

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Brazil adalah negara dengan produksi bahan bakar etanol kedua terbesar di dunia, sekaligus pengekspor terbesar bahan bakar etanol. Brazil dan Amerika Serikat memimpin dalam jumlah produksi bahan bakar etanol. Kedua negara ini memproduksi 87.8% produksi etanol industri dunia pada tahun 2010. Pada tahun 2010, Brasil memproduksi 26,2 miliar liter (6,92 miliar galon AS) bahan bakar etanol, 30,1% dari jumlah etanol dunia yang digunakan untuk bahan bakar. Brazil dianggap sebagai negara yang pertama kali memberlakukan ekonomi bahan bakar bio secara berkelanjutan serta dianggap juga sebagai pemimpin industri bahan bakar bio. Negara ini dijadikan model bagi beberapa negara lain, dan etanol dari gula yang dihasilkan negara ini merupakan model bahan bakar alternatif paling sukses sampai saat ini. Hanya, beberapa yang menganggap bahwa suksesnya etanol di Brazil itu disebabkan karena teknologi pertaniannya yang maju, disertai dengan luas lahan yang besar, sehingga program yang ada di Brazil ini hanya cocok dipraktekkan di beberapa negara tropis di Amerika Latin, Karabia, dan afrika

Program bahan bakar etanol di Brazil yang sudah berjalan selama 30 tahun berasal dari teknologi pertanian gula paling efisien di dunia. Mereka menggunakan peralatan yang modern dan tebu yang murah sebagai bahan mentah, selain itu ampas tebu juga digunakan untuk menghasilkan panas dan tenaga, yang akhirnya menghasilkan harga yang sangat kompetitif, dengan hasil yang sepadan. Pada tahun 2010, badan perlindungan lingkungan Amerika Serikat menetapkan etanol gula tebu di Brazil sebagai bahan bakar bio paling maju karena

Saat ini, tidak ada lagi kendaraan kecil di Brazil yang hanya menggunakan bahan bakar bensin saja. Sejak tahun 1976, pemerintah mewajibkan semua mobil di Brazil harus bisa menggunakan bahan bakar campuran etanol dengan bensin yang besarnya beragam mulai dari 10% sampai 22%. Mobil-mobil dengan mesin bensin biasa harus dikonfigurasi kembali tapi hanya minor saja. Tahun 1993, pemerintah mewajibkan campuran etanol dalam bahan bakar dinaikkan menjadi 22% (E22). Pada tahun 2003 batasan ini ditetapkan menjadi minimum 20% dan maksimum 25%. Sejak tanggal 1 Juli 2007 peraturannya diubah lagi menjadi 25% etanol dan 75% bensin. Kemudian pada bulan April 2011 batasan bawahnya diubah menjadi 18% disebabkan karena jumlah persediaan etanol berkurang dan harganya tinggi.

Industri mobil di Brazil mengembangkan kendaraan bahan bakar fleksibel yang dapat menggunakan campuran etanol beragam antara 20-25% (E20-25) sampai yang memakai bahan bakar etanol saja (E100). Mulai diperkenalkan pada tahun 2003, kendaraan berbahan bakar fleksibel ini laris di pasaran. Pada tahun 2009, mobil berbahan bakar fleksibel mencatatkan pangsa pasar 92.3% dari seluruh penjualan mobil dan truk kecil baru.

(sumber : http://id.wikipedia.org/wiki/Bahan_bakar_etanol_di_Brazil_2013)

Tabel 2.1 Produksi Etanol di Brazil

<p style="text-align: center;">Produksi etanol Brazil (2004–2010) (Dalam juta galon AS)</p>						
2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
3.989	4.227	4.491	5.019	6.472	6.578	6.922
<p style="text-align: center;">Catatan: (a) 2004-06 untuk semua campuran. (b) 2007-10 hanya bahan bakar etanol.</p>						

(Sumber : Wikipedia. 2013)

Apriyanto (2002) melakukan penelitian studi pengaruh perbandingan bahan bakar campuran premium methanol terhadap kinerja motor bensin 4 – langkah 100 cc. Hasil penelitian menunjukkan torsi yang di dapat mengalami kenaikan sebesar 7,1 Nm pada putaran 5000 rpm dengan bahan bakar bensin 90 % dan ethanol 10 %, daya naik sebesar 3,717 kw. Sedangkan untuk BMEP mengalami kenaikan sebesar 791,110 kpa, untuk AFR naik hingga 24,08 tetapi dengan campuran bensin 80 % dan ethanol 20 %.

Kurniawan (2010) melakukan pengujian penggunaan bahan bakar campuran bensin-ethanol dengan kandungan ethanol 5% pada motor 4 - langkah 100 cc dengan variasi *timing* pengapian. Dimana hasil pengujian didapat torsi tertinggi pada CDI *racing* dengan *timing* non-standar pada putaran mesin 3.912 rpm dengan *timing* pengapian $\pm 37^\circ$ sebelum TMA yaitu sebesar 6,70 N.m. Dengan menggunakan CDI *racing* dengan *timing* non-standar dapat meningkatkan torsi lebih tinggi. Sedangkan untuk pengujian daya tertinggi pada CDI *racing*

dengan *timing* non-standar pada putaran mesin 7.560 rpm dengan *timing* pengapian $\pm 37^\circ$ sebelum TMA yaitu sebesar 5,8 HP. Dengan menggunakan CDI *racing* dengan *timing* non-standar dapat meningkatkan daya lebih tinggi.

Yantoro (2009) melakukan pengujian penggunaan bahan bakar campuran bensin-ethanol dengan kandungan ethanol 10 % pada motor 4 - langkah 100 cc dengan variasi *timing* pengapian. Dimana hasil dari pengujian torsi tertinggi didapat pada kecepatan putaran mesin 3968 rpm dengan sudut pengapian $\pm 37^\circ$ yaitu sebesar 7,28 N.m dalam kondisi motor standar menggunakan CDI *racing timing* standar, dengan menggunakan CDI *racing timing* standar torsi yang diperoleh lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan CDI standar. Sedangkan untuk pengujian daya tertinggi didapat pada kecepatan putaran mesin 7076 rpm dengan sudut pengapian $\pm 37^\circ$ yaitu sebesar 6 HP dalam kondisi motor standar menggunakan CDI *racing* dengan *timing* standar, dengan menggunakan CDI *racing timing* standar daya yang diperoleh lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan CDI standar. Untuk pengujian konsumsi bahan bakar (*mf*) didapat konsumsi bahan bakar pada CDI *racing* lebih cepat mengkonsumsi bahan bakar dibandingkan CDI standar. dengan menggunakan CDI *racing timing* standar (*mf*) yang diperoleh lebih banyak mengkonsumsi bahan bakar bila dibandingkan dengan penggunaan CDI standar.

Oktavianto (2009) melakukan penelitian terhadap bahan bakar campuran bensin-ethanol dengan kandungan 15 % pada motor 4 - langkah 100 cc dengan variasi *timing* pengapian. Dimana hasil pengujian didapat torsi tertinggi pada CDI *racing* dan *timing* standar pada putaran mesin 3732 rpm dengan *timing* pengapian $\pm 33^\circ$ yaitu sebesar 7,27 Nm. Dengan menggunakan CDI *racing* dapat meningkatkan torsi lebih tinggi dari pada CDI standar. Sedangkan untuk daya didapat daya tertinggi pada CDI *racing* dengan *timing* standar pada putaran mesin 6250 rpm dengan *timing* pengapian $\pm 33^\circ$ yaitu sebesar 6,00 HP. Dengan menggunakan CDI standar dapat meningkatkan daya lebih tinggi dari pada CDI standar. Untuk konsumsi bahan bakar (*MF*) pada penggunaan CDI *racing* lebih banyak pemakaian bahan bakar dibandingkan dengan menggunakan CDI standar.

Jamaludin (2010) Melakukan pengujian penggunaan bahan bakar campuran bensin-etanol dengan kandungan etanol 15 % pada motor 4 - langkah 160 cc dengan variasi *timing* pengapian. Dari pengujian yang telah dilakukan didapat kurva torsi mesin tertinggi pada CDI *racing* dengan *timing* optimum pada putaran mesin 4530 rpm dengan *timing* pengapian $\pm 40^\circ$ sebelum TMA yaitu sebesar 13,56 N.m. Dengan menggunakan CDI *racing* dengan *timing* optimum dapat meningkatkan torsi mesin lebih tinggi. Sedangkan untuk daya mesin tertinggi pada CDI *racing* dengan *timing* optimum pada putaran mesin 7577 rpm dengan *timing* pengapian $\pm 40^\circ$ sebelum TMA yaitu sebesar 13,30 HP. Dengan menggunakan CDI *racing* dengan *timing* optimum dapat meningkatkan daya mesin lebih tinggi. Untuk pengujian konsumsi bahan bakar pada CDI *racing* *timing* optimum lebih boros dibandingkan CDI standar.

Ishar (2009) Melakukan pengujian penggunaan bahan bakar campuran bensin-ethanol dengan kandungan ethanol 20 % pada motor 4 - langkah 100 cc dengan variasi *timing* pengapian. Dimana hasil pengujian torsi menggunakan CDI standar, CDI *recing* *timing* standar, dan CDI *racing* *timing* non-standar torsi tertinggi didapat pada CDI *racing* *timing* standar pada putaran mesin 3902 rpm dengan *timing* pengapian $\pm 33^\circ$ yaitu sebesar 7,17 Nm. Dengan menggunakan CDI *racing* dan menunjukan *timing* pengapian, maka dapat meningkatkan torsi yang lebih tinggi dari pada CDI standar. Sedangkan untuk daya didapat hasil pengujian menggunakan CDI standar, CDI *racing* *timing* standar, dan CDI *racing* *timing* non – standar daya tertinggi didapat pada CDI *racing* *timing* non – standar pada kecepatan putaran mesin 7326 rpm dengan *timing* pengapian $\pm 41^\circ$ yaitu sebesar 6,1 HP. Dengan menggunakan CDI *racing* dan memajukan *timing* pengapian dapat meningkatkan daya yang lebih tinggi dari pada CDI standar. Untuk konsumsi bahan bakar hasil pengujian menggunakan CDI standar, CDI *racing* *timing* standar, dan CDI *racing* *timing* non – standar konsumsi bahan bakar (*mf*) pada CDI *racing* lebih boros dibandingkan menggunakan CDI standar.

Momintan (2008) Melakukan pengujian penggunaan bahan bakar campuran bensin-ethanol dengan kandungan ethanol 40 % pada motor 4 - langkah 100 cc dengan variasi *timing* pengapian. Dimana hasil pengujian didapat torsi

tertinggi pada CDI *racing* dan *timing* standar pada putaran mesin 3.838 rpm dengan *timing* pengapian $\pm 45^\circ$ sebelum TMA yaitu sebesar 7,22 Nm. Dengan menggunakan CDI *racing* dengan *timing* standar torsi meningkat drastis. Sedangkan untuk daya didapat daya tertinggi pada CDI *racing* dengan *timing* non-standar pada putaran mesin 7,755 rpm dengan *timing* pengapian $\pm 45^\circ$ sebelum TMA yaitu sebesar 5,9 HP. Dengan menggunakan CDI *racing* dengan *timing* non-standar daya meningkat drastis. Untuk konsumsi bahan bakar pada CDI *racing* lebih boros dibandingkan CDI standar.

Muliyadi (2012) melakukan penelitian studi eksperimental pengaruh variasi bentuk permukaan piston dan variasi rasio kompresi terhadap kinerja motor bakar 4 langkah 110 cc berbahan bakar campuran premium-etanol. Hasil penelitian menunjukkan daya yang didapat mengalami kenaikan hingga 4,48% E25, torsi naik 11,35%, (*MF*) lebih rendah 32,25% putaran 7000 rpm (*SFC*) lebih rendah 37,7% terhadap kondisi standar. Hasil pengujian daya mengalami peningkatan 12,4% untuk E0, torsi naik 4,93%. Hasil pengujian lebih rendah 39,88% untuk E0, (*SFC*) 47,77%.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Motor Bakar Torak

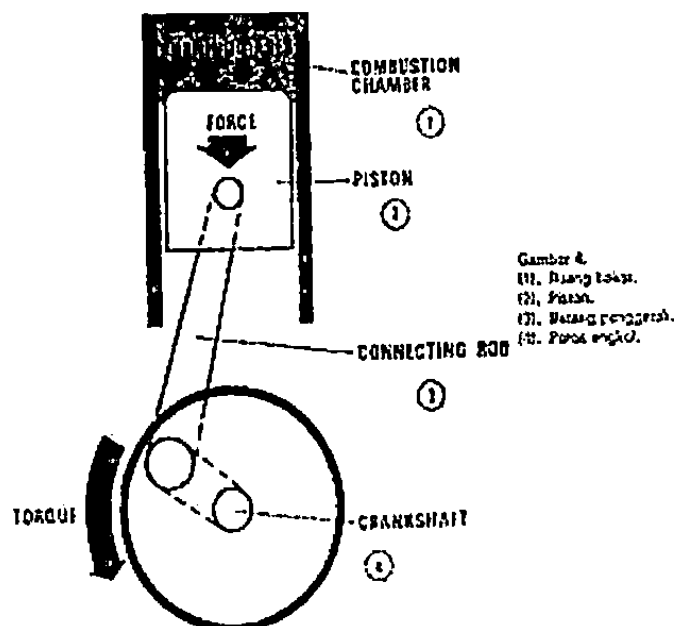
Pada motor bakar tidak terdapat proses perpindahan kalor dari gas pembakaran ke fluida kerja. Karena itu jumlah komponen motor bakar lebih sedikit dari pada komponen mesin uap. Motor bakar torak lebih sederhana, lebih kompak dan lebih ringan jika dibandingkan dengan mesin uap. Karena itu pula penggunaan motor bakar torak dibidang transportasi sangat menguntungkan. Di samping itu temperatur seluruh bagian mesinnya jauh lebih rendah dari pada temperatur gas pembakaran yang maksimum sehingga motor bakar torak bisa lebih efisien dari pada mesin uap.

Namun demikian hal itu tidak berarti mesin uap tidak memiliki

1. Mesin uap lebih leluasa mempergunakan bermacam-macam bahan bakar, termasuk bahan bakar padat.
2. Mesin uap lebih bebas dari getaran
3. Turbin uap lebih praktis dipakai untuk daya tinggi, misalnya untuk 2000 PS atau lebih.

Motor bakar torak terbagi menjadi dua jenis yaitu motor bensin (*otto*) dan motor diesel. Perbedaan yang utama terletak pada sistem penyalannya bahan bakar pada motor bensin dinyalakan oleh loncatan api listrik diantara kedua elektroda busi. Karena itu motor bensin dinamai juga *Spark Ignition Engines*.

Didalam motor diesel, yang biasa juga disebut *Compression Ignition Engines*, terjadi proses penyalan sendiri, yaitu karena bahan bakar disemprotkan ke dalam silinder berisi udara yang bertemperatur dan bertekanan tinggi. Bahan bakar itu terbakar sendiri oleh udara yang mengandung 21% volume O₂, setelah temperatur campuran itu melampaui temperatur nyala bahan bakar. Gambar silinder motor torak seperti terlihat pada gambar 2.1 di bawah ini :

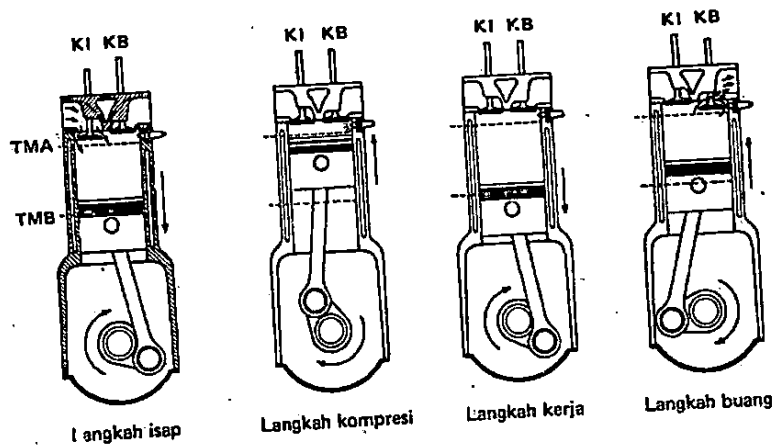


Gambar 2.1. Silinder Motor Torak

Susunan silinder itu menentukan bentuk dan ukuran mesin. Mesin satu baris misalnya, seperti yang terlihat pada gambar 2.1. bentuknya panjang tetapi berpenampang melintang kecil. Mesin jenis lain akan lebih pendek dari mesin satu baris, akan tetapi penampang melintangnya lebih besar (Arismunandar 2005).

2.2.2. Siklus 4-langkah Dan 2-langkah.

Proses pembakaran di dalam motor bakar torak terjadi secara periodik. Sebelum terjadi proses pembakaran berikutnya, terlebih dahulu gas pembakaran tidak dapat digunakan harus dikeluarkan dari dalam silinder. Kemudian silinder diisi dengan campuran bahan bakar dan udara segar (pada motor bensin) yang berlansung pada torak di dalam silinder bergerak dari TMA (titik mati atas) menuju TMB (titik mati bawah). Skema gerakan torak dan katup motor 4-langkah seperti yang terlihat pada gambar 2.2 di bawah ini :



Gambar 2.2. Skema Gerakan Torak dan Katup motor 4-langkah

(sumber : Arismunandar, 2005)

Katup isap (KI) terbuka sedangkan katup buang (KB) dalam keadaan tertutup. Melalui katup isap, campuran bahan bakar udara terisap masuk kedalam silinder. Peristiwa ini disebut langkah isap. Setelah mencapai TMB, torak bergerak kembali ke TMA, sementara katup isap dan buang dalam keadaan tertutup.

Campuran bahan bakar udara yang terisap tadi kini terkurung dalam silinder dan dimampatkan oleh torak yang bergerak ke TMA. Volume campuran bahan bakar udara menjadi kecil dan karena itu tekanan dan temperaturnya naik hingga campuran itu mudah sekali terbakar. Proses pemampatan ini disebut langkah kompresi atau langkah tekan, yaitu ketika torak bergerak dari TMB menuju TMA dan kedua katup dalam keadaan tertutup.

Pada saat torak hampir mencapai TMA campuran bahan bakar udara segar dinyalakan terjadilah proses pembakaran sehingga tekanan dan temperaturnya naik. Sementara itu torak masih bergerak menuju TMA, berarti volume ruang bakar menjadi semakin kecil sehingga tekanan dan temperatur gas dan di dalam silinder menjadi semakin tinggi. Akhirnya torak mencapai TMA dan gas pembakaran mampu mendorong torak untuk bergerak kembali dari TMA ke TMB. Sementara itu, baik katup isap (KI) maupun katup buang (KB) masih tetap dalam keadaan tertutup. Selama torak bergerak dari TMA ke TMB, yang merupakan langkah kerja atau langkah ekspansi, volume gas pembakaran di dalam silinder bertambah besar dan karena itu tekanannya turun.

Apabila torak telah mencapai TMB, katup buang sudah terbuka sedangkan katup isap tetap tertutup. Torak bergerak kembali ke TMA mendesak gas pembakaran keluar dari dalam silinder melalui saluran buang. Proses pengeluaran gas pembakaran ini dinamai langkah buang. Setelah langkah buang selesai siklus dimulai lagi dari langkah isap dan seterusnya. Suatu siklus dikatakan lengkap apabila keempat langkah itu terlaksana, yaitu langkah isap, langkah tekan, langkah kerja dan langkah buang. Di dalam satu siklus itu torak bergerak sepanjang TMA-TMB-TMA-TMB-TMA. Motor bakar torak yang bekerja dengan siklus lengkap seperti ini termasuk golongan motor 4-langkah. Motor bakar torak yang melengkapi siklusnya cukup dengan gerakan torak sepanjang TMA-TMB-TMA termasuk golongan motor 2-langkah. Pada motor bakar torak yang lazim, yaitu motor bakar yang mempergunakan batang penggerak dan poros engkol, gerak torak TMA-TMB-TMA itu memutar poros engkol satu kali (360° sudut engkol).

(dengan satu kali pembakaran) selama dua putaran poros engkol, sedangkan motor 2-langkah adalah motor bakar torak yang melengkapi siklusnya dalam satu putaran poros engkol.

Kebanyakan motor bakar torak bekerja dengan siklus 4-langkah. Siklus 4-langkah sudah dipergunakan sejak tahun 1876, yaitu pada waktu Dr. N.A. *otto* berhasil membuat motor bakar torak yang bekerja dengan siklus 4-langkah ruang pertama. Pada waktu itu motor bakar torak yang bekerja dengan siklus 4-langkah dinamai motor *otto*. Pada motor *otto* campuran bahan bakar udara dinyalakan oleh loncatan arus listrik atau benda pijar proses pembakaran berlangsung pada waktu torak berada di sekitar TM. Motor diesel juga dapat mempergunakan siklus 4-langkah akan tetapi oleh karena sistem penyalaan berbeda, motor diesel tidak termasuk golongan *Otto* (Arismunandar 2005).

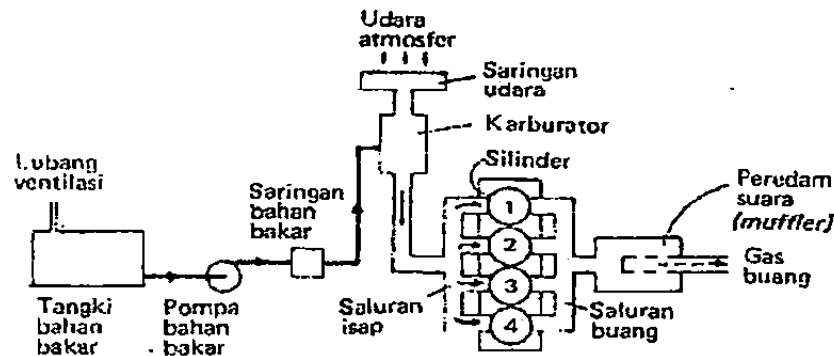
2.3 Bahan Bakar

2.3.1. Sistem Bahan Bakar

Motor bensin merupakan jenis dari motor bakar, motor bensin kebanyakan dipakai sebagai kendaraan bermotor yang berdaya kecil seperti mobil, sepeda motor, dan juga untuk motor pesawat terbang. Pada motor bensin selalu diharapkan bahan bakar dan udara itu sudah tercampur dengan baik sebelum dinyalakan oleh busi. Pada motor bakar sering memakai sistem bahan bakar menggunakan karburator.

Pompa bahan bakar menyalurkan bahan bakar dari tangki bahan bakar ke karburator untuk memenuhi jumlah bahan bakar yang harus tersedia di dalam karburasi. Pompa ini terutama digunakan apabila letak tangki lebih rendah dari pada letak karburator. Untuk membersihkan bahan bakar dari kotoran yang dapat mengganggu aliran atau menyumbat saluran bahan bakar, terutama di dalam karburator, digunakan saringan atau *filter*. Sebelum masuk ke dalam saringan, udara mengalir melalui karburator yang mengatur pemasukan, pencampuran dan pengabutan bahan bakar ke dalam, sehingga diperoleh perbandingan campuran

engkol. Penyempurnaan pencampuran bahan bakar udara tersebut berlangsung baik di dalam saluran isap maupun di dalam silinder sebelum campuran itu terbakar. Pada gambar 2.3 diterangkan skema sistem penyaluran bahan bakar, yang terlihat di bawah ini :



Gambar 2.3. Skema sistem penyaluran bahan bakar

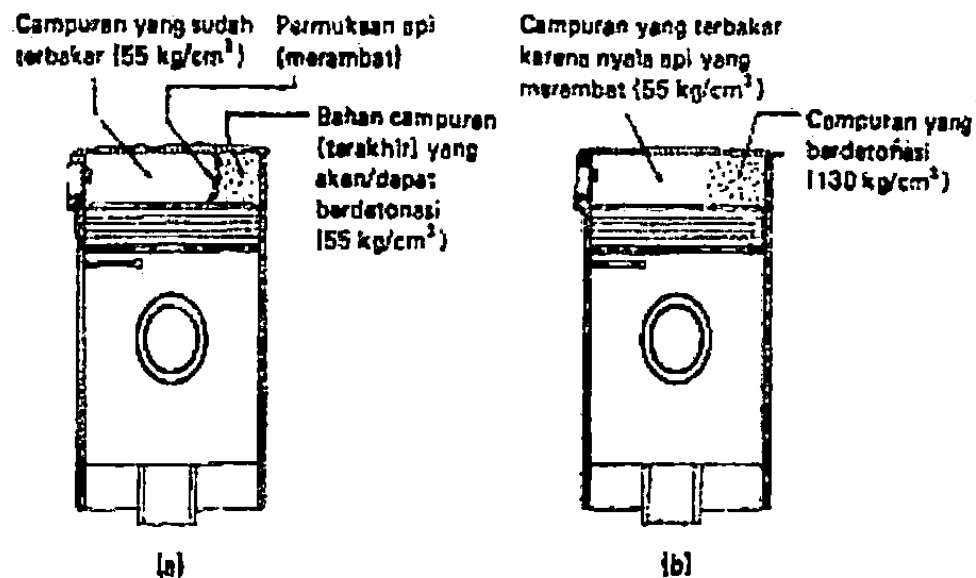
(Sumber : Arismunandar, 2005)

2.3.2. Bahan Bakar dan Proses Pembakaran

Campuran bahan bakar udara di dalam silinder motor bensin harus sesuai dengan syarat busi, yaitu jangan terbakar sendiri. Ketika busi mengeluarkan api listrik, yaitu saat beberapa derajat engkol sebelum torak mencapai TMA, campuran bahan bakar udara sekitar itulah yang mula-mula terbakar. Kemudian nyala api merambat ke segala arah dengan kecepatan yang sangat tinggi (25-50 m/detik) menyalakan campuran yang dilaluinya sehingga tekanan gas di dalam silinder naik, sesuai dengan jumlah bahan bakar yang terbakar.

Sementara itu campuran dibagian yang terjauh dari busi masih menunggu giliran untuk terbakar. Akan tetapi ada kemungkinan bagian campuran tersebut terakhir karena berdesak oleh penekanan torak maupun oleh gerakan nyala api pembakaran yang merambat dengan cepat itu, temperaturnya dapat melampaui temperatur penyalaan sendiri sehingga akan terbakar dengan cepatnya (meledak)

Proses terbakar sendiri dari bagian campuran yang terakhir (terjatuh dari busi) dinamai *detonasi*. Gambar 2.4 menunjukkan peristiwa detonasi di dalam silinder motor bensin, yang terlihat di bawah ini :



Gambar 2.4. Skema Sistem Keadaan di Dalam Ruang Bakar Sebelum dan Sesudah

(Sumber : Arismunandar, 2005)

Tekanan di dalam silinder tersebut dapat mencapai 130-200 kg/cm², dengan frekuensi getaran mencapai 4000-5000 cps. *Detonasi* yang cukup berat menimbulkan suara gemeletik seperti bunyi pukulan palu pada dinding logam. Bunyi tersebut jelas terdengar pada mesin mobil atau sepeda motor akan tetapi pada mesin pesawat terbang jarang terdengar karena terkalahkan oleh bunyi gas pembakaran yang keluar dari mesin dan bunyi baling-baling.

Detonasi yang berulang-ulang dalam waktu yang cukup lama dapat merusak bagian ruang bakar, terutama bagian tepi dari kepala torak tempat *detonasi* terjadi. Di samping itu *detonasi* mengakibatkan bagian ruang bakar (misalnya busi atau kerak yang ada) sangat tinggi temperaturnya, atau pijar, sehingga dapat menyalakan campuran bahan bakar udara sebelum waktunya

mengurangi daya dan efisiensi mesin, sedangkan maksimum gas pembakaran pun akan bertambah tinggi. Karena itu, *detonasi* (yang dahsyat) tidak dihindaki dan harus dicegah. Seluruh campuran bahan bakar udara yang dinyalakan oleh nyala api yang berasal dari busi.

Berikut adalah beberapa cara untuk mencegah *detonasi* :

1. Mengurangi tekanan dan temperatur bahan bakar udara yang masuk ke dalam silinder.
2. Mengurangi perbandingan kompresi.
3. Memperlambat saat penyalaan.
4. Memperkaya (yaitu menaikkan perbandingan) campuran bahan bakar udara atau mempermiskin (yaitu menurunkan perbandingan) campuran bahan bakar udara dari suatu harga perbandingan campuran (misalnya $f=0,08$) yang sangat mudah berdetonasi.
5. Menaikan kecepatan torak (atau putaran porosengkol), untuk memperoleh arus turbulen pada campuran di dalam silinder yang mempercepat rambatan nyala api.
6. Memperkecil diameter torak untuk memperpendek jarak yang ditempuh oleh nyala api dari busi ke bagian yang terjauh. Hal ini juga bisa dicapai jika dipergunakan busi lebih dari satu.
7. Membuat kontruksi ruang bahan bakar demikian rupa sehingga bagian yang jauh dari busi mendapat pendinginan yang lebih baik.
8. Menambahkan air ke dalam udara yang masuk untuk menurunkan temperatur bagian campuran yang terakhir.
9. Mempergunakan bahan bakar dengan bilangan oktana yang lebih tinggi.

Pada pokoknya cara di atas adalah berdasarkan usaha memperpanjang *periode* penundaan (*delay peroid*) atau memperpendek waktu yang dipergunakan oleh nyala api untuk merambat dari busi ke bagian yang terjauh dari busi (Arismunandar 2005).

2.3.3. Premium

Premium adalah bahan bakar fosil yang umum digunakan sebagai bahan bakar untuk kendaraan bermotor. Bahan bakar ini sering disebut juga dengan *gasoline* atau *petrol*. Dari sisi lingkungan dan kesehatan, premium masih memiliki kandungan logam berat timbal yang berbahaya bagi kesehatan. Dari sisi teknologi, penggunaan premium dalam mesin berkompresi tinggi akan menyebabkan mesin mengalami *knocking* atau 'ngelitik'. Sebab, premium di dalam mesin kendaraan akan terbakar dan meledak tidak sesuai dengan gerakan piston. Premium sendiri memiliki *Research Octane Number (RON)* sebesar 88, seperti terlihat pada tabel 2.2 spesifikasi premium di bawah ini. (sumber : www.pertamina.com, 2006)

Tabel. 2.2 Spesifikasi Premium

No	Sifat	MIN	MAX
1	Angka oktan ariset RON	88	-
2	Kandungan timbal (Pb) (gr/lt)	-	0,30
3	Distilasi		
	10% vol penguapan (°C)	-	74
	50% vol penguapan (°C)	88	125
	90% vol penguapan (°C)		180
	Titik didih akhir (°C)	-	205
	Residu (% Vol)		2.0
4	Tekanan uap (kpa)	-	62
5	Getah purawa (mg/100ml)	-	5
6	Periode induksi (menit)	360	-
7	Sulfur mercaptan (% massa)	-	0,002
8	Korosi bilah tembaga (menit)	Kelas 1	
9	Uji dokter	Negatif	
10	Warna	Kuning	2

Komposisi bahan bakar bensin, yaitu:

- a) Bensin (*gasoline*) C_8H_{18} .
- b) Berat jenis bensin 0,65-0,75.
- c) Pada suhu 40° bensin menguap 30-65%.
- d) Pada suhu 100° bensin menguap 80-90%.

2.3.4. 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.

▪ Etanol

Etanol, disebut juga etil alkohol, alkohol murni, alkohol absolut, atau alkohol saja, adalah sejenis cairan yang mudah menguap, mudah terbakar, tak berwarna, dan merupakan alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Senyawa ini merupakan obat psikoaktif dan dapat ditemukan pada minuman beralkohol dan termometer modern. Etanol adalah salah satu obat rekreasi yang paling tua. Etanol termasuk ke dalam alkohol rantai tunggal, dengan rumus kimia C_2H_5OH dan rumus empiris C_2H_6O . Merupakan isomer konstitusional dari dimetil eter. Etanol sering disingkat menjadi EtOH, dengan "Et" merupakan singkatan dari gugus etil (C_2H_5).

Fermentasi gula menjadi etanol merupakan salah satu reaksi organik paling awal yang pernah dilakukan manusia. Efek dari konsumsi etanol yang memabukkan juga telah diketahui sejak dulu. Pada zaman modern, etanol yang ditujukan untuk kegunaan industri dihasilkan dari

sebagai pelarut berbagai bahan-bahan kimia yang ditujukan untuk konsumsi dan kegunaan manusia. Contohnya adalah pada parfum, perasa, pewarna makanan, dan obat-obatan. Dalam kimia, etanol adalah pelarut yang penting sekaligus sebagai stok umpan untuk sintesis senyawa kimia lainnya. Dalam sejarahnya etanol telah lama digunakan sebagai bahan bakar.

▪ Kegunaan Etanol

Etanol digunakan untuk bahan baku industri atau pelarut (kadang-kadang disebut sebagai etanol sintetis) yang terbuat dari petrokimia saham pakan, terutama oleh asam-katalis hidrasi etilena, diwakili oleh persamaan kimia ($C_2H_4 + H_2O \rightarrow CH_3CH_2OH$). Etanol terbentuk dari 3 senyawa yaitu karbon, hidrogen dan oksigen, etanol juga merupakan cairan yang mudah menguap dengan aroma yang khas dan tak berwarna. Dapat juga terbakar tanpa adanya asap dengan timbulnya lidah api berwarna biru yang kadang-kadang tidak dapat terlihat pada cahaya biasa. Etanol diartikan sebagai cairan yang sangat mudah terbakar, mudah menguap, alkohol yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari, etanol juga tidak berwarna.

Selain etanol orang mengenalnya dengan alkohol atau minuman yang beralkohol. ini disebabkan karena adanya etanol sebagai bahan utama atau zat utama dari etanol tersebut bukan metanol ataupun yang lainnya. Dalam segala apapun yang terikat pada atom karbon, dan yang memiliki gugus hidroksil (-OH) di dalam kimia alkohol juga dikenal dengan senyawa organik. Etanol yang berarti alkohol ini sering banyak digunakan dalam ilmu farmasi dan ilmu kimia, sehingga jika dihubungkan dengan ilmu farmasi akan memiliki arti tersendiri yang lebih luas. Dalam kimia etanol adalah pelarut penting dan digunakan untuk stok senyawa sintetis lainnya dan etanol juga dapat digunakan sebagai bahan bakar.

2.4. Sistem Pengapian

Dalam sebuah mesin terutama kendaraan bermotor ber-BBM, sistem pengapian mutlak adanya agar mesin dapat menghasilkan tenaga untuk berjalan, jika tidak ada pengapian, otomatis mesin tidak akan menyala. Sistem pengapian ini dibuat untuk melakukan proses pembakaran BBM di dalam ruang bakar mesin yang kemudian akan dirubah menjadi sebuah tenaga atau daya dorong mesin untuk menjalankan kendaraan tersebut. Apabila sistem pengapian tidak bekerja dengan baik dan tepat, maka kelancaran proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar akan terganggu sehingga tenaga yang dihasilkan oleh mesin akan berkurang. Komponen umum yang terkait dengan sistem pengapian kendaraan adalah seperti: baterai, kunci kontak, kabel busi, busi (*spark plug*), koil, platina dan CDI.

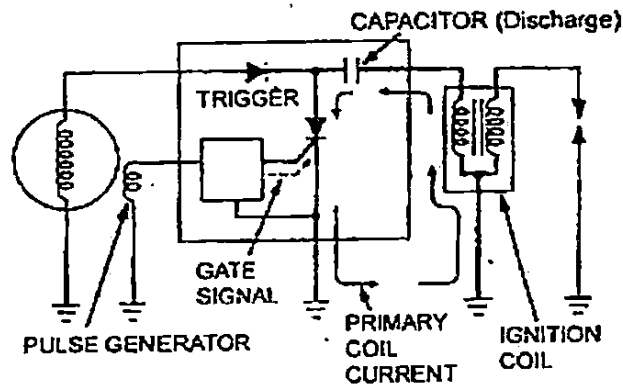
2.4.1. Sistem Pengapian CDI

2.4.1.1. Cara Kerja Sistem Pengapian CDI-AC

Pada saat magnet berputar akan menghasilkan tegangan AC dalam bentuk induksi listrik yang berasal dari kumparan atau biasa disebut spool. Arus listrik akan dikirimkan ke CDI dengan tegangan antara 100 sampe 400 volt, tergantung putaran mesin. Selanjutnya arus bolak balik (AC) yang berasal dari kumparan di jadikan arus searah (DC) oleh dioda dan disimpan di kapasitor pada CDI.

Kapasitor tidak akan melepas arus sebelum komponen yang bertugas menjadi pintu (SCR) bekerja. Bekerjanya SCR apabila telah mendapatkan sinyal dari kumparan/pulser CDI (generator) yang menandakan saatnya pengapian. Dengan berfungsinya SCR tersebut, menyebabkan kapasitor melepaskan arus (*discharge*) dengan cepat. Kemudian arus mengalir ke kumparan primer koil pengapian dengan tegangan 100-400 volt. Tegangan tinggi tersebut selanjutnya mengalir ke busi dengan bentuk loncatan bunga api yang akan membakar

campuran bahan bakar dan udara dalam ruang bakar. Sistem pengapian CDI AC seperti

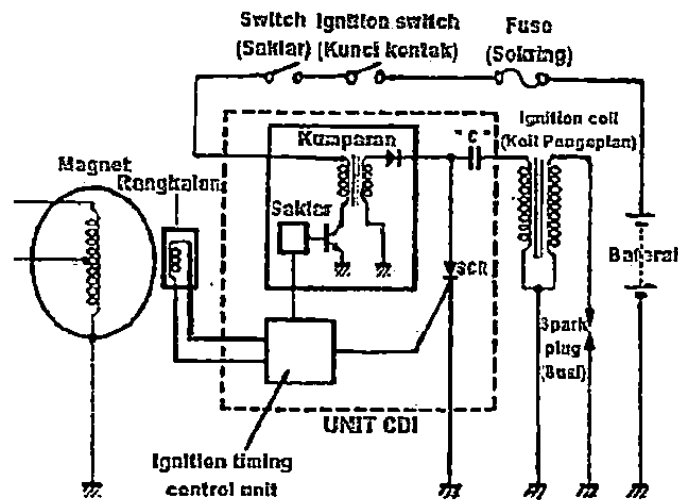


Gambar 2.5. Skema Sistem Pengapian CDI-AC
(Sumber : Laskar-suzuki.com, 2009)

2.4.1.2. Cara Kerja Sistem Pengapian CDI-DC

Sistem pengapian CDI-DC hampir sama cara kerjanya dengan sistem pengapian CDI-AC, Cuma pada sistem pengapian CDI-AC tegangan sumbernya berasal dari baterai atau AKI (*accu*) baterai memberikan suplai tegangan 12 volt ke sebuah *inverter* (bagian dari unit CDI). Kemudian *inverter* akan menaikkan tegangan menjadi sekitar 350 volt. Tegangan 350 volt ini selanjutnya akan mengisi kondensor/kapasitor. Dan arus baru akan dilepaskan ke koil jika telah ada perintah dari pulser CDI.

Keunggulan dari CDI-DC adalah tegangan sumbernya stabil kerana berasal dari baterai (aki) berbeda dengan pengapian sistem CDI-AC yang tegangannya naik turun ikut putaran mesin. Sistem pengapian CDI-DC seperti terlihat pada gambar 2.6 sebagai berikut :



Gambar 2.6. Skema Sistem Pengapian CDI-DC

(Sumber : Laskar-suzuki.com, 2009)

2.4.2. Sistem Pengapian Konvensional

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

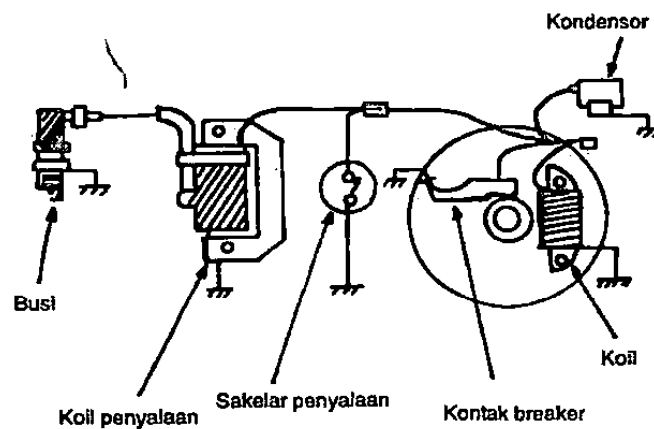
2.4.2.1. Sistem Pengapian Magnet

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

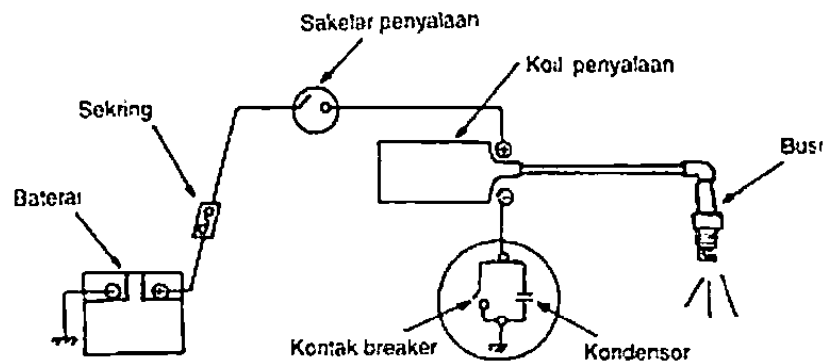
Sistem mempunyai dua kumparan yaitu kumparan *primer* dan *sekunder*, salah satu ujung kumparan *primer* dihubungkan ke masa sedangkan untuk ujung kumparan yang lain ke kondensor. Dari kondensor mempunyai tiga cabang salah satu ujungnya dihubungkan ke platina, sedangkan bagian platina yang satu lagi 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 : Kurniawan, 2010)

2.4.2.2. Sistem Pengapian Baterai



Gambar 2.8. Rangkaian Sistem Pengapian Baterai

(Sumber : Kurniawan, 2010)

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

1. Platina terletak di luar 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 keadaan mambuka arus listrik akan berhenti dan di dalam kumparan *sekunder* akan diinduksikan arus listrik tegangan tinggi yang ditimbulkan ke busi sehingga pada busi timbul loncatan api

2.4.3. Sistem Penyalaan

Sistem penyalaan adalah salah satu sistem pada motor yang sangat penting untuk diperhatikan. Sistem penyalaan ini erat hubungannya dengan tenaga (daya) yang dibangkitkan oleh suatu mesin. Apabila sistem tidak bekerja dengan baik dan tepat, maka hal ini dapat mengganggu kelancaran pembakaran campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder sehingga tenaga yang di dalam mesin akan berkurang.

Sistem penyalaan campuran bahan bakar di ruang bakar atau silinder pada umumnya ada dua macam, yaitu sistem baterai dan sistem magnet. Kedua sistem ini mempunyai prinsip dan tujuan yang sama, yakni sama-sama memakai arus listrik dan bertujuan untuk membangkitkan tegangan listrik yang tinggi sekali, yang memungkinkan meloncatkan bunga api listrik (*elektron*) diantara kedua ujung katub busi, tinggi tegangan yang membangkitkan itu kira-kira 10.000 volt.

Perbedaan dari kedua sistem ini terletak pada sumber (*suplay*) dari arus listrik yang dipakai untuk penyalaan ini. Pada sistem baterai suplai arus listrik berasal dari baterai, sedangkan pada sistem magnet, arus listrik berasal dari generator AC. Loncatan bunga api listrik ini ditimbulkan oleh alat-alat listrik seperti :

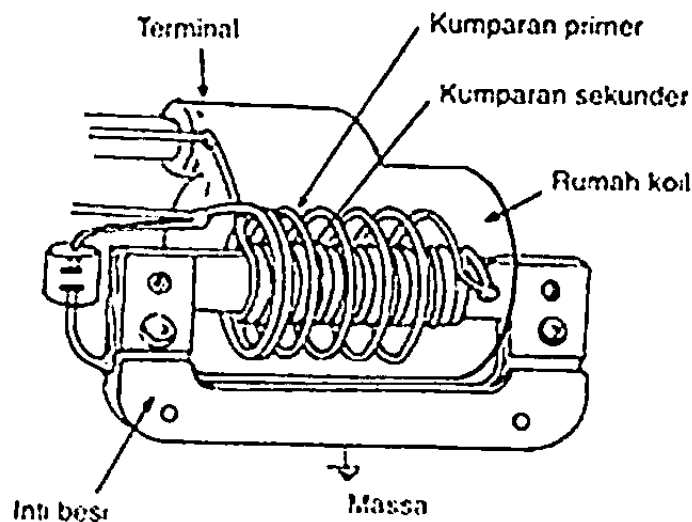
1. Koil penyalaan (*coil ignition*)
2. Platina
3. Kondensor
4. Busi

Dimana penjelasan masing-masing komponen tersebut diterangkan di bawah ini.

1. Koil penyalaan (*coil ignition*)

Arus listrik yang datang dari baterai ataupun dari generator AC, akan masuk ke dalam koil, arus ini mempunyai tegangan yang rendah dan oleh koil tegangan ini akan dinaikan sampai mencapai tegangan kira-kira 10.000 volt.

besi tipis yang bertumpuk, gulungan primer ini mempunyai kawat yang dililitkan dengan diameter 0,6 sampai 0,9 mm. Dengan jumlah lilitannya sebanyak 200 kali sedangkan gulungan sekunder mempunyai lilitan kawat dengan diameter 0,05 sampai 0,08 mm dengan jumlah lilitan sebanyak 20.000 kali. Karena perbedaan jumlah gulungan pada kumparan primer dan sekunder maka pada kumparan sekunder akan timbul akibat terputusnya aliran arus pada kumparan primer yang mengakibatkan tegangan kira-kira 10.000 volt. Arus dengan tegangan tinggi ini timbul akibat terputusnya aliran arus pada kumparan primer yang mengakibatkan tegangan tinggi pada kumparan sekunder. Karena hilangnya medan magnet ini terjadi pada saat terputusnya arus listrik pada kumparan primer, maka dibutuhkan suatu saklar (pemutus arus) yang disebut platina (*contact breaker*). Gambar bagian-bagian koil seperti yang terlihat pada gambar 2.9 di bawah ini :



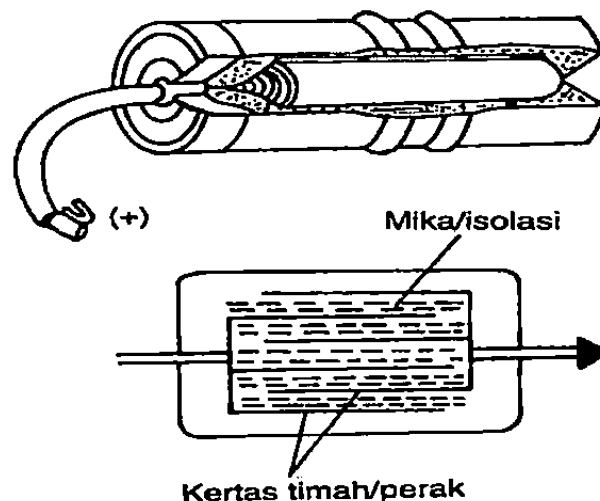
Gambar 2.9. Bagian-Bagian Koil

2. Pemutus Arus/Platina (*contact breaker*)

Platina ini berfungsi sebagai saklar pada kumparan primer dari koil penyalaan, dengan bekerja platina ini maka medan magnet pada koil selalu berubah-ubah mengakibatkan timbulnya tegangan kira-kira 10.000 volt pada kumparan sekunder. Bekerjanya platina ini diatur oleh proses kumparan sehingga waktu atau penyalaan dari gas bahan bakar dalam silinder dapat diatur menurut ketentuan yang ditetapkan. Pada platina waktu akan terbuka, akan timbul bunga api, untuk menghindari hal ini maka digunakan suatu alat peredam/pengaman yang disebut kondensator.

3. Kondensator

Menurut sifatnya, kondensator dapat menyimpan sejumlah muatan listrik menurut kapasitas dan dalam waktu yang tertentu. Karena itu kondensator dapat digunakan sebagai peredam atau pengisap arus listrik ekstra yang timbul akibat adanya tegangan induksi dari pada gulungan primer yang dapat menimbulkan bunga api listrik pada platina. Kondensator ini biasanya dibuat dari kertas isolasi dan kertas perak yang digulung sama-sama. Gambar kondensator dapat dilihat pada gambar 2.10 di bawah ini :

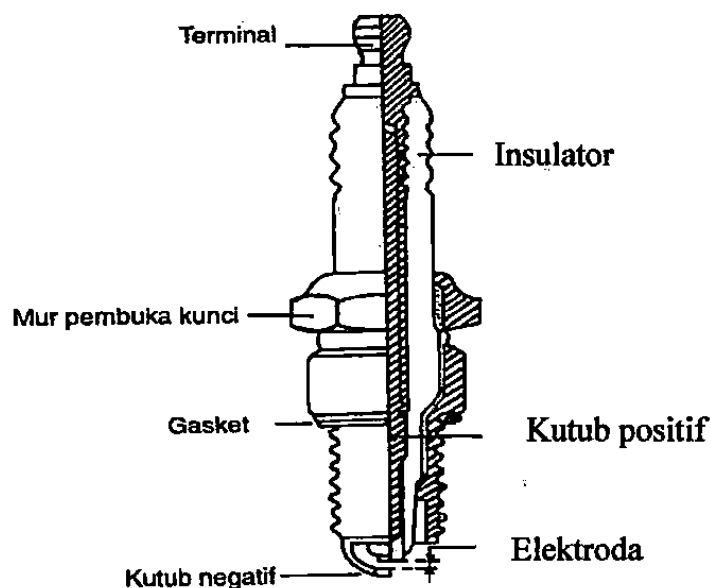


Gambar 2.10. Kondensator

(Sumber : Darwanto, 2004)

4. Busi

Busi adalah suatu alat yang dipergunakan untuk meloncatkan bunga api listrik di dalam silinder ruang bakar, bunga api listrik ini diloncatkan dengan perbedaan tegangan 10.000 volt diantara kedua katub elektroda dari busi. Karena busi mengalami tekanan, temperatur tinggi dan getaran yang keras sekali, maka busi dibuat dari bahan-bahan yang dapat mengatasi hal tersebut. Pemakaian setiap busi untuk tiap-tiap mesin telah ditentukan oleh pabrik pembuat mesin tersebut. Gambar busi dapat dilihat pada gambar 2.11 di bawah ini :



Gambar 2.11. Busi

(Sumber : Daryanto 2004)

Jenis busi ini pada umumnya dirancang menurut keadaan panas dan temperatur di dalam ruang bakar mesin, karena jenis busi dibagi

1. Busi dingin

Busi dingin adalah busi yang menyerap serta membuang/melepaskan panas dengan cepat sekali, jenis ini biasanya digunakan untuk mesin yang temperatur dalam ruang bakarnya tinggi.

2. Busi Panas

Busi panas adalah busi yang menyerap serta membuang/melepaskan panas dengan lambat, jenis ini hanya dipakai untuk mesin yang temperaturnya dalam ruang bakarnya rendah.

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

2.5.1. Torsi

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

$T = F \cdot L \dots\dots\dots(2.1)$

T_1 (Torsi *water break dynamometer*) = $F \cdot L$ (N.m)

T_2 (Torsi motor) = T_1 : rasio gigi (N.m)

Dimana :

T = torsi (Nm)

F = gaya penyeimbang yang diberikan (N)

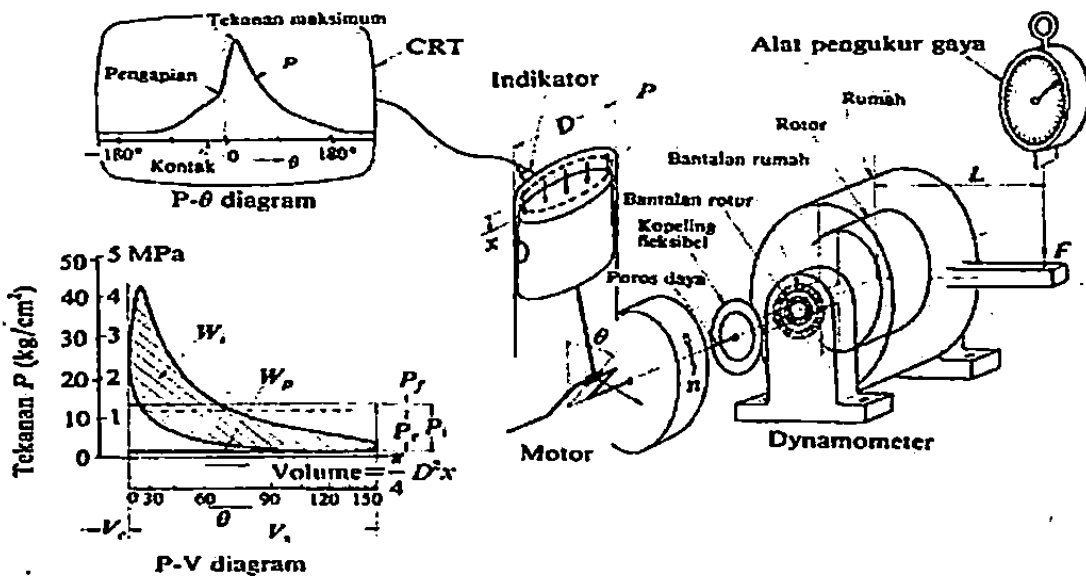
m = beban terukur (kg)

g = percepatan gravitasi (9.81 m/s^2)

.

2.5.2. 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. Untuk kerja motor bakar pertama-tama tergantung dari daya yang ditimbulkan. Alat tes prestasi motor bakar dapat terlihat pada gambar 2.12 di bawah ini :



Gambar 2.12. Alat Tes Prestasi Motor Bakar
(Sumber : Soenarta & Kurniawan, 2010)

Gambar (2.12.) tersebut 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*)

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{6000} (KW) \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

P = Daya (W)

n = Putaran mesin/*dynamometer* (rpm)

T = Torsi (Nm)

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.

2.5.3. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Besar pemakaian konsumsi bahan bakar spesifik (*SFC/Spesifik Fuel Consumption*) 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 & Kurniawan 2010).

$$SFC = \frac{\dot{m}_f}{P} \left(\frac{kg}{kWh} \right) \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

SFC = Konsumsi bahan bakar spesifik (kg/kWh)

P = Daya mesin (kW)

Sedangkan nilai \dot{m}_f dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\dot{m}_f = \frac{b}{t} \cdot \frac{3600}{1000} \cdot \rho_{bb} \text{ [Kg/jam]} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

b = Volume gelas ukur (cc)

t = Waktu pengosongan buret dalam detik (s)

ρ_{bb} = Massa jenis bahan bakar (bensin : 0,7471 kg/l)

ρ_e = Massa jenis bahan bakar (etanol : 0,789 kg/l)

\dot{m}_f = 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 katub 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

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 jika bahan bakar tidak terbakar dengan sempurna, sebagian bahan bakar itu akan tersisa. Dengan demikian akan terjadi pembakaran gas yang tersisa, apabila dibiarkan lama kelamaan akan menjadi liat bahkan menjadi keras. Akibatnya, panas yang terjadi tidak banyak sehingga suhu dari gas pembakaran turun dan tekanan