BAB II
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjaun Pustaka

2.1.1. CDI *Racing* Programmable

Siswanto & Efendi (2015) melakukan penelitian tentang peningkatan performa sepeda motor dengan variasi CDI *programmable.* Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan menggunakan objek penelitian yaitu sepeda motor bebek 1 silinder 125 cc, dari hasil penelitian menunjukkan bahwa CDI Genuine menghasilkan daya tertinggi 8 HP yang diperoleh pada RPM 6542 dan torsi tertinggi adalah 10,12 N.m pada RPM 5085. Sedangkan pada CDI programmable daya tertinggi sebesar 8,2 HP pada RPM 6556 dan torsi 10,33 pada RPM 4670. Ada perbedaan performa mesin yang menggunakan CDI Genuine dan CDI programmable, daya tertinggi dicapai pada hampir semua variasi CDI programmable yaitu sebesar 8,2 HP. Torsi tertinggi diperoleh dengan memajukan timing CDI programmable 2 derajat yaitu 10,33 N.mpada RPM 4670.

Arianto, dkk (2015) melakukan penelitian tentang remaping pengapian CDI programmable dengan variasi camshaft pada motor 4 tak 125 cc bahan bakar E 100. Dari hasil pengujian menunjukan torsi yang paling maksimal yaitu sebesar 11,32 N.m pada putaran mesin 3000 rpm menggunakan noken durasi 229 timing pengapian modifikasi 1, sedangkan daya paling maksimal yaitu sebesar 10,23 HP pada putaran mesin 7000 rpm menggunakan noken durasi 245 timing pengapian standar. Untuk konsumsi bahan bakar noken durasi 229 timing pengapian standar menghasilkan nilai Sfc yang terendah yaitu sebesar 0,2681 liter/kW.h.

Purwanto & Muhaji (2016) melakukan penelitian tentang pengaruh waktu pengapian (*ignition timing*) menggunakan CDI programmable dan bahan bakar pertalite terhadap unjuk kerja mesin sepeda motor supra x 125 tahun 2011. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan bakar pertalite dengan variasi waktu pengapian terhadap unjuk kerja dan emisi gas buang. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa pada variasi pengapian 17,5^{o} sebelum TMA menggunakan bahan bakar pertalite menghasilkan unjuk kerja dan

emisi gas buang yang paling. Unjuk kerja dan emisi gas buang padapengapian 17,5^o berbahan bakar pertalite dibandingkan pengapian standar berbahan bakar premium adalah sebagai berikut: torsi rata-rata meningkat sebesar 1,89%, daya rata-rata meningkat 1,69%, konsumsi bahan bakar menurun sebesar 4,45% emisi CO turun sebesar 16,82%, emisi HC turun sebesar 16,54%, emisi CO_2 meningkat sebesar 109,14%, dan emisi O_2 turun sebesar 61,65%.

Pambudi (2016) melakukan penelitian tentang *remapping* pengapian *programmable* CDI dengan perubahan variasi tahanan *ignition coil* pada motor bakar 4 langkah 125 CC berbahan bakar E-100. Parameter yang dicari adalah nilai torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan mengatur timing pengapian yang sudah ditentukan dan mengubah suatu tahanan primer tahanan sekunder pada koil sebesar 0,2 Ohm 5,2 Ohm, 0,4 Ohm 7,1 Ohm dan 10,1 Ohm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil nilai rata-rata torsi tertinggi saat menggunakan timing pengapian standar 15° dank oil dengam tahanan primer 1,3 Ohm dan tahanan sekunder 10,1 Ohm sebesar 11,81 N.m di putaran mesin 2000 rpm, dan untuk nilai rata-rata daya tertinggi saat menggunakan timing pengapian standar 15° dengan koil tahanan primer 1,3 Ohm dan tahanan sekunder 10,1 Ohm sebesar 9,63 Hp diputaran mesin 7000 rpm. Dan untuk nlai maksimum rata-rata torsi tertinggi sebesar 12,33 N.m pada putaran mesin 2875 rpm nilai maksimum rata-rata daya tertinngi sebesar 9,3 pada putaran mesin 7034 rpm, nilai tersebut didapat saat menggunakan koil dengan tahanan primer 1,3 Ohm dan tahanan sekunder 10,1 Ohm dan timing pengapian 20°. Sedangkan untuk nilai *sfc* yang lebih irit adalah saat menggunakan koil dengan tahahan primer 1,3 Ohm dan tahanan sekunder 10,1 Ohm dan timing pengapian standar 15° sebesar 253.9 gr/kW.h.

2.1.2. CDI *Racing* Non Programmable

Purnomo, dkk (2012) melakukan penelitian tentang analisis penggunaan CDI digital *Hyper Band* dan varisi putaran mesin terhadap torsi dan daya mesin pada sepeda motor Yamaha Jupiter mx tahun 2008. Dari hasil penelitian kedua CDI yaitu CDI standar dan CDI digital *hyper band* menghasilkan torsi maksimal

yang sama sebesar 10,18 N.m pada putaran mesin 5900 rpm. Sedangkan daya maksimal yang dihasilkan CDI standar sebesar 10,07 HP pada putaran 9050 rpm dan daya maksimal yang dihasilkan CDI digital *hyper band* sebesar 10,04 HP pada putaran mesin 9100 rpm. Pada penelitian ini penggunaan CDI digital hyper band tidak memberikan peningkatan torsi dan daya maksimal dibandingkan menggunakan CDI standar.

Prasetya (2013) melakukan penelitian tentang perbandingan unjuk kerja dan konsumsi bahan bakar antara motor yang mempergunakan CDI *limiter* dengan motor yang mempergunakan CDI *unlimiter*. Dari hasil pengujian penggantian CDI terhadap daya yang dihasilkan terjadi kenaikan, pada CDI *limiter* daya yang dihasilkan sebesar 12,1 HP sedangkan pada CDI *unlimiter* merk BRT *Powermax Hyperband* sebesar 13,6 HP pada putaran mesin 8000 rpm. Torsi tertinggi dihasilkan pada CDI *unlimiter* yaitu sebesar 12,1 N.m sedangkan pada CDI *limiter* torsi yang dihasilkan 10,74 N.m pada putaran 8000 rpm. Sedangkan pada konsumsi bahan bakar CDI *unlimiter* lebih irit dibandingkan dengan CDI *limiter*.

Ramdani (2015) melakukan penelitian tentang analisis pengaruh variasi CDI terhadap performa dan konsumsi bahan bakar honda vario 110 cc. Pengujian ini menggunakan CDI yang berbeda yaitu yang pertama menggunakan CDI standar, yang kedua menggunakan CDI dual band (clik 1) dan yang ketiga menggunakan CDI dual band (clik 2). Berdasarkan hasil penelitian dengan cara pengujian performa mesin diketahui bahwa dengan menggunakan CDI standar torsi tertinggi sebesar 7,517 N.m pada putaran mesin 6000 rpm, sedangkan daya yang dihasilkan 5,712 kW di rpm 8000. Pada CDI dual band (clik 1) torsi tertinggi sebesar 7,55 N.m pada 6000 rpm, daya tertinggi yang dihasilkan sebesar 5,81 kW pada putaran mesin 8500 rpm dan pada CDI dual band (clik 2) torsi tertinggi dihasilkan 7,511 N.m pada rpm 6500, sedangkan daya sebesar 5,835 kW di rpm 8500. Untuk pengujian konsumsi bahan bakar penggunaan CDI standar lebih irit dibandingkan penggunaan CDI dual band (clik 1) dan CDI dual band (clik 2).

Ramadhani (2016) melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan CDI dan Koil racing terhadap karakteristik percikan bunga api dan kinerja motor 4 langkah 160 cc berbahan bakar pertalite. Dari hasil penelitian diperoleh bunga api

terbaik pada variasi CDI BRT dengan Koil Standar karena bunga api konstan dengan suhu sebesar 7000 - 8000 K. Torsi terbesar didapat pada variasi CDI BRT dengan Koil KTC pada putaran 6154 RPM dengan torsi sebesar 13,29 N.m. Daya tertinggi sebesar 13,3 HP pada putaran 7881 RPM dengan variasi CDI BRT dan Koil Standar. Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar yang rendah pada variasi CDI Standar dengan Koil Standar sebesar 56,8 km/ liter.

Sumasto (2016) melakukan penelitian tentang pengaruh variasi CDI terhadap kinerja motor bensin 4 langkah 200 cc berbahan bakar pertalite. Dari hasil penelitian diperoleh torsi tertinggi pada variasi CDI Siput Advan Tech yaitu 17,05 N.m pada putaran mesin 6294 rpm. Daya tertinggi diperoleh pada penggunaan CDI *racing* Siput Advan Tech yaitu 17,3 HP pada putaran mesin 7660 rpm. Konsumsi bahan bakar paling rendah didapat pada penggunaan CDI Standar, sedangkan konsumsi bahan bahan bakar paling tinggi pada CDI SAT. Penggunaan CDI *racing* mempengaruhi konsumsi bahan bakar karena percikan bunga api yang dihasilkan lebih besar jadi pembakaran lebih cepat dan lebih sempurna di ruang bakar.

Suarnata, dkk (2017) melakukan penelitian tentang perbandingan penggunaan koil standar dan koil *racing* KTC terhadap daya mesin dan konsumsi bahan bakar sepeda motor Yamaha mio tahun 2016. Dari hasil pengujian daya dan konsumsi bahan bakar dengan menggunakan koil standar mendapatkan daya maksimal sebesar 8,75 HP pada 8000 rpm dan daya minimum sebesar 1,16 HP pada 3000 rpm. Sedangkan untuk pengujian dengan daya dan konsumsi bahan bakar menggunakan koil standar mendapatkan SFC maksimal sebesar 18,84 kg/j pada 8000 rpm, dan SFC minimum 0,08 kg/j pada 3000 rpm. Hasil pengujian daya dan konsumsi motor yang menggunakan koil racing KTC mendapatkan hasil maksimal sebesar 8,98 HP pada putaran 8000 rpm, dan daya minimal 1,43 HP pada 3000 rpm. Sedangkan konsumsi bahan bakar maksimal sebesar 19,25 kg/j pada 8000 rpm dan konsumsi bahan bakar minimal 0,17 kg/j pada 3000 rpm.

Priyatno & Tuapetel (2017) melakukan penelitian tentang perbandingan unjuk kerja dan konsumsi bahan bakar motor yang memakai CDI standar (*limiter*) dan CDI BRT *Powermax Dualband* (*unlimiter*). Pengambilan data torsi dan daya

dilakukan pada putaran mesin 5000 rpm, 7000 rpm, dan 9000 rpm. Pengaruh penggantian CDI terhadap daya dan torsi dihasilkan terjadi keniakan, pada putaran 5000 rpm CDI *limiter* menghasilkan daya sebesar 6,05 HP dan torsi 8,62 N.m sedangkan pada CDI *unlimiter* sebesar 6,45 HP dan torsi 9,2 N.m. Pada putaran 7000 rpm CDI *limiter* menghasilkan daya sebesar 10,13 HP dan torsi 10,30 N.m sedangkan pada CDI *unlimiter* menghasilkan daya sebesar 10,49 HP dan torsi 10,67 N.m. Pada putaran 9000 rpm CDI *limiter* menhasilkan daya sebesar 12,39 HP dan torsi 9,80 N.m sedangkan pada CDI *unlimiter* menghasilkan daya sebesar 12,72 HP dan torsi 10,07 N.m.

2.2. Dasar Teori

2.2.1 Pengertian Motor Bakar

Motor bakar adalah salah satu jenis mesin kalor yang mengubah energi termal untuk melakukan kerja mekanik atau mengubah tenaga kimia bahan bakar menjadi tenaga mekanis. Sebelum menjadi energi mekanis, energi kimia bahan bakar diubah terlebih dahulu menjadi energi termal melalui pembakaran bahan bakar dengan udara. Pembakaran ini ada yang dilakukan di dalam mesin kalor itu sendiri dan ada juga yang dilakukan di luar mesin kalor.

2.2.2 Klasifikasi Motor Bakar

Pada dasarnya pembakaran yang terjadi pada motor bakar dapat diklasifikasikan menjadi 2 bagian yaitu :

1. Motor pembakaran luar atau *External Combustion Engine* (ECE)

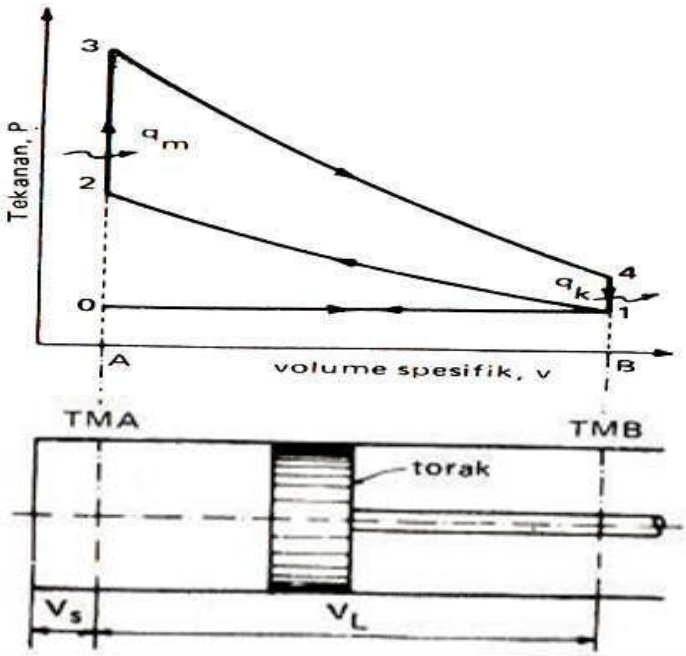
Motor pembakaran luar atau *External Combustion Engine* (ECE) merupakan jenis pembakaran yang terjadi di luar mesin, sehingga untuk melakukan pembakaran digunakan mesin itu sendiri. Panas yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar tidak langsung diubah menjadi energi mekanis, tetapi disalurkan terlebih dahulu melalui media penghantar kemudian diubah menjadi energi mekanis. Contoh mesin yang menggunakan sistem ECE adalah turbin uap.

2. Motor pembakaran dalam atau *Internal Combustion Engine* (ICE)

Motor pembakaran dalam atau *Internal Combustion Engine* (ICE) merupakan jenis pembakaran yang terjadi didalam motor bakar, sehingga panas yang dihasilkan oleh pembakaran dapat langsung diubah menjadi energi mekanis. Contoh mesin yang menggunakan sistem ICE adalah motor bakar torak. Motor pembakaran dalam dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu Motor Bensin (*Otto*) dan Motor Diesel. Perbedaan kedua motor tersebut yaitu jika motor bensin menggunakan bahan bakar bensin (premium) sedangkan motor diesel menggunakan bahan bakar solar. Perbedaan yang utama pada dua jenis motor ini yaitu terletak dalam sistem penyalaannya, dimana pada motor bensin menggunakan busi sebagai sistem penyalaannya sedangkan pada motor diesel memanfaatkan suhu kompresi yang tinggi untuk dapat membakar bahan bakar.

2.2.3 Siklus Termodinamika

Siklus udara (siklus *otto*) dapat digambarkan dengan grafik P dan V seperti terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Diagram P vs V Siklus Otto

(Arismunandar, 2005)

Keterangan gambar :

P : Tekanan fluida kerja (Pa)

V : Volume spesifik (m^3)

qm : Jumlah kalor yang dimasukkan (J/kg)

qk : Jumlah kalor yang dikeluarkan (J/kg)

V_L : Volume langkah torak (m^3)

V_s : Volume sisa (m^3)

TMA : Titik mati atas

TMB : Titik mati bawah

Penjelasan :

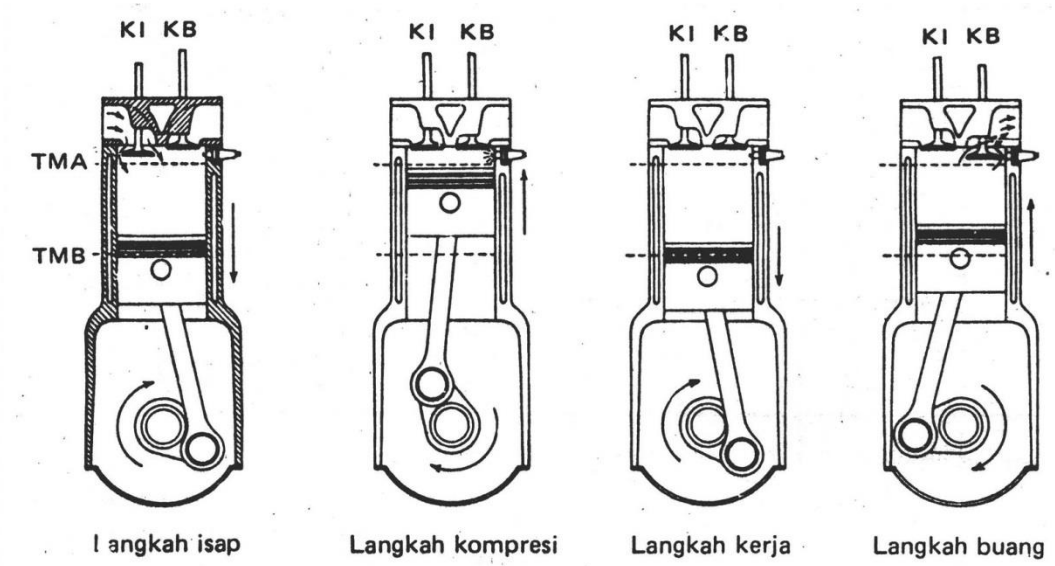
1. Fluida kerja dianggap sebagai gas ideal dengan kalor spesifik yang konstan.
2. Langkah isap (0-1) merupakan proses tekanan konstan.
3. Langkah kompresi (1-2) merupakan proses isentropik.
4. Proses pembakaran (2-3) dianggap sebagai proses pemasukan kalor pada volume konstan.
5. Langkah kerja (3-4) ialah proses isentropik.
6. Proses pembuangan (4-1) dianggap sebagai proses pengeluaran kalor pada volume konstan.
7. Langkah buang (1-0) adalah proses tekanan konstan.
8. Siklus dianggap ‘tertutup’, yang artinya siklus ini belangsung 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 kerja yang sama.

2.2.4 Prinsip Kerja Motor Bakar

2.2.4.1 Motor Bensin Empat Langkah

Motor bakar empat langkah adalah motor yang setiap satu kali pembakaran bahan bakar memerlukan empat langkah torak dan dua kali putaran poros engkol. Dibandingkan dengan motor bakar dua langkah, motor bakar empat langkah lebih sulit perawatannya karena terdapat banyak komponen-komponen pada bagian mesinnya. Pada motor empat langkah itik atas yang mampu dicapai oleh gerakan torak disebut titik mati atas (TMA), Sedangkan titik terendah yang mampu dicapai torak pada silinder disebut titik mati bawah (TMB).

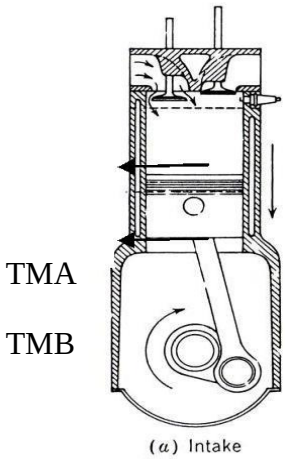
Berikut ini adalah skema siklus kerja motor bakar empat langkah :



Gambar 2.2. Skema Siklus Kerja Motor Bakar 4 Langkah
(Arismunandar, 2005)

1. Langkah Hisap *(Intake stroke)*

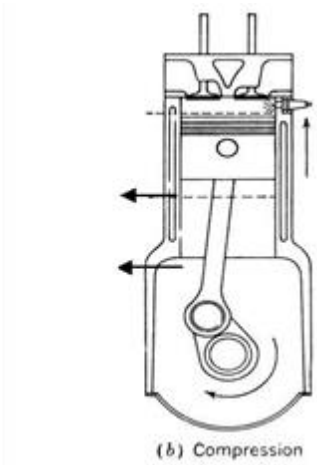
Pada langkah ini piston bergerak dari Titik Mati Atas (TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB) sehingga tekanan yang ada didalam silinder lebih rendah dari tekanan atmosfir, Pada langkah ini katup hisap terbuka dan katup buang tertutup sehingga bahan bakar yang telah bercampur dengan udara akan terhisap masuk kedalam silinder.



Gambar 2.3. Proses Langkah Hisap Motor 4 Langkah
(Arismunandar, 2005)

2. Langkah Kompresi (*Compression stroke*)

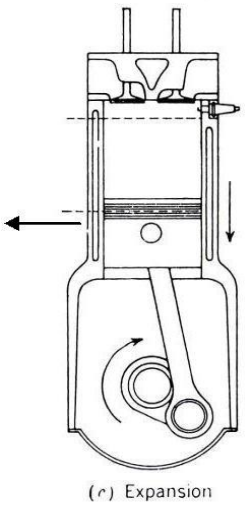
Pada langkah kompresi katup hisap dan katup buang dalam keadaan tertutup. Selanjutnya torak bergerak ke atas dari Titik Mati Bawah (TMB) menuju Titik Mati Atas (TMA). Akibatnya campuran udara-bahan bakar terkompresi, Proses kompresi ini menyebabkan terjadinya kenaikan temperatur dan tekanan campuran tersebut, karena volumenya semakin kecil. Campuran udara-bahan bakar terkompresi ini menjadi campuran yang sangat mudah terbakar.



Gambar 2.4. Proses Langkah Kompresi Motor 4 Langkah
(Arismunandar, 2005)

3. Langkah Usaha *(Expansion stroke)*

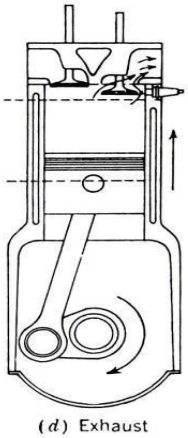
Pada saat piston hampir mencapai Titik Mati Atas (TMA), campuran bahan bakar udara dinyalakan oleh busi dan terjadilah proses pembakaran sehingga tekanan dan temperaturnya naik. Dalam proses pembakaran ini terjadi perubahan energi dari energi kimia menjadi energi panas dan gerak. Sehingga gas yang dihasilkan dari pembakaran ini mampu mendorong torak untuk bergerak menuju Titik Mati Bawah (TMB). Gerakan torak akan mengakibatkan berputarnya poros engkol sehingga menghasilkan tenaga.



Gambar 2.5. Proses Langkah Usaha Motor 4 Langkah
(Arismunandar, 2005)

4. Langkah Buang *(Exhaust stroke)*

Pada langkah buang ini katup buang terbuka sedangkan katup hisap tertutup. Piston akan bergerak dari Titik Mati Bawah (TMB) menuju Titik Mati Atas untuk mendesak gas pembakaran keluar dari dalam silinder melalui saluran buang.

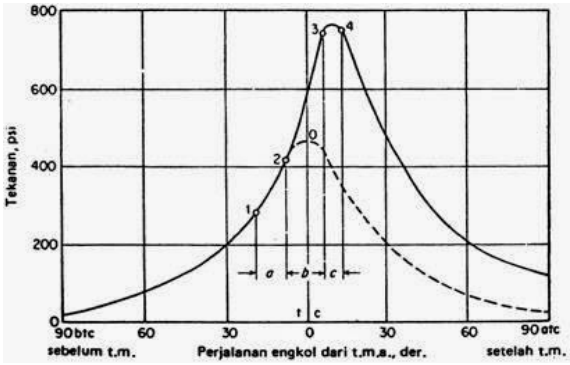


Gambar 2.6. Proses Langkah Buang Motor 4 Langkah

(Arismunandar, 2005)

2.2.5 Proses Pembakaran

Proses pembakaran adalah suatu reaksi kimia cepat antara bahan bakar (hidrokarbon) dengan oksigen dari udara. Proses pembakaran ini tidak terjadi sekaligus tetapi memerlukan waktu dan terjadi dalam beberapa tahap. Di samping itu penyemprotan bahan bakar juga tidak dapat dilaksanakan sekaligus tetapi berlangsung antara 30-40 derajat sudut engkol. Pada gambar 2.7 dapat dilihat tekanan udara akan naik selama langkah kompresi berlangsung. Beberapa derajat sebelum torak mencapai TMA bahan bakar mulai disemprotkan. Bahan bakar akan segera menguap dan bercampur dengan udara yang sudah bertemperatur tinggi.



Gambar 2.7. Grafik tekanan versus sudut engkol

(Arismunandar, 2002)

Oleh karena temperaturnya sudah melebihi temperatur penyalaan bahan bakar, bahan bakar akan terbakar sendirinya dengan cepat. Waktu yang diperlukan antara saat bahan bakar mulai disemprotkan dengan saat mulai terjadinya pembakaran dinamai periode persiapan pembakaran (a) (gambar 2.7). Waktu persiapan pembakaran bergantung pada beberapa faktor, antara lain pada tekanan dan temperatur udara pada saat bahan bakar mulai disemprotkan, gerakan udara dan bahan bakar, jenis dan derajat pengabutan bahan bakar, serta perbandingan bahan bakar-udara lokal. Jumlah bahan bakar yang disemprotkan selama periode persiapan pembakaran tidaklah merupakan faktor yang terlalu menentukan waktu persiapan pembakaran. Sesudah melampaui periode persiapan pembakaran, bahan bakar akan terbakar dengan cepat. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 2.7 sebagai garis lurus yang menanjak, karena proses pembakaran tersebut terjadi dalam satu proses pengecilan volume (selama itu torak masih bergerak menuju TMA). Sampai torak bergerak kembali beberapa derajat sudut engkol sesudah TMA, tekanannya masih bertambah besar tetapi laju kenaikan tekanannya berkurang. Hal ini disebabkan karena kenaikan tekanan yang seharusnya terjadi dikompensasi oleh bertambah besarnya volume ruang bakar sebagai akibat bergeraknya torak dari TMA ke TMB.

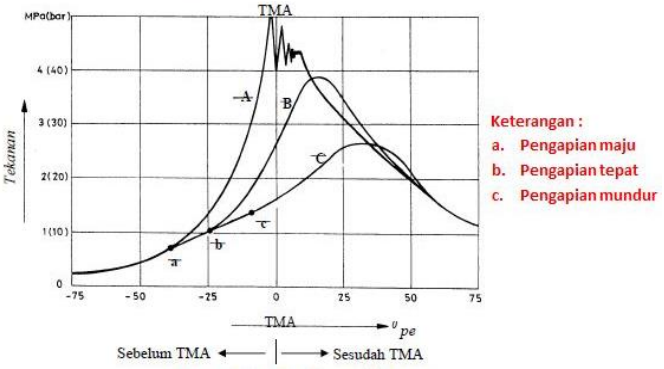
Periode pembakaran, ketika terjadi kenaikan tekanan yang berlangsung dengan cepat (garis tekanan yang curam dan lurus, garis BC pada gambar 2.7) dinamai periode pembakaran cepat (b).Periode pembakaran ketika masih terjadi kenaikan tekanan sampai melewati tekanan yang maksimum dalam tahap berikutnya (garis CD, gambar 2.7), dinamai periode pembakaran terkendali (b).Dalam hal terakhir ini jumlah bahan bakar yang masuk ke dalam silinder sudah mulai berkurang, bahkan mungkin sudah dihentikan. Selanjutnya dalam periode pembakaran lanjutan (c) terjadi proses penyempurnaan pembakaran dan pembakaran dari bahan bakar yang belum sempat terbakar. Laju kenaikan tekanan yang terlalu tinggi tidaklah dikehendaki karena dapat menyebabkan beberapa kerusakan. Maka haruslah diusahakan agar periode persiapan pembakaran terjadi sesingkat-singkatnya sehingga belum terlalu banyak bahan bakar yang siap untuk terbakar selama waktu persiapan pembakaran. Dipandang dari segi kekuatan

mesin, di samping laju kenaikan tekanan pembakaran itu, perlu pula diperhatikan tekanan gas maksimum yang diperoleh. Supaya diperoleh efisiensi yang setinggitingginya, pada umumnya diusahakan agar tekanan gas maksimum terjadi pada saat torak berada diantara 15-20 derajat sudut engkol sesudah TMA.

Saat pengapian adalah saat terjadinya percikan api pada busi. Padaputaran stasioner, saat putaran motor bensin terjadi sebelum titik mati atas akhir kompresi. Saat pengapian sangat menentukan kesempurnaan proses pembakaran sehingga ketepatan pengapian harus selalu diperiksa dan di setel.

2.2.6 Tiga Macam Pembakaran

Pengapian merupakan hal terpenting bagi terwujudnya pembakaran. Pengapian yang baik harus memenuhi beberapa syarat, yaitu pengapian yang kuat (bunga api yang dihasilkan besar) dan waktu pengapian yang tepat. Waktu pengapian merupakan waktu dimana busi mulai memercikkan bunga api sampai terjadi proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara secara penuh (selesai). Saat pengapian yang tidak tepat akan menimbulkan beberapa masalah, baik saat pengapian yang terlalu maju ataupun saat pengapian yang terlalu mundur. Oleh sebab itu diperlukan penyetelan saat pengapian agar saat pengapian dapat sesuai. Adapun akibat dari waktu pengapian yang tidak tepat,



Gambar 2.8. Grafik Pembakaran

(Jama, 2008)

a. Pengapian Maju

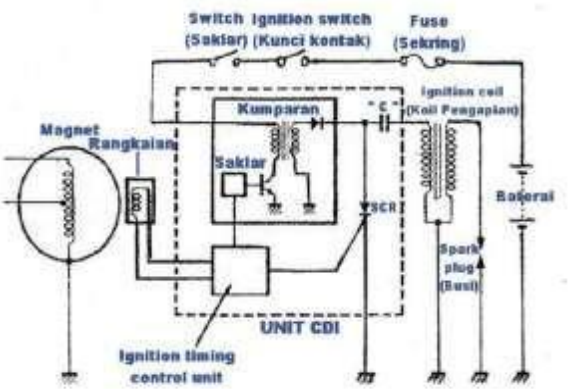
Saat pengapian yang terlalu maju atau lebih awal yaitu saat pengapian yang lebih cepat dibandingkan dengan waktu pengapian yang seharusnya terjadi. Akibat dari saat pengapian yang terlalu maju adalah akan menghasilkan tekanan pembakaran seperti yang ditunjukkan pada grafik pembakaran diatas nomer A, yaitu menyebabkan terjadinya knocking atau detonasi sehingga akan menyebabkan mesin bergetar, daya motor tidak optimal, mesin menjadi panas dan akan menyebabkan kerusakan pada komponen-komponen pada mesin, misalnya piston, batang piston, bantalan dan lain-lain.

b. Saat pengapian yang terlalu mundur yaitu waktu pengapian yang lebih mundur dari waktu pengapian yang seharusnya (yang tepat) seperti yang ditunjukkan pada grafik pembakaran diatas pada nomer C. Akibat saat pengapian yang terlalu mundur yaitu tekanan pembakaran yang dihasilkan akan terjadi jauh sesudah TMA sehingga daya mesin yang dihasilkan tidak optimal dan pemakaian bahan bakar yang lebih boros.

c. Saat pengapian yang tepat yaitu waktu pengapian yang terjadi sesuai dengan yang dianjurkan oleh pabrik pembuatnya (spesifikasinya). Saat pengapian yang tepat dapat dilihat pada grafik pembakaran diatas pada nomer B. Pada umumnya saat pengapian yang baik yaitu beberapa derajat sebelum piston mencapai TMA sehingga tekanan pembakaran maksimal dapat diperoleh ketika piston sudah melewati beberapa derajat setelah TMA. Saat pengapian yang tepat akan menghasilkan tenaga yang optimal dan pemakaian bahan bakar yang lebih efisien.

2.2.7 Sistem Pengapian

Sistem pengapian merupakan suatu sistem yang bertujuan untuk mengatur proses pembakaran campuran bahan bakar dengan udara didalam silinder sesuai dengan waktu yang telah ditentukan pada langkah akhir kompresi. Pembakaran pada mesin bensin sangat diperlukan karena pada mesin bensin pembakaran tidak dapat terjadi dengan sendirinya.



Gambar 2.9. Skema Sistem Pengapian

(Jama, 2008)

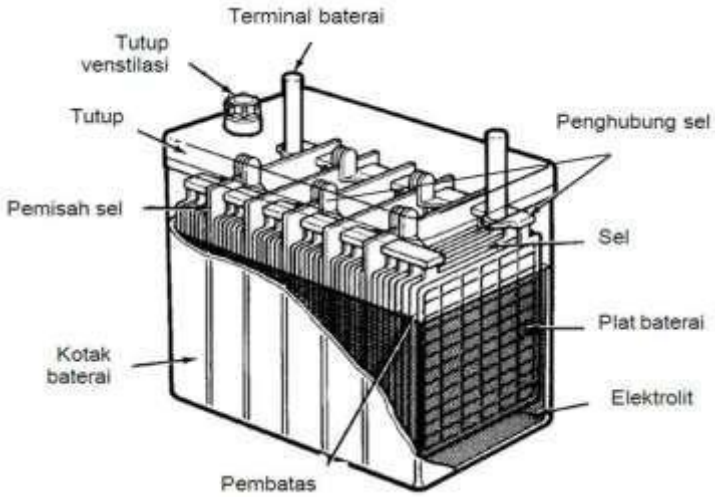
Pembakaran campuran bahan bakar dan udara yang dikompresikan terjadi di dalam silinder setelah busi memercikan bunga api, sehingga diperoleh tenaga akibat pemuaian gas (eksplosif) hasil pembakaran yang akan mendorong piston ke TMB (Titik Mati Bawah) menjadi langkah usaha.

2.2.7.1 Komponen Sistem Pengapian

Sistem pengapian pada dasarnya memiliki komponen-komponen penting didalamnya yang dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Baterai

Baterai merupakan komponen kelistrikan pada kendaraan yang berfungi untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia. Baterai biasanya digunakan untuk menyuplai arus listrik ke sistem starter mesin, sistem pengapian, lampu-lampu, dan sistem kelistrikan lainnya. Dalam baterai terdapat 2 kutub yaitu kutub positif dan kutub negatif yang dapat bereaksi dengan larutan elektrolit, larutan elektrolit tersebut berupa asam sulfat yang akan melepaskan muatan elektron. Elektron yang bergerak dari kutub negatif ke kutub positif itulah yang akan menjadi arus listrik.



Gambar 2.10. Kontruksi Baterai

(PT Toyota Astra Motor, 1995)

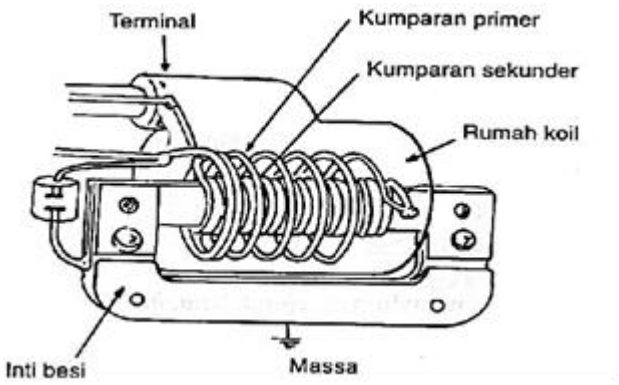
2. CDI *(Capasitor Discharge Ignition)*

CDI berfungsi untuk mengatur waktu/*timing* melitiknya bunga api pada busi yang akan membakar bahan bakar yang telah dipadatkan oleh piston pada ruang bakar silinder. Pengaturan pengapian dapat memaksimalkan kemampuan akselerasi dan power mesin hingga maksimal, karena pada saat uap bahan bakar yang telah tercampur udara masuk keruang bakar akan terbakar sempurna sehinnga tidak ada bahan bakar yang terbuang . Kerja CDI didukung oleh pulser sebagai sensor posisi piston, dimana sinyal dari pulser akan memberikan arus pada SCR (*Silicon Controller Rectifier*) yang akan membuka sehingga arus yang ada di dalam capasitor di dalam CDI dilepaskan. Selain didukung oleh pulser, kinerja CDI juga didukung oleh baterai (pada CDI DC) atau spul (pada CDI AC) dimana sebagian sumber arus diolah oleh CDI. Tentunya CDI didukung oleh koil pengapian sebagai pelipat tegangan yang dikirim ke busi.

Gambar 2.11. CDI (*Capasitor Discharge Ignition*)

3. Koil Pengapian (*ignition coil*)

Koil merupakan bagian terpenting dalam sistem pengapian karena koil merupakan komponen pengapian yang menentukan baik atau tidaknya dalam proses pembakaran dalam ruang bakar silinder. Peranan koil dalam sistem pengapian yaitu sebagai pengubah arus tegangan rendah dari 12 volt pada baterai menjadi sumber tegangan tinggi sebesar 10.000 volt atau lebih, yang kemudian disalurkan ke busi untuk menghasilkan percikan bunga api.



Gambar 2.12. Kontruksi Koil

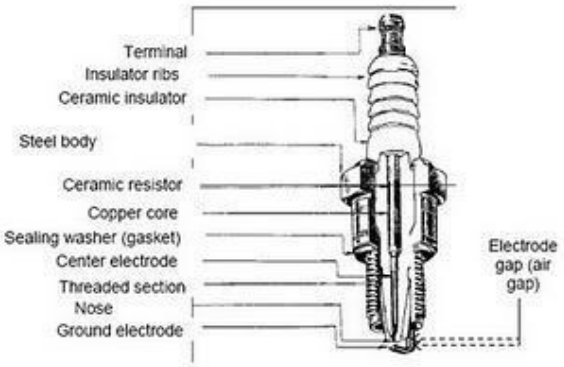
(Tristanto, 2014)

Koil memiliki inti besi yang dililitkan oleh 2 jenis gulungan kawat yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Kumparan sekunder memiliki jumlah lilitan kurang lebih 20.000 lilitan dengan diameter 0,05- 0,08 mm. Sedangkan pada kumparan primer jumlah lilitannya sebanyak 200 lilitan dengan diameter

0,6-0,9 mm yang digulung pada bagian luar kumparan sekunder. Akibat perbedaan jumlah lilitan pada kumparan primer dan sekunder maka pada kumparan sekunder akan timbul tegangan kurang lebih 10.000 volt.

4. Busi

Busi merupakan komponen didalam sistem pengapian pada motor bensin yang memiliki dua elektroda yaitu elektroda tenganh (positif) dan elektroda sisi (negatif) (massa). Busi berfungsi untuk menghasilkan loncatan bunga api diantara celah elektroda busi didalam ruang bakar silinder, sehingga campuran udara dan bahan bakar dapat terbakar. Busi merupakan komponen system pengapian yang dapat habis, busi dirancang untuk digunakan dalam waktu tertentu dan harus diganti dengan yang baru jika busi sudah aus atau terkikis.



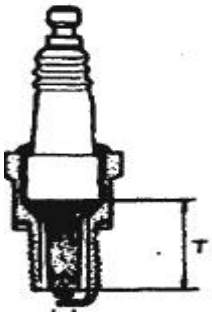
Gambar 2.13. Kontruksi Busi

(Jama, 2008)

Pada kontruksi busi, bagian atas dari busi adalah terminal yang terhubung dengan kabel tegangan tinggi dari koil. Selanjutnya termninal berhubungan dengan elektroda tengah yang terbuat dari campuran nikel agar tahan terhadap panas. Pada beberapa busi elektroda terbuat dari campuran perak, palladium, platina, atau emas. Busi-busi ini dirancang untuk memberikan ketahanan terhadap keausan. Berdasarkan kemampuan mentransfer panas, busi dibagi dalam 2 jenis, yaitu :

a. Busi Tipe Panas

Busi panas merupakan busi yang memiliki kemampuan menyerap serta melepas panas kedalam sistem pendingin lebih lambat dari busi standarnya. Cepat mencapai temperature kerja yang optimal tetapi jika untuk pemakaian berat dapat terbakar. Biasanya digunakan pada sepeda motor standar untuk jarak dekat.

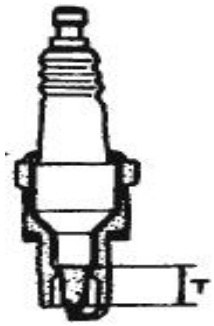


Gambar 2.14. Busi Panas

(Jama, 2008)

b. Busi Tipe Dingin

Busi dingin merupakan busi yang memiliki kemampuan menyerap serta melepas panas kedalam sistem pendingin lebih cepat dari busi standarnya. Biasanya digunakan untuk penggunaan yang lebih berat misalnya untuk balap atau pemakain jarak jauh , karena sifat busi ini mudah dalam pendinginan.



Gambar 2.15. Busi Dingin

(Jama, 2008)

Pada tiap jenis busi memiliki kemampuan tersendiri dalam menghasilkan

besar dan warna bunga api tergantung pada celah busi, jenis bahan elektroda dan bentuk elektroda busi. Bunga api yang dihasilkan busi memiliki warna masing-masing dan memiliki temperatur yang berbeda pada tiap warna yang dihasilkan.

G**ambar 2.16.** Colour Temperature Chart
(www.mediacollage.com)

2.2.8. Pengaruh Pengapian

Sistem pengapian CDI merupakan penyempurnaan dari sistem pengapian konvensionl (sistem pengapian dengan kontak platina) yang mempunyai kelemahan-kelemahan sehingga akan mengurangi efisiensi kerja mesin. Sumber tegangan yang diperoleh pada CDI dan platina pada dasarnya sama yaitu berasal dari baterai (*accu*) dan spool (*source coil*). Perubahan dari sistem pengapian platina ke CDI bertujuan untuk meningkatkan efisiensikerja mesin, dimana pada CDI pembakaran yang dihasikan dapat mencapai kesempurnaan. Kesempurnaan pembakaran dapat diamati dari sisa kerak yang tertinggal pada bagian insulator dalam busi. CDI dapat menghasilkan tegangan output yang cukup besar dan stabil karena tidak terpengaruh ketika terjadi getaran, berbeda dengan platina ketika terjadi getaran dapat mempengaruhi kinerja sistem pengapian, dalam hal ini platina perlu dilakukan penyetelan ulang.

2.2.9 Bahan Bakar

Bahan bakar mesin merupakan persenyawaan Hidro-karbon yang diolah dari minyak bumi. Untuk mesin bensin dipakai bensin dan untuk mesin diesel disebut minyak diesel. Bahan bakar yang umum digunakan pada sepeda mesin adalah bensin. Unsur utama bensin adalah *carbon* (C) dan *hydrogen* (H). Bensin terdiri dari *octane* (C_8H_{18}) dan *nepthane* (C_7H_{16}).

Pemilihan bensin sebagai bahan bakar dapat dipertimbangkan dengan 2 hal, yaitu :

a. Kalor (*calorific value*) yang merupakan sejumlah energi panas yang bisa digunakan untuk menghasilkan kerja/usaha.
b. *Volatility* yang mengukur seberapa mudah bensin akan menguap pada suhu rendah.

2.2.9.1 Bensin / Premium

Premium berasal dari bensin yang merupakan salah satu fraksi dari penyulingan minyak bumi yang diberi zat tambahan aditif, yaitu *Tetra Ethyl Lead* (TEL). Premium adalah bahan bakar jenis disilat berwarna kuning akibat adanya zat pewarna tambahan.

Premium pada umumnya digunakan untuk bahan bakar kendaraan bermotor bermesin bensin seperti mobil, sepeda motor, dan lain-lain. Bahan bakar inijuga sering disebut motor gasoline atau petrol dengan angka oktan 88, dan mempunyai titik didih 30^oC-200^OC.

Tabel 2.1. Spesifikasi Premium

No	Sifat	Batasan	
		Min	Max
1	Angka oktan riset (RON)	88	
2	Kandungan Timbal (*gr/lt*)		0,3
3	Destilasi		
	• 10% VOL penguapan (^0C)		74

No	Sifat	Batasan	
		Min	Max
	• 50% VOL penguapan (^{0}C)	88	125
	• 90% VOL penguapan (^{0}C)		180
	• Titik didih akhir (^{0}C)		215
	• Residu (%vol)		2.0
4	Tekanan Uap (kpa)		62
5	Berat jenis pada suhu 15°C (kg/m^3)	715	780
6	Periode induksi (menit)	360	
7	Washed Gum (mg/100ml)		5
8	Korosi bilah tembaga (3jam/50^{0}C)		No.1
9	Kandungan Pewarna (gr/100 l)		0.13
10	Warna	Kuning	

(Keputusan Dirjen Migas No. 313.K/10/DJM.T.2013)

2.2.9.2 Angka Oktan

Angka oktan pada bahan bakar adalah suatu bilangan yang menunjukkan sifat anti ketukan/berdetonasi. Dangan kata lain, makin tingi angka oktan maka semakin berkurang kemungkinan untuk terjadi detonasi (*knocking*). Dengan berkurangnya intensitas berdetonasi, maka campuran bahan bakar dan udara yang dikompresikan oleh torak menjadi lebih baik sehingga tenaga motor akan lebih besar dan pemakain bahan bakar menjadi lebih hemat.

Tabel 2.2. Angka Oktan untuk Bahan Bakar

Jenis Bahan Bakar	Angka Oktan
Bensin	88
Pertalite	90
Pertamax	92
Pertamax Plus	95
Pertamax Racing	100

(www.pertamina.com 2015)

2.2.10 Perhitungan Torsi, Daya, dan Konsumsi Bahan Bakar

1. Torsi

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

T= F x L……..(2.1)

Dengan :

T= Torsi (N.m)

F= Gaya yang terukur pada *Dynamometer* (N)

L= x = Panjang langkah pada *Dynamometer* (m)

2. Daya

Daya adalah besar usaha yang dihasilkan oleh mesin tiap satuan waktu,didefinisikan sebagai laju kerja mesin, ditunjukkan oleh persamaan (Heywood,1988).

$$P = \frac{2\pi.N.T}{60000} \quad \text{……(2.2)}$$

Dengan :

P= Daya (kW)

N= Putaran mesin (rpm)

T= Torsi (N.m)

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

1 HP = 0,7457 Kw

1 Kw= 1,341 HP

3. Konsumsi Bahan Bakar

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

$$K_{bb} = \frac{s}{v} \quad \text{.....(2.3)}$$

Dengan :

K_{bb}= Konsumsi bahan bakar yang terpakai (km/l)

v = Volume bahan bakar yang terpakai (liter)

s = Jarak tempuh (km)