan satu putaran *camshaft*. Dapat diartikan juga sebagai motor yang setiap satu kali pembakaran bahan bakar memerlukan 4 langkah

... dapat dilihat pada gambar 2.2 sebagai berikut:

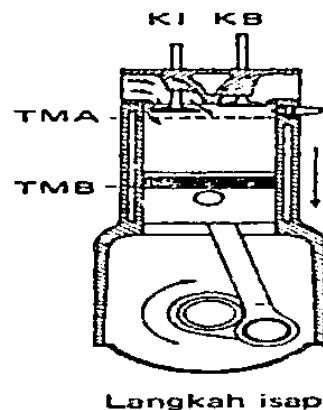


Gambar 2.2. Skema Gerakan Torak 4 langkah

(Sumber: munandar, 1988)

Prinsip kerja motor 4 langkah dapat dijelaskan sebagai berikut :

**Langkah hisap :**



Gambar 2.3 Skema langkah hisap torak motor 4 langkah

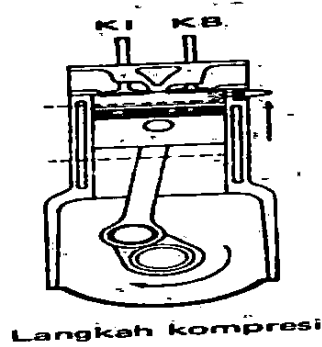
(Sumber: munandar, 1988)

Prosesnya sebagai berikut:

Torak bergerak dari TMA ke TMB

1. Katup masuk terbuka, katup buang tertutup
2. Campuran bahan bakar dengan udara yang telah tercampur di dalam karburator masuk ke dalam silinder melalui katup masuk (katup *inlet*).

### Langkah kompresi :



Gambar 2.4 Skema langkah kompresi torak motor 4 langkah

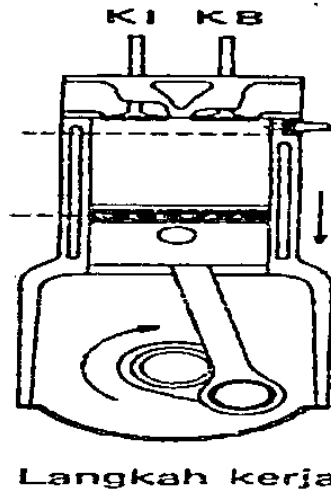
(Sumber: munandar, 1988)

Tujuan dari langkah kompresi adalah untuk meningkatkan temperatur sehingga campuran udara-bahan bakar dapat bersenyawa. Pada proses ini pemicu bunga api berasal dari percikan api busi.

Prosesnya sebagai berikut:

1. Torak bergerak dari TMB ke TMA.
2. Katup masuk dan katup buang kedua-duanya tertutup sehingga gas yang telah dihisap 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 tiga kali lipat.

### Langkah kerja / ekspansi :



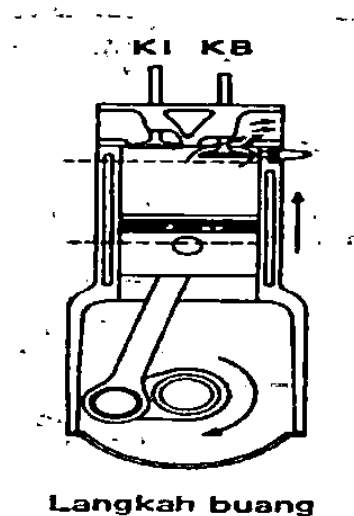
Gambar 2.5 Skema Langkah Kerja (ekspansi) torak motor 4 langkah

(Sumber: munandar, 1988)

Prosesnya sebagai berikut:

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

### Langkah pembuangan :



Gambar 2.6 Skema Langkah Pembuangan torak motor 4 langkah

(Sumber: munandar, 1988)

Membukanya klep buang sebelum TMB tujuannya untuk membiarkan tekanan di dalam silinder berkurang, sehingga pada saat setelah piston melewati TMB, momentum dari gas pembuangan digunakan untuk membilas silinder secara efisien. karena pada saat itu juga klep inlet membuka sebelum TMA ( periode ini disebut overlapping atau kedua klep membuka secara bersamaan ) dan klep buang menutup setelah melewati TMB. Pada saat itu inertia dari gas sisa pembakaran benar-benar membantu pengisian silinder dengan membuat sebagian kevakuman di dalam silinder dan jalur pemasukan. karena pada saat itu klep in sudah terbuka dan memulai langkah pengisian.

### 2.3. Sistem Pengapian

Fungsi pengapian adalah memproduksi tegangan yang sangat tinggi pada sebuah rangkaian terbuka hingga memungkinkan loncatan elektron terjadi antara dua kutub yang saling berdekatan.

Dalam sistem pengapian sepeda motor selalu menggunakan busi. Busi

... dan membakar campuran bahan bakar dan



udara yang terkompresi dalam ruang bakar yang akan mengawali proses pengapian. Tegangan yang diperlukan untuk membuat busi memercikkan bunga api listrik adalah sekitar 10.000 volt - 20.000 volt. Sistem pengapian ini sangat mempengaruhi tenaga atau energi yang dibangkitkan oleh mesin.

Pada sepeda motor urutan sistem pengapiannya dapat dijelaskan menjadi beberapa tahapan yaitu penyediaan dan penyimpanan energi listrik di baterai, penghasil tegangan tinggi, menyalurkan tegangan tinggi ke busi dan pelepasan bunga api pada elektroda busi. Tanpa adanya tahapan tersebut maka pembakaran dalam sebuah motor bensin tidak akan terjadi.

Front api adalah jarak tempuh api busi. Dalam penyelesaian pembakaran pada motor bensin sangat dipengaruhi oleh front api. Karena semakin dekat jarak tempuh front api maka pembakaran akan berlangsung dengan semakin cepat.

### **2.3.1 Sistem Pengapian Konvensional**

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

#### **2.3.1.1 Sistem Pengapian Magnet**

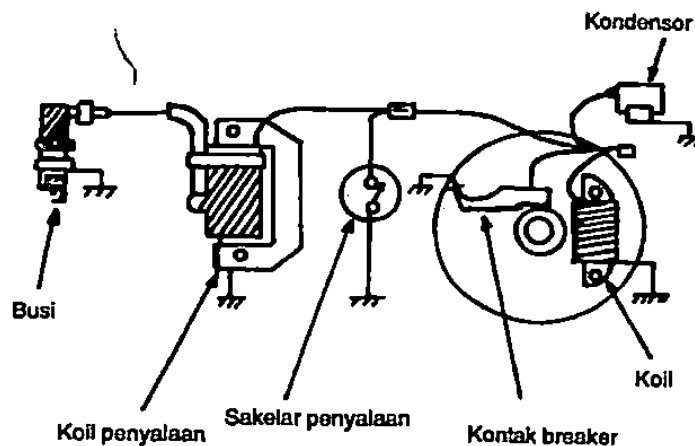
Sistem pengapian magnet adalah loncatan bunga api pada busi menggunakan arus dari kumparan magnet (AC).

Ciri-ciri umum pengapian magnet :

1. Untuk menghidupkan mesin menggunakan arus listrik dari generator AC.
2. Platina terletak di dalam 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. Sistem pengapian dengan magnet seperti terlihat pada Gambar (2.7) di bawah ini :

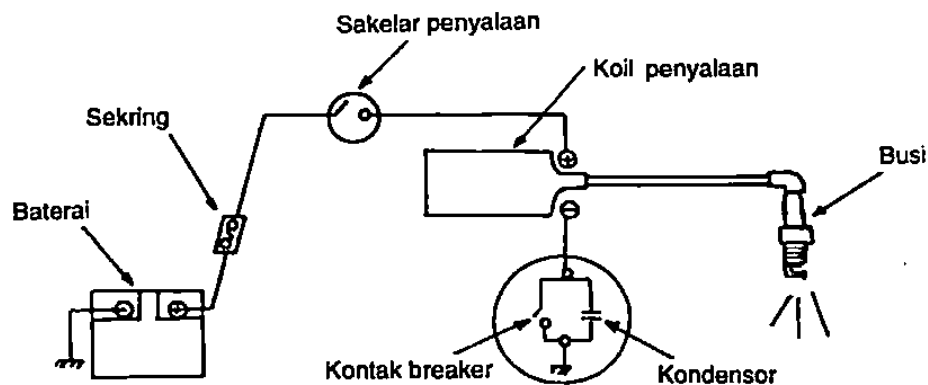


**Gambar 2.7.** Rangkaian Sistem Pengapian Magnet

(Sumber : Daryanto, 2008)

### 2.3.1.2 Sistem Pengapian Baterai

Sistem pengapian dengan baterai seperti terlihat pada gambar 2.8 di bawah



**Gambar 2.8.** Rangkaian sistem pengapian dengan baterai

(Sumber : Daryanto, 2008)

Sistem pengapian baterai adalah loncatan bunga api pada elektroda busi menggunakan arus listrik dan baterai (sistem arus DC). Sistem pengapian baterai mempunyai ciri-ciri :

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 massa 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 keadaan mambuka arus listrik akan berhenti dan di dalam kumparan sekunder

### 2.3.1.3 Sistem Pengapian CDI (*Capacitor Discharge Ignition*)

Sistem pengapian CDI merupakan salah satu jenis sistem pengapian pada kendaraan bermotor yang memanfaatkan arus pengosongan muatan (*discharge current*) dari kondensator yang gunanya mencatu daya kumparan pengapian (*ignition coil*). Pengapian sistem ini lebih ke arah pengapian yang diatur secara elektrik oleh satu komponen yang dinamakan CDI (*Capacitor Discharge Ignition*). Komponen CDI secara umum sebuah alat yang mampu mengatur dan menghasilkan energi listrik yang sangat baik diseluruh rentang putaran mesin (*rpm*) mulai dari putaran rendah pada saat start sampai sangat tinggi pada saat kendaraan dipacu sangat kencang. Jadi kurang lebih CDI ini mempunyai tugas yang sama halnya seperti platina, tetapi CDI bekerja dengan modul komponen elektrik yang menjadikannya lebih tahan lama dari pada platina, karena tidak akan mengalami keausan. Cara kerja CDI adalah mengatur waktu meletiknya api di busi yang akan membakar bahan bakar yang telah dimampatkan oleh piston. Kelebihan sistem pengapian CDI (*Capacitor Discharge Ignition*) adalah :

1. Menghemat pemakaian bahan bakar.
2. Mesin lebih mudah dihidupkan.
3. Komponen pengapian lebih awet.

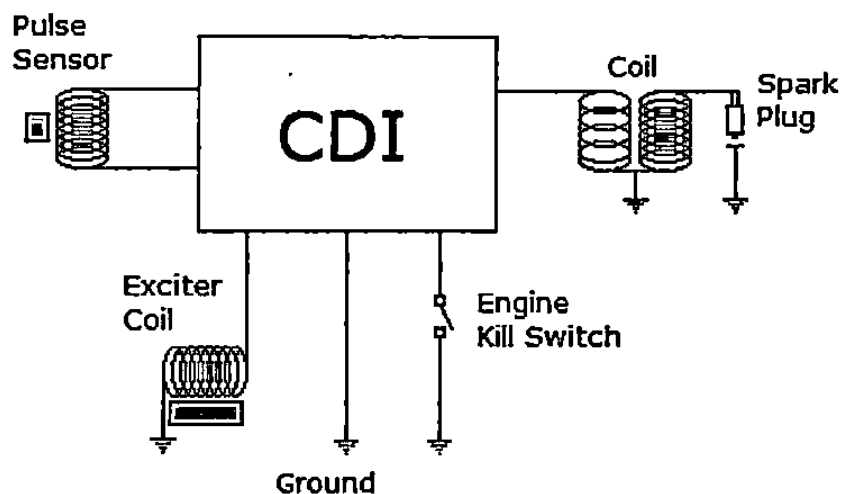
Polusi gas buang yang ditimbulkan kecil.

## 2.4 Komponen Sistem Penyalaan

### 2.4.1 CDI (*Capacitor Discharge Ignition*)

CDI menurut fungsinya adalah mengatur waktu/*timing* untuk meletikkan api pada busi yang sudah dibesarkan oleh koil untuk memicu pembakaran pada ruang bakar silinder. Pengaturan pengapian akan memaksimalkan akselerasi dan power mesin hingga maksimal karena pada saat uap bahan bakar yang telah tercampur udara masuk keruang bakar akan terbakar sempurna sehingga tidak ada bahan bakar yang

dari pulser akan memberikan arus pada SCR (*Silicon Controller Rectifier*) yang akan membuka, sehingga arus yang ada dalam kapasitor di dalam CDI dilepaskan. Selain pulser, kerja CDI juga didukung oleh baterai (pada CDI DC) atau spul (CDI AC) dimana sebagai sumber arus yang kemudian diolah oleh CDI. Tentunya CDI didukung oleh koil sebagai tegangan yang dikirim ke busi. Skema CDI dapat terlihat pada gambar (2.9) di bawah ini



**Gambar 2.9.** CDI Pemutus Arus

(Sumber : reiza-aneka.blogspot.com)

#### 2.4.2. Kondensor / Kapasitor

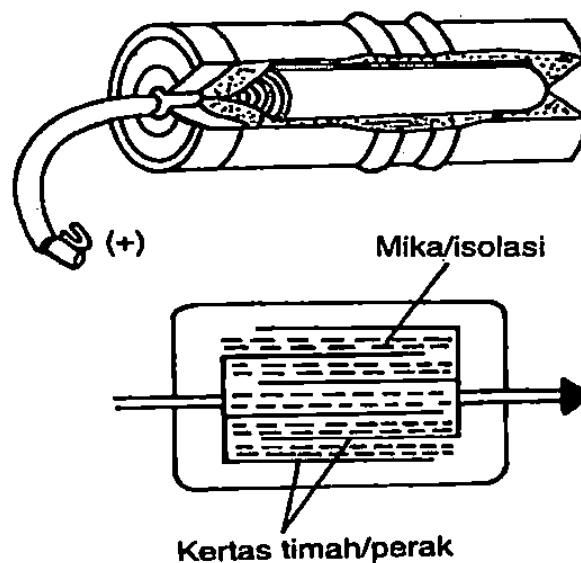
Kondensor dipasang paralel terhadap platina fungsi kondensor adalah untuk mengurangi terjadinya percikan bunga api pada platina dan memperbesar arus induksi tegangan tinggi, kapasitas kondensor antara 0,2 - 0,3 mikrofarad.

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

11.1.4.4. Kapasitor / Kondensor dipasang paralel terhadap platina dan memperbesar arus induksi tegangan tinggi, kapasitas kondensor antara 0,2 - 0,3 mikrofarad.

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 penyalaan baterai tidak sama dengan yang digunakan pada mesin penyalaan magnet. Ciri-ciri kapasitor untuk mesin penyalaan baterai adalah jumlah kabelnya 2 atau 1 sedangkan untuk kapasitor mesin penyalaan magnet kabelnya selalu tiga. Kondesor dapat dilihat pada Gambar (2.10) di bawah ini :



**Gambar 2.10. Kondensator**

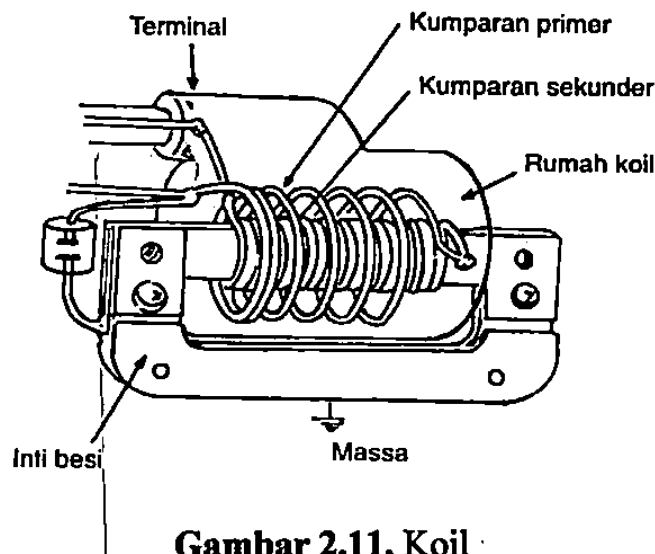
(Sumber : Daryanto, 2008)

### 2.4.3. Koil Pengapian (*ignition coil*)

Cara kerja koil pengapian adalah sebagai pembangkit tegangan baterai 12 Volt menjadi tegangan tinggi di atas 10 Volt yang diperlukan untuk pengapian. Primary dan *secondary coil* diletakkan saling berdekatan. Saat arus diberikan secara

dimanfaatkan untuk membangkitkan tegangan tinggi pada *secondary coil*. Koil pengapian dapat membangkitkan tegangan tinggi yang berbeda-beda sesuai dengan jumlah dan ukuran gulungan koil.

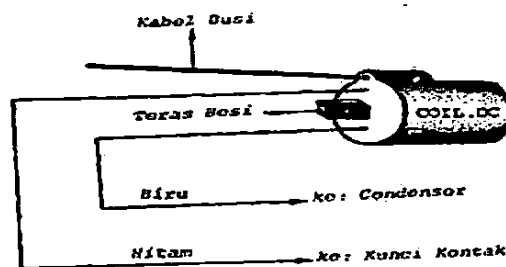
Tegangan tinggi pada Pengapian CDI adalah pada saat arus dari kapasitor dengan cepat mengalir ke kumparan primer. Koil pengapian berfungsi untuk membentuk arus tegangan tinggi untuk disalurkan pada busi, selanjutnya kembali lagi melalui massa. Di dalam bagian tegangan koil pengapian itu ada inti besi, di sini inti besi dililitkan oleh gulungan kawat halus yang ter-isolasi. Kumparan kawat tersebut panjangnya kurang lebih 20.000 lilitan dengan diameter 0,05 - 0,08 mm. Salah satu ujung 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. Koil terlihat seperti pada gambar 2.11 .



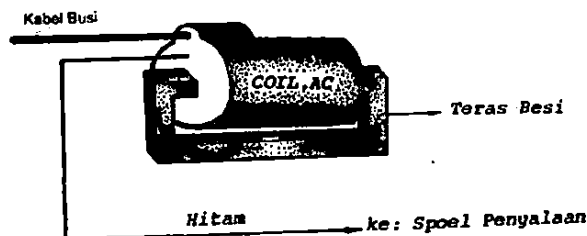
**Gambar 2.11. Koil**  
(Sumber : Daryanto,2008)

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 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 tegangan sekitar 300 sampai dengan 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, seperti terlihat pada gambar 2.12 dan gambar 2.13.



**Gambar 2.12** Koil DC  
(Sumber : Buentarto, 2001)

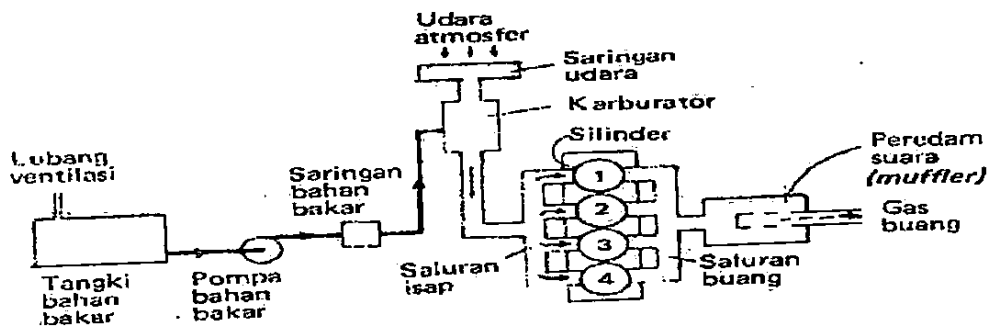


**Gambar 2.13.** Koil AC  
(Sumber : Buentarto, 2001)

#### 2.4.4. 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





Gambar 2.15. Skema sistem penyaluran bahan bakar

(Sumber : munandar, 1988)

Pompa bahan bakar menyalurkan bahan bakar dari tangki bahan bakar ke karburator untuk memenuhi jumlah bahan bakar yang harus tersedia didalam karburasi. Pompa ini terutama dipakai apabila letak tangki lebih rendah daripada letak karburator. Untuk membersihkan bahan bakar dari kotoran yang dapat mengganggu aliran atau menyumbat saluran bahan bakar, terutama didalam karburator, digunakan saringan atau filter. Sebelum masuk kedalam saringan, udara mengalir melalui karburator yang mengatur pemasukkan, pencampuran dan pengabutan bahan bakar ke dalam, sehingga diperoleh perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang sesuai dengan keadaan beban dan kecepatan poros engkol. Penyempurnaan pencampuran bahan bakar udara tersebut berlangsung baik di dalam saluran isap maupun didalam silinder sebelum campuran itu terbakar.

### 2.5.1.1 Premium

Premium berasal dari bensin yang merupakan salah satu fraksi dari penyulingan minyak bumi yang diberi zat tambahan atau aditif, yaitu *Tetra Ethyl Lead* (TEL). Premium mempunyai rumus empiris *Ethyl Benzena* ( $C_8H_{18}$ ).

Premium adalah bahan bakar jenis disilat berwarna kuning akibat adanya zat berwarna tambahan. Penggunaan premium pada umumnya adalah untuk bahan bakar kendaraan bermotor bermesin bensin, seperti mobil, sepeda motor, dan lain-lain.

Bahan bakar ini juga sering disebut motor *gasoline* atau *petrol* dengan angka oktan 88.

Premium mengandung energi kimia. Energi ini diubah menjadi energi panas melalui proses pembakaran (oksidasi), dengan udara didalam mesin atau motor bakar. Energi panas ini meningkatkan temperatur dan tekanan gas pada ruang bakar. Gas bertekanan tinggi tersebut berekspansi melawan mekanisme-mekanisme mesin.

Secara sederhana, bensin tersusun dari hidrokarbon rantai lurus dengan rumus kimia  $C_nH_{2n+2}$ , mulai dari C7 (heptana) sampai dengan Cn. Molekul hidrokarbon dengan panjang yang berbeda memiliki sifat dan kelakuan berbeda pula. Berikut ini adalah tabel (2.1) spesifikasi dari bahan bakar bensin premium.

**Tabel 2.1** Spesifikasi bensin premium

1	Densitas	715-780 kg/m <sup>3</sup>
2	Angka oktan	88
3	Titik didih	215 °C
4	Tekanan uap	62 kPa

(www.pertamina.com) 9 Agustus 2013)

### 2.5.2 Bahan Bakar Alternatif

Bahan bakar alternatif umumnya menghasilkan lebih sedikit emisi kendaraan yang berkontribusi terhadap 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.

### 2.5.2.1. Ethanol

Ethanol istilah umum adalah alkohol, ethanol mempunyai sifat tidak berwarna, mudah menguap, mudah larut dalam air, berat molekul 46,1, titik didihnya 78,3°C, membeku pada suhu -117,3 °C, kerapatannya 0,789 pada suhu 20 °C, nilai kalor 7077 kal/gram, panas latent penguapan 204 kal/gram dan mempunyai angka oktan 91-105.

Ethanol ingin digunakan sebagai bahan bakar, maka sebagian besar kandungan airnya harus dihilangkan dengan cara distilasi. Tingkat kemurnian ethanol setelah diistilasi masih sekitar 95-96% masih ada kandungan airnya 3-4%. Campuran ini dinamakan ethanol hidrat dan bisa digunakan sebagai bahan bakar, tapi tidak bisa dicampur sama sekali dengan bensin. Biasanya kandungan air dalam ethanol hidrat dibuang habis terlebih dahulu dengan pengolahan lainnya sehingga baru bisa dicampurkan dengan bensin. Ethanol memiliki nilai kalor yang rendah dan sifatnya lebih susah menguap dari pada premium, spesifikasi ethanol dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel. 2.2 Spesifikasi Ethanol

<i>ITEM</i>	<i>Superfine</i>	<i>Fine</i>	<i>Ordinary</i>
Ethanol ( %v/v)	96	95,5	95
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5	10	60
Methnol (≤mg/L )	2	35	150
Butanol (≤mg/L )	1	2	30
<i>Oxidation time / min ≥</i>	40	30	20
<i>Acetic acid ((≤mg/L )</i>	7	10	30

ITEM	Superfine	Fine	Ordinary
Propanol ( $\leq$ mg/L )	2	35	100
Acetaldehyde ( $\leq$ mg/L )	1	3	30
Ester ( $\leq$ mg/L	10	18	25
Heavy metal ( Pb ) ( $\leq$ mg/L)	1	1	1
Sight	Clear		
Smell	Only Etanol Smell		

(Sumber : SNI DT 27-0001-2006)

### 2.5.3 Angka Oktan

Angka Oktan adalah suatu bilangan yang menunjukkan sifat anti ketukan (denotasi). Maka makin tinggi angka oktan maka semakin berkurang kemungkinan untuk terjadinya denotasi (*knocking*). Dengan berkurangnya intensitas untuk berdenotasi, 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.

Besar angka *oktan* bahan bakar tergantung pada presentase *iso-oktan* ( $C_8H_{18}$ ) dan *normal heptana* ( $C_7H_{16}$ ) yang terkandung di dalamnya. Premium 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 premium dengan angka *oktan* 90 akan lebih berdetonasi dari pada dengan premium *beroktan* 70. Jadi kecenderungan premium untuk berdetonasi dinilai dari angka *oktannya iso-oktan* murni diberi *indeks* 100, sedangkan *heptana normal* murni diberi *indeks* 0. Dengan demikian suatu premium dengan angka *oktan* 90 berarti bahwa premium tersebut mempunyai kecenderungan berdetonasi sama

dengan campuran yang terdiri atas 90% volume *iso-oktan* dan 10% volume *heptana* normal. Angka oktan untuk bahan bakar terlihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Angka *oktan* untuk bahan bakar

Jenis Bahan Bakar	Angka Oktan
Bensin	88
Pertamax	92
Pertamax Plus	95
Bensol	100
Ethanol	117

(sumber : [www.pertamina.com](http://www.pertamina.com))

## 2.5 Perhitungan Torsi, Daya, dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

### 2.6.1 Torsi

Torsi adalah getaran sudut dari poros elastis dengan putaran motor yang kaku yang terikat pada poros.

$$T = F \times b$$

$$F = m \times g$$

Dimana :

$T$  : torsi (Nm)

$F$  : gaya penyeimbang yang diberikan (N)

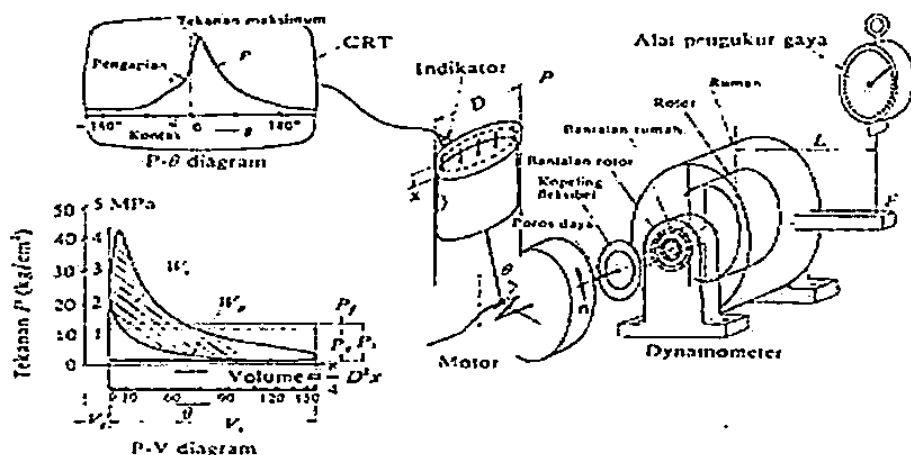
$m$  : beban terukur (kg)

$g$  : gaya grafitasi ( $9.81 \text{ m/s}^2$ )

$b$  : jarak lengan torsi (mm)

## 2.6.2 Daya

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 tergantung dari daya yang ditimbulkan (Soenarto & Furuham, 1995).



**Gambar 2.16** Alat Tes Prestasi Motor Bakar

(Sumber : Soenarta & Furuham, 1995)

Gambar (2.16) 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 dinamometer 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

$$P = \frac{2\pi.n.T}{6000} \text{ (KW)} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana: P= Daya (W)

n = Putaran mesin (Rpm)

T = Torsi (N.m)

Dalam hal ini daya secara normal diukur dalam kW, tetapi satuan HP masih digunakan juga, dimana :

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

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

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. Kalau toraknya tidak mendapatkan hambatan dan tidak menghasilkan usaha gas tidak akan berubah meskipun tekanannya turun.

### 2.6.3 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Besar pemakaian konsumsi bahan bakar spesifik (*SFC/Spesifik Fuel Comsumtion*) ditentukan dalam *g/kWh*. Konsumsi bahan bakar spesifik adalah pemakaian bahan bakar yang terpakai perjam untuk setiap daya yang dihasilkan pada motor bakar (Aris munandar, 2002)

$$SFC = \frac{m_f}{P} \left( \frac{\text{kg}}{\text{kWh}} \right) \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

*SFC* = Konsumsi bahan bakar sfesifik (*kg/kWh*)

*P* = Daya mesin (*kW*)

Selanjutnya nilai *SFC* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\dot{m}_f = \frac{b}{t} \cdot \frac{3600}{1000} \cdot \rho_{bb} \text{ (kg / jam)} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

$b$  = Volume gelas ukur (cc)

$t$  = Waktu pengosongan buret *buret* dalam detik (s)

$\rho_{bb}$  = Massa jenis bahan bakar (premium campur ethanol 0,7597 kg/l)

( $\dot{m}_f$ ) = Adalah penggunaan bahan bakar per jam pada kondisi tertentu

Nilai kalor mempunyai hubungan berat jenis pada umumnya semakin tinggi berat jenis maka semakin rendah kalornya. Pembakaran dapat berlangsung dengan sempurna, tetapi juga dapat tidak sempurna. Jika bahan bakar tidak mengandung bahan-bahan yang tidak dapat terbakar, maka pembakaran akan sempurna sehingga hasil pembakaran berupa gas pembakaran saja.

Pembakaran kurang sempurna dapat berakibat :

1. Kerugian panas dalam motor jadi besar, sehingga efisiensi motor menjadi turun. Usaha dari motor turun pula pada penggunaan bahan bakar yang tetap.
2. Sisa pembakaran terdapat pula pada lubang pembuangan antara katup dan dudukannya, terutama pada katub buang sehingga katub tidak dapat menutup dengan rapat. Sisa pembakaran yang telah menjadi keras yang melekat antara torak dan dinding silinder menghalangi pelumasan, sehingga torak dan silinder mudah aus.
3. Nilai kalor mempunyai hubungan berat jenis pada umumnya semakin tinggi berat jenis maka semakin rendah kalornya. Pembakaran dapat berlangsung dengan sempurna, tetapi juga dapat tidak sempurna. Jika bahan bakar tidak mengandung bahan-bahan yang tidak dapat terbakar, maka pembakaran akan sempurna sehingga hasil pembakaran berupa gas pembakaran saja.
4. Panas yang keluar dari pembakaran dalam silinder, motor akan memanaskan gas pembakaran sedemikian tinggi, sehingga gas-gas itu memperoleh tekanan yang lebih tinggi pula. Tetapi bilamana bahan bakar tidak terbakar dengan sempurna, sebagian bahan bakar itu akan tersisa.