

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pratama (2016), melakukan penelitian tentang Kajian eksperimental tentang pengaruh penggunaan variasi 2 jenis koil dan variasi 4 jenis busi terhadap kinerja motor bensin 4 langkah berbahan bakar pertamax plus. Hasil yang didapatkan pada pengujian besar percikan bunga api penggunaan koil KTC *Racing* dengan busi NGK *G-Power* menghasilkan bunga api yang besar dengan warna biru tua pada bunga api menunjukkan nilai temperatur mencapai 10.000 hingga 12.000 K. Torsi dan daya terbesar yang dihasilkan pada penggunaan koil KTC *Racing* dengan busi NGK standar, dengan besar torsi yang dihasilkan 12,49 N.m dan daya yang dihasilkan sebesar 12 HP. Konsumsi bahan bakar terendah dengan bahan bakar pertamax plus dihasilkan pada penggunaan koil KTC *Racing* dengan busi NGK *G-Power* dengan besar konsumsi bahan bakar 65,47 Km/l

Prasetya (2013), perbandingan unjuk kerja antara motor yang mempergunakan CDI *limiter* dengan yang mempergunakan CDI *unlimiter* (Studi Kasus pada Honda Megapro 160 cc). Pengaruh pengantian CDI terhadap daya yang dihasilkan terjadi kenaikan. Pada putaran 4000 rpm motor yang mempergunakan CDI *limiter* daya yang dihasilkan sebesar 5,4 Hp sedangkan pada CDI *unlimiter* sebesar 6,0 Hp sehingga terjadi kenaikan sebesar 0,6 Hp. Pada putaran 6000 rpm motor yang mempergunakan CDI *limiter* daya yang dihasilkan sebesar 9,3 Hp sedangkan pada CDI *unlimiter* sebesar 11,4 Hp sehingga terjadi kenaikan sebesar 2,1 Hp. Dan pada putaran 8000 rpm pada motor yang mempergunakan CDI *limiter* daya yang dihasilkan sebesar 12,1 Hp sedangkan pada CDI *unlimiter* sebesar 13,6 Hp sehingga terjadi kenaikan sebesar 1,5 Hp. Pengaruh pengantian CDI terhadap torsi yang dihasilkan terjadi kenaikan. Pada putaran 4000 rpm motor yang mempergunakan CDI *limiter* torsi yang dihasilkan sebesar 9,67 N.m, sedangkan pada CDI *unlimiter* sebesar 10,74 N.m sehingga terjadi kenaikan sebesar 1,07 N.m. Pada putaran 6000 rpm motor yang

mempergunakan CDI *limiter* torsi yang dihasilkan sebesar 11,20 N.m, sedangkan pada CDI *unlimiter* sebesar 13,48 N.m sehingga terjadi kenaikan sebesar 2,28 N.m. Dan pada putaran 8000 rpm pada motor yang mempergunakan CDI *limiter* daya yang dihasilkan sebesar 10,74 N.m, sedangkan pada CDI *unlimiter* sebesar 12,01 N.m, sehingga terjadi kenaikan sebesar 1,7 N.m. Pengaruh pengantian CDI terhadap konsumsi bahan bakar yang dihasilkan terjadi penurunan. Pada putaran 4000 rpm motor yang mempergunakan CDI *limiter* konsumsi bahan bakar yang dihasilkan sebesar 15,5 cc/menit sedangkan pada CDI *unlimiter* sebesar 12,8 cc/menit sehingga terjadi penurunan sebesar 2,7 cc/menit. Pada putaran 6000 rpm motor yang mempergunakan CDI *limiter* konsumsi bahan bakar yang dihasilkan sebesar 22,9 cc/menit, sedangkan pada CDI *unlimiter* sebesar 21,1 cc/menit, sehingga terjadi penurunan sebesar 1,8 cc/menit. Dan pada putaran 8000 rpm pada motor yang mempergunakan CDI *limiter* konsumsi bahan bakar yang digunakan sebesar 27,3 cc/menit sedangkan pada CDI *unlimiter* sebesar 25,8 cc/menit sehingga terjadi penurunan sebesar 1,5 cc/menit.

Wardana (2016), melakukan penelitian tentang pengaruh variasi CDI terhadap kinerja motor bensin 4 langkah 200 cc berbahan bakar Premium. Dari penelitian diperoleh hasil sebagai berikut, penelitian menggunakan mesin 200 cc Honda Tiger. Perbandingan torsi tertinggi didapat pada variasi CDI Siput Advan Tech yaitu 17,38 N.m pada putaran mesin 7750 rpm dan daya paling besar dihasilkan oleh CDI Siput Advan Tech yaitu 17,5 Hp pada putaran mesin 6250 rpm dikarenakan penggunaan CDI *racing* diduga menghasilkan percikan bunga api yang dihasilkan lebih besar dari standarnya sehingga mempercepat proses pembakaran. Konsumsi bahan bakar paling rendah didapat pada penggunaan CDI Standarnya, sedangkan konsumsi bahan bakar paling tinggi pada CDI SAT. Penggunaan CDI *racing* mempengaruhi konsumsi bahan bakar diduga karena percikan bunga api yang dihasilkan lebih besar jadi pembakaran semakin cepat di ruang bakar. Pengaruh pengantian CDI terhadap konsumsi bahan bakar yang dihasilkan terjadi penurunan, konsumsi bahan bakar paling rendah didapat pada penggunaan CDI Standar yaitu 35,87 km/l, sedangkan CDI BRT didapatkan konsumsi bahan bakar 33,3 km/l, dan CDI SAT didapatkan konsumsi bahan bakar

32,85 km/l, sama-sama menggunakan bahan bakar premium 420 ml. Penggunaan CDI *racing* mempengaruhi konsumsi bahan bakar karena percikan bunga api yang dihasilkan lebih besar sehingga pembakaran akan lebih cepat di ruang bakar.

Yulianto (2013), melakukan penelitian pengaruh penggunaan Bensol sebagai bahan bakar motor empat langkah 105 cc dengan variasi CDI tipe Standar dan *Racing*. Penelitian menggunakan mesin 105 cc Yamaha Vega R. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil sebagai berikut, pada kondisi motor modifikasi torsi maksimumnya adalah 6,92 N.m pada jenis bahan bakar Premium dengan CDI *Racing*, kemudian bahan bakar Bensol dengan CDI standar 6,87 N.m dan bahan bakar Bensol dengan CDI *Racing* 6,82 N.m. Daya maksimumnya adalah 4,9 Kw pada jenis bahan bakar Premium dengan CDI *Racing* sedangkan pada bahan bakar Bensol dengan CDI tipe standar dan *racing* daya maksimum yang dicapai mempunyai nilai sama yaitu 4,7 Kw. Pada motor modifikasi konsumsi bahan bakar (*mf*) dan konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) minimal dimiliki jenis bahan bakar Premium dengan CDI *racing*, kemudian bahan bakar Bensol dengan CDI standar, dan bahan bakar Bensol dengan CDI *racing*.

Yudha (2014), melakukan penelitian pengaruh *bore up*, *stroke up* dan penggunaan pengapian *racing* terhadap kinerja motor vega 105 cc. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil sebagai berikut, pada kondisi mesin *bore up* dengan pengapian *racing* diperoleh torsi 14,21 N.m pada putaran mesin 8904 rpm sedangkan pada pengapian standar torsi tertinggi adalah 10,57 N.m pada putaran 8456 rpm. Daya tertinggi pada pengapian *racing* adalah 19,1 Hp pada putaran mesin 10636 rpm dan pada pengapian standar daya tertinggi 12,8 Hp pada putaran 8785 rpm. Konsumsi bahan bakar (*mf*) pada pengapian *racing* 1,034 kg/jam pada putaran 8000 rpm.

Sumasto (2016), melakukan penelitian tentang pengaruh variasi CDI terhadap kinerja motor bensin empat langkah 200 cc bebahan bakar pertalite. Dari penelitian tersebut torsi tertinggi didapat pada variasi CDI Siput Advan Tech yaitu 17,05 N.m pada putaran mesin 6294 rpm dan daya paling besar dihasilkan oleh CDI Siput Advan Tech yaitu 17,3 HP pada putaran mesin 7660 rpm dikarenakan penggunaan CDI *racing* menghasilkan percikan bunga api yang

dihasilkan lebih besar dari standarnya. Konsumsi bahan bakar paling rendah didapat pada penggunaan CDI Standar, sedangkan konsumsi 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.

Handoko (2017), melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan CDI dan koil *racing* terhadap karakteristik perikan bung api dan kinerja motor 4 langkah 160 CC berbahan bakar pertamax plus. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui percikan bunga api, torsi, daya dan konsumsi bahan bakar dari variasi yang dilakukan. Pengujian daya dan torsi dilakukan pada putaran mesin 4000 – 10000 rpm. Sedangkan pengujian konsumsi bahan bakar dilakukan pada kecepatan +/- 0 – 60 km/jam dengan takaran bahan bakar 250 ml. Dari hasil penelitian, percikan bunga api terbaik pada variasi CDI Standar dengan Koil KTC dikarenakan pada variasi ini bunga api konstan. Torsi terbesar didapat pada variasi CDI Standar dengan Koil KTC sebesar 13,16 N.m pada putaran mesin 6268 rpm. Daya terbesar didapat pada variasi CDI Standar dengan Koil KTC sebesar 13,1 HP pada putaran mesin 7853 rpm. Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar terendah didapat pada variasi CDI Standar dengan Koil KTC sejauh 51,6 km/liter.

Sulistyo (2016), melakukan penelitian tentang kajian eksperimental tentang pengaruh variasi CDI dan knalpot terhadap kinerja motor bensin 4 langkah 150 CC berbahan bakar pertamax plus. Pengujian dilakukan dengan menggunakan motor bensin 4 langkah Suzuki Satria F 150 cc dengan alat uji *dynamometer* untuk pengujian torsi, daya dan uji jalan untuk mengetahui konsumsi bahan bakar menggunakan Pertamina Plus. Pengujian dilakukan pada empat kondisi yaitu CDI standar knalpot standar (kondisi 1), CDI standar knalpot *racing* (kondisi 2), CDI *racing* knalpot standar (kondisi 3), CDI standar knalpot *racing* (kondisi 4). Parameter yang dicari adalah Torsi, Daya dan Konsumsi Bahan Bakar. Variasi pada putaran mesin 6000, 7000, 8000, 9000, 10.000, 11.000, 12.000. Perbandingan torsi tertinggi dihasilkan pada variasi CDI *racing*

dan knalpot *racing* 11,9 yaitu (N.m) pada putaran mesin 8000 rpm dan daya paling terbesar dihasilkan CDI *racing* dan knalpot *racing* yaitu 15,6 (HP) pada putaran mesin 10250 rpm.

Sidiq (2016), melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan CDI dan koil *racing* terhadap karakteristik perikan bung api dan kinerja motor 4 langkah 160 CC berbahan bakar pertamax 92. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui percikan bunga api dengan menggunakan alat penelitian peraga percikan bunga api, daya, torsi dilakukan dengan pengujian dynamometer dan konsumsi bahan bakar menggunakan metode jalan. Pengujian dynamometer dilakukan pada 4000 – 10000 RPM untuk pengujian daya dan torsi. Sedangkan untuk pengujian konsumsi bahan bakar dilakukan pada kecepatan +/- 60 km/jam dengan takaran bahan bakar 250 ml. Dari hasil penelitian, percikan bunga api terbaik pada variasi CDI BRT dengan Koil KTC karena bunga api konstan dengan suhu sebesar 7000 – 9000 K. Torsi terbesar didapat pada variasi CDI standar dengan Koil standar pada putaran 6294 RPM dengan torsi sebesar 13,28 N.m. Daya tertinggi sebesar 13,3 HP pada putaran 7913 RPM dengan variasi CDI standar dan Koil Standar. Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar yang rendah pada variasi CDI Standar dengan Koil Standar sebesar 52,6 km/ liter.

Ramdani (2015), melakukan penelitian tentang pengaruh variasi CDI terhadap performa dan konsumsi bahan bakar Honda vario 110 CC. Pengujian menggunakan CDI yang berbeda yaitu yang pertama menggunakan CDI standar, yang kedua menggunakan CDI dual band (klik 1) dan yang ketiga menggunakan CDI dual band (klik 2), pengujian ini dilakukan di bengkel ultraspeed racing dengan menggunakan Dynojet untuk mendapatkan hasil torsi dan daya, kemudian untuk konsumsi bahan bakar dilakukan pengujian dengan cara menghitung waktu lama motor menghabiskan bahan bakar sebanyak 100 ml dengan menggunakan ketiga CDI tersebut. Berdasarkan hasil penelitian dengan cara pengujian performa mesin diketahui bahwa dengan menggunakan CDI standar torsi tertinggi yang dapat dihasilkan 7,517 N.m di putaran mesin 6000 rpm, daya tertinggi yang dapat dihasilkan CDI standar 5,712 kW di putaran mesin 8000 rpm, sedangkan

menggunakan CDI dual band (klik 1) torsi tertinggi yang dihasilkan 7,558 N.m pada putaran mesin 6000 rpm, daya tertinggi yang dihasilkan CDI dual band (klik 1) 5,81 kW pada putaran mesin 8500 rpm dan dengan menggunakan CDI dual band (klik 2) torsi tertinggi yang dihasilkan 7,511 N.m pada putaran mesin 6500 rpm sedangkan daya tertinggi yang dihasilkan 5,835 kW di putaran mesin 8500 rpm dan untuk pengujian konsumsi bahan bakar penggunaan CDI standar lebih irit dibandingkan penggunaan CDI dual band (klik 1) dan CDI dual band (klik 2).

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Motor Bakar

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

Berdasarkan lokasi pembakarannya motor bakar diklasifikasikan menjadi 2 yaitu:

1. Motor pembakaran luar (*external combustion engine*)

Motor pembakaran luar yaitu suatu motor bakar di mana proses pembakaran atau perubahan energi panas dilakukan di luar dari mekanisme/konstruksi mesin, dan dari ruang pembakaran energi panas tersebut dialirkan ke konstruksi mesin melalui media penghubung. Contoh : mesin uap/turbin uap. Hal-hal yang dimiliki pada mesin pembakaran luar yaitu :

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

2. Motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*)

Motor pembakaran dalam yaitu suatu motor bakar di mana proses pembakaran berada di dalam mesin itu sendiri. Hal-hal yang dimiliki pada mesin pembakaran dalam yaitu:

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

Setiap motor bakar membutuhkan fluida kerja sebagai perantara. Fluida kerja ini berfungsi sebagai pembawa atau perantara energi panas. Energi panas yang dibawa oleh fluida kerja ini selanjutnya dirubah menjadi energi mekanis.

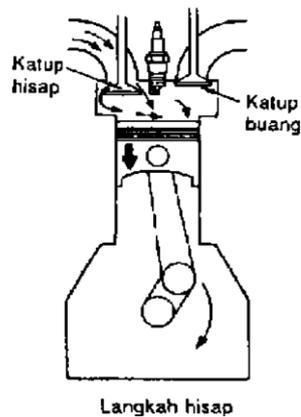
2.2.2 Motor Bensin 4 Langkah

Secara garis besar prinsip kerja motor bensin 4 langkah adalah sebagai berikut: campuran bahan bakar dan udara yang dihasilkan oleh karburator dihisap masuk ke dalam silinder, ataupun yang sudah menggunakan sistem injeksi yaitu dengan cara menginjeksikan campuran bahan bakar dan udara ke dalam silinder kemudian dimampatkan dan dibakar. Karena panas yang timbul, gas tersebut mengembang dan karena ruangan tersebut terbatas, maka tekanan di dalam silinder tersebut meningkat yang pada akhirnya mendorong piston ke bawah sehingga menghasilkan usaha. Oleh batang piston di teruskan ke poros engkol dan poros engkol akan berputar.

Siklus motor 4 langkah ini ditemukan oleh seorang *Insinyur* Jerman yang bernama Nikolass A. Otto pada tahun 1876. Untuk mengenang jasanya motor 4 langkah sering juga disebut motor otto. Berikut penjelasan motor 4 langkah:

1. Langkah Hisap

Piston bergerak dari titik mati atas (TMA) menuju titik mati bawah (TMB), akibatnya terjadi penambahan volume dan penurunan tekanan di atas piston. Pada langkah ini katup hisap terbuka dan katup buang tertutup. Karena perbedaan tekanan di luar dan di dalam silinder menyebabkan campuran bahan bakar akan mengalir masuk ke dalam silinder. Dapat dilihat pada Gambar (2.1).

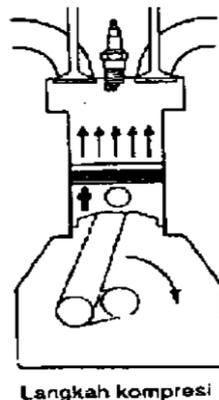


Langkah hisap

Gambar 2.1 Prinsip kerja langkah hisap
(Kristanto, 2015)

2. Langkah Kompresi

Gerakan piston dari TMB menuju TMA dalam keadaan katup hisap maupun buang tertutup, akibatnya campuran bahan bakar di atas piston dipampatkan atau dikompresi sehingga tekanan dan suhunya naik. Dapat dilihat ada Gambar (2.2) di bawah ini:



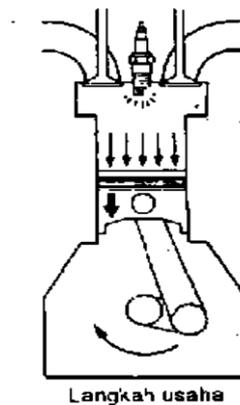
Langkah kompresi

Gambar 2.2 Prinsip kerja langkah kompresi
(Kristanto, 2015)

3. Langkah Usaha

Berdasarkan derajat sebelum piston mencapai TMA (akhir kompresi) terjadi percikan api pada busi yang membakar campuran bahan bakar. Proses pembakaran tersebut menyebabkan tekanan dan suhu naik, karena kedua katup pada posisi tertutup, maka tekanan pembakaran tersebut mendorong piston bergerak dari TMA menuju TMB.

Melalui batang piston gaya dorong piston diteruskan ke poros engkol, di mana gerak translasi piston berubah menjadi gerak putar, yang kemudian dimanfaatkan untuk memutar beban, oleh karena itu langkah ini disebut langkah usaha. Dapat dilihat pada Gambar (2.3):

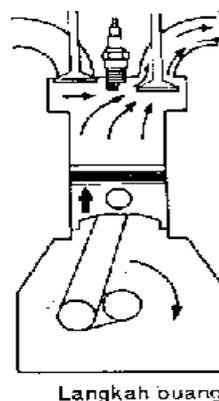


Gambar 2.3 Prinsip kerja langkah usaha
(Kristanto, 2015)

4. Langkah Buang

Piston bergerak dari TMB menuju TMA dalam keadaan katup hisap tertutup dan katub buang terbuka. Gerakan tersebut menyebabkan gas sisa pembakaran akan terdorong ke luar melalui katub buang, saluran buang terus ke knalpot .

Setelah langkah buang, motor akan melakukan langkah hisap, kompresi, usaha, buang demikian seterusnya sehingga motor berputar terus. Dapat dilihat pada Gambar (2.4) di bawah ini:



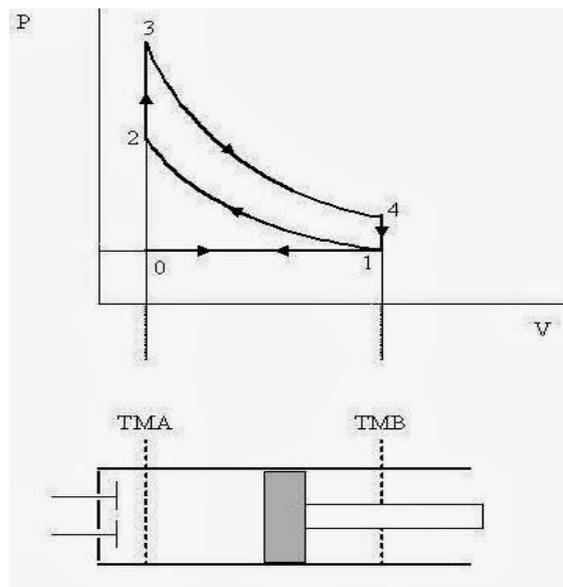
Gambar 2.4 Prinsip kerja langkah buang
(Kristanto, 2015)

2.2.3 Siklus Termodinamika

Proses termodinamika dan kimia terjadi di dalam motor bakar torak sangat kompleks untuk dianalisis menurut teori, pada umumnya proses analisis motor bakar digunakan siklus udara sebagai siklus yang ideal. Siklus udara menggunakan beberapa keadaan yang sama dengan siklus sebenarnya dapat berupa urutan proses, perbandingan kompresi, pemilihan temperatur dan tekanan pada suatu keadaan, dan penambahan kalor yang sama per satuan berat udara.

Pada mesin yang ideal proses pembakaran yang dapat menghasilkan gas bertekanan dan bertemperatur tinggi merupakan proses pemasukan panas ke dalam fluida kerja dalam silinder. (Arismunandar,1977)

Siklus udara volume konstan (*siklus otto*) dapat digambarkan dengan grafik P dan v seperti pada gambar 2.5 sebagai berikut :



Gambar 2.5 Diagram P dan V dari siklus volume konstan
(Sumber : Arismunandar, 2002)

Keterangan :

- P = Tekanan fluida kerja (kg/cm^2)
- v = Volume spesifik (m^3/kg)
- q_m = Jumlah kalor yang dimasukkan (KJ/kg)

- q_k = Jumlah kalor yang dikeluarkan (KJ/kg)
 V_L = Volume langkah torak (m^3)
 V_S = Volume sisa (m^3)
 TMA = Titik mati atas
 TMB = Titik mati bawah

Penjelasan :

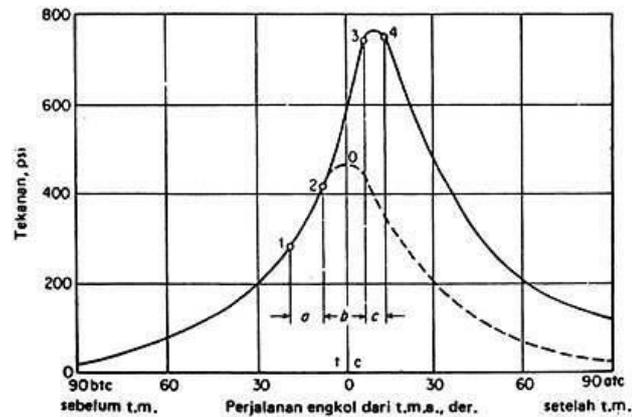
1. Fluida kerja dianggap sebagai gas ideal dengan kalor spesifik yang konstan.
2. Langkah isap (0-1) merupakan proses tekanan konstan.
3. Langkah kompresi (1-2) ialah isentropik. $B \cdot 9$
4. Proses pembakaran (2-3) dianggap sebagai proses pemasukan kalor pada volume konstan.
5. Langkah kerja (3-4) ialah proses isentropik.
6. Proses pembuatan (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 waktu langkah buang, tetapi pada langkah isap berikutnya akan masuk sejumlah fluida kerja yang sama.

2.3 Proses Pembakaran dan Bahan Bakar

2.3.1 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. Supaya lebih jelas dapat dilihat pada grafik tekanan versus besarnya sudut engkol seperti pada gambar 2.6. Pada gambar ini 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 2.6 Grafik tekanan versus sudut engkol
(Sumber : 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 2.6).

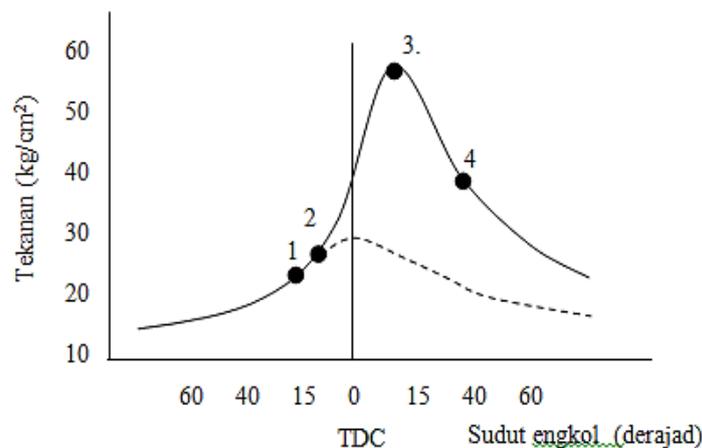
Waktu persiapan pembakaran bergantung pada beberapa faktor, antara lain pada tekanan dan temperatur udara pada saat bahan bakar mulai disemprotkan, gerakan udara dan bahan bakar, jenis dan derajat pengabutan bahan bakar, serta perbandingan bahan bakar-udara lokal. Jumlah bahan bakar yang disemprotkan 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 2.6 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 2.6) dinamai periode pembakaran cepat (b). Periode pembakaran ketika masih terjadi kenaikan tekanan sampai melewati tekanan yang maksimum dalam tahap berikutnya (garis CD, gambar 2.6), 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 setinggi-tingginya, pada umumnya diusahakan agar tekanan gas maksimum terjadi pada saat torak berada diantara 15-20 derajat sudut engkol sesudah TMA. (W.Arismunandar, 2002).

Pembakaran ada tiga macam yaitu:

A. Pembakaran Sempurna (normal)

Grafik pembakaran sempurna dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.7 Grafik Pembakaran Sempurna.

(Sumber : Arismunandar, 2002)

Pada gambar memperlihatkan suatu grafik yang menunjukkan hubungan antara tekanan dari sudut engkol mulai dari saat penyalaan sampai akhir pembakaran. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa beberapa derajat setelah TMA.

Mekanisme pembakaran normal dalam motor bensin dimulai pada saat terjadinya loncatan bunga api pada busi. Selanjutnya api membakar gas bakar yang berada di sekelilingnya dan terus menjalar ke seluruh bagian sampai semua partikel gas bakar terbakar habis. Mekanisme pembakaran normal dalam motor bensin dimulai pada saat terjadinya loncatan api pada busi. Selanjutnya api membakar gas bakar yang berada disekelilingnya dan terus menjalar sampai seluruh partikel terbakar. Pada saat gas bakar dikompresikan, tekanan dan suhunya naik sehingga terjadi reaksi kimia dimana molekul hidrokarbon terurai dan bercampur dengan oksigen dan udara. Bentuk ruang bakar yang dapat menimbulkan turbulensi pada gas tadi akan membuat gas dapat bercampur secara homogen.

B. Pembakaran Tidak Sempurna (*Autoignition*)

Pembakaran tidak sempurna merupakan proses pembakaran dimana sebagian bahan bakar tidak ikut terbakar, atau tidak terbakar bersama pada saat keadaan yang dikehendaki. Bila oksigen dan hidrokarbon tidak bercampur dengan baik maka akan terjadi proses pembakaran tidak normal timbul asap. Pembakaran semacam ini disebut pembakaran tidak sempurna. Akibat pembakaran tidak sempurna yaitu: Detonasi, dan *Pre-ignition*

1). Detonasi

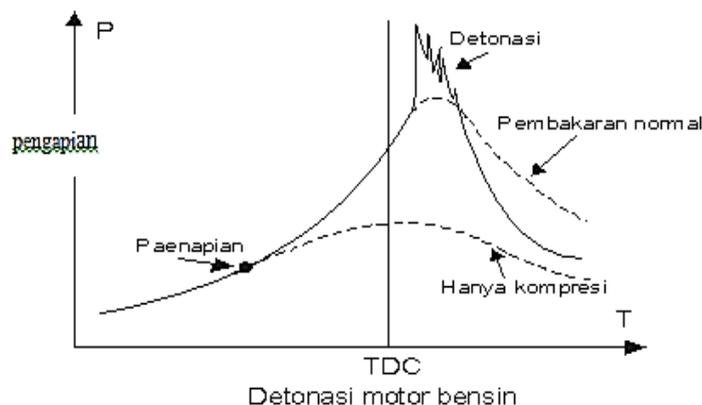
Dalam hal ini gas baru yang belum terbakar terdesak oleh gas yang telah terbakar, sehingga tekanan dan suhu naik sampai keadaan hampir terbakar. Jika pada saat ini gas terbakar dengan sendirinya maka akan timbul ledakan (detonasi) yang menghasilkan gelombang kejutan (*explosip*) berupa suara ketukan (*knocking noise*) yang terjadi pada akhir pembakaran. Tekanan pembakaran dalam silinder lebih cepat dari 40 kg/cm² tiap 0,001

detik. Akibatnya tenaga mesin berkurang dan akan memperpendek umur mesin. Hal-hal yang menyebabkan *knocking* adalah:

- Perbandingan kompresi yang tinggi, tekanan kompresi, suhu pemanasan campuran, dan suhu silinder yang terlalu tinggi.
- Pengapian yang terlalu cepat.
- Putaran mesin rendah dan penyebaran api lambat.
- Penempatan busi dan konstruksi ruang bakar tidak tepat, serta jarak penyebaran api terlampau jauh.

Penyebab detonasi pada motor bensin terbagi dalam dua jenis :

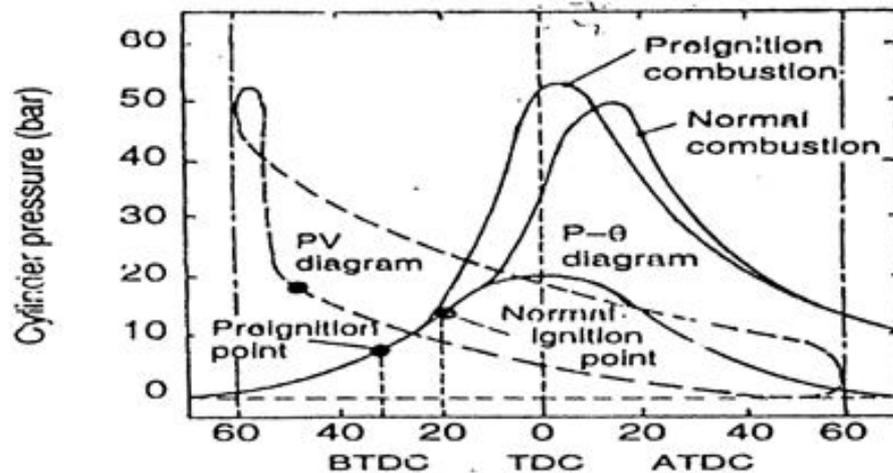
- Detonasi karena campuran bahan bakar sudah menyala sebelum busi mengeluarkan bunga api. Hal ini disebabkan oleh kotoran-kotoran arang yang tertimbun diatas kepala torak dan ruang bakar dan menyala terus menerus. Untuk menghilangkannya kotoran-kotoran yang menempel perlu dibersihkan.
- Detonasi karena kecepatan pembakaran bahan bakar di sekitar busi sangat tinggi. Hal ini mengakibatkan bahan bakar tidak dapat terbakar secara sempurna dan meninggalkan sisa bahan bakar yang belum terbakar terkompresikan, menyebabkan suhu pembakaran naik. Bahan bakar terbakar dengan sendirinya tanpa melalui busi. Artinya pembakaran bahan bakar lebih cepat dari pada pembakaran normal. Grafik dentonasi dapat dilihat pada gambar 2.8 di bawah ini:



Gambar 2.8 Grafik Detonasi motor.
(Sumber : Arismunandar, 2002)

C. Pre-ignition

Gejala pembakaran tidak sempurna adalah *pre-ignition* peristiwanya hampir sama dengan *knocking* tetapi terjadi hanya pada saat busi belum memercikan bunga api. Grafik *Pre-ignition* dapat dilihat pada gambar 2.9 di bawah ini:



Gambar 2.9 Grafik *Pre-ignition* motor.
(Sumber : Arismunandar, 2002)

Bahan bakar terbakar dengan sendirinya sebagai akibat dari tekanan dan suhu yang cukup tinggi sebelum terjadinya percikan bunga api pada busi. Jadi *pre-ignation* adalah peristiwa pembakaran yang terjadi sebelum sampai pada waktu yang dikehendaki.

D. Pembakaran Tidak Lengkap

Pembakaran tidak lengkap yaitu apabila saat terjadinya loncatan bunga api pada busi untuk membakar semua hidrogen dan oksigen yang terkandung dalam campuran bahan bakar masih ada kelebihan atau kekurangan hidrogen atau oksigen

2.3.2 Bahan Bakar

2.3.2.1 Pertamina Plus

Pertamax Plus adalah bahan bakar fosil dengan RON atau oktan **95**. Pertamina Plus dihasilkan dengan penambahan zat aditif dalam proses

pengolahannya di kilang minyak. Pertamina Plus merupakan bahan bakar yang sudah memenuhi standar performa *International World Wide Fuel Charter* (IWWFC). Pertamina Plus adalah bahan bakar untuk kendaraan yang memiliki rasio kompresi minimal 10,5, serta menggunakan teknologi *Electronic Fuel Injection* (EFI), *Variable Valve Timing Intelligent* (VVTI), (VTI), *Turbochargers*, dan *catalytic converters*. Karena memiliki oktan tinggi, maka Pertamina Plus bisa menerima tekanan pada mesin berkompresi tinggi. Sehingga dapat bekerja dengan optimal pada gerakan piston. Hasilnya, tenaga mesin yang menggunakan Pertamina Plus lebih maksimal, karena BBM digunakan secara optimal. Sedangkan pada mesin yang menggunakan Premium, BBM terbakar dan meledak tidak sesuai dengan gerakan piston. Gejala ini yang dikenal dengan ‘knocking’ atau mesin *ngelitik*. (www.Pertamina.com 2015).

Spesifikasi Pertamina plus dapat di lihat pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1. Spesifikasi Pertamina plus.

No	Sifat	MIN	MAX
1	Angka Oktan riset RON	95	-
2	Kandungan Pb (gr/lit)	-	0,30
3	Distilasi	-	70
	10% Vol penguapan ($^{\circ}\text{C}$)	66	-
	50% Vol penguapan ($^{\circ}\text{C}$)	-	110
	90% Vol penguapan ($^{\circ}\text{C}$)	-	180
	Titik Didih Akhir ($^{\circ}\text{C}$)	-	205
	Residu (% Vol)	-	2,0
4	Tekan Uap Reid pada 37.8 ($^{\circ}\text{C}$) (psi)	45	60
5	Getah purawa	-	4
6	Periode induksi (menit)	520	
7	Kandungan belerang (% massa)	-	0,1
8	Korosi bilah tembaga (3jam/50 $^{\circ}\text{C}$)	-	-

No	Sifat	MIN	MAX
9	Uji dokter atau belerang	-	0,0
10	Massa jenis (kg/m^3)	-	770
11	Warna	Merah	-

(Keputusan Dirjen Migas No. 3674 K/24/DJM/2006)

2.3.2.2 Angka Oktan

Angka oktan pada pertamax plus adalah suatu bilangan yang menunjukkan sifat anti ketukan/berdetonasi. Dengan kata lain, makin tinggi angka oktan semakin berkurang kemungkinan untuk terjadi detonasi (*knocking*). Dengan berkurangnya intensitas untuk berdetonasi, 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. pertamax plus yang cenderung ke arah sifat iso-oktan (lebih sukar berdetonasi) karena bernilai oktan tinggi (angka oktan tinggi). Angka oktan untuk bahan bakar terlihat pada tabel 2.2. di bawah ini:

Tabel 2.2. Angka oktan untuk bahan bakar.

Jenis Bahan Bakar	Angka Oktan
Premium	88
Pertalite	90
Pertamax	92
Pertamax Plus	95
Bensol	100
Ethanol	117

(Yulianto, 2013)

2.3.3 Komponen Sistem Penyaluran Bahan Bakar Motor Bensin

Komponen sistem penyaluran bahan bakar pada motor bensin terdiri atas:

1) Tangki bahan bakar.

Tangki bahan bakar berfungsi sebagai penampung untuk menyimpan bahan bakar. Pada tangki tersebut terdapat kisi penyekat (saparator) yang berfungsi untuk mengurangi goncangan bahan bakar selama melintasi jalan bergelombang atau rusak. Pada tutup tangki terdapat lubang pernapasan untuk menghindari kevakuman di dalam tangki karena berkurangnya bahan bakar.

2) Keran bahan bakar.

Keran bahan bakar berfungsi untuk membuka dan menutup aliran bahan bakar dari tangki bahan bakar. Gangguan pada keran bahan bakar sangatlah jarang terjadi. Gangguan-gangguan yang mungkin terjadi yaitu keran bocor, kebocoran pada keran bahan bakar dapat terjadi karena pemasangan kedua baut yang kurang tepat atau mungkin karena *seal* karet yang berada pada keran bahan bakar sudah tidak berfungsi.

3) Saringan bahan bakar.

Saringan bahan bakar berfungsi untuk menyaring bahan bakar yang akan menyaring kotoran bahan bakar yang akan masuk ke karburator. Secara periodik saringan harus dibersihkan agar suplai bahan bakar ke karburator lancar. Pemasangan saringan tidak boleh terbalik, sebab saringan akan cepat kotor, agar pemasangan tidak terbalik maka saluran saringan terdapat tanda panah arah pemasangan.

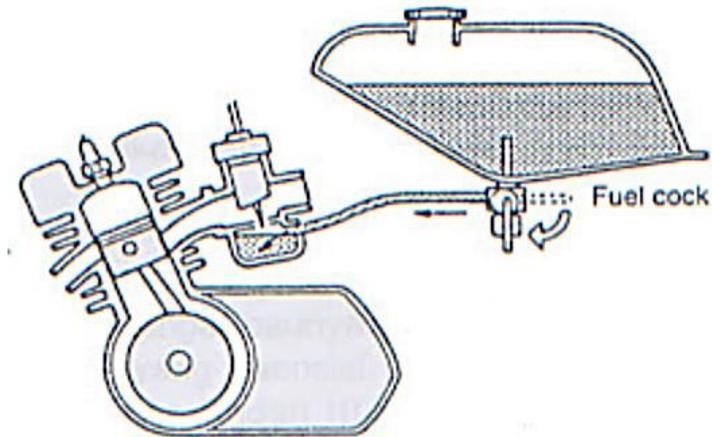
4) Karburator.

Karburator adalah alat untuk melakukan proses karburasi sedangkan karburasi adalah proses pencampuran udara dan bahan bakar dan kemudian masuk kedalam langkah hisap. Karburator berfungsi antara lain :

- a. Mencampur bahan bakar dengan udara pada perbandingan yang tepat sesuai dengan beban, putaran dan kecepatan motor.

- b. Memecah bahan bakar menjadi partikel sehingga mudah dibakar (mengabutkan bahan bakar).
- c. Mengatur jumlah campuran yang masuk kedalam silinder

Komponen sistem penyaluran bahan bakar pada motor bensin terlihat pada gambar 2.10 di bawah ini :



Gambar 2.10 Komponen sistem bahan bakar pada motor bensin.
(Daryanto, 2000)

2.4 Sistem Pengapian

Sistem pengapian bertujuan untuk menghasilkan arus listrik bertegangan tinggi untuk kebutuhan pembakaran campuran bahan bakar dalam udara dalam ruangan bakar.

Fungsi pengapian adalah memulai pembakaran atau menyalakan campuran bahan bakar dan udara pada saat dibutuhkan, sesuai dengan beban dan putaran motor. Sistem pengapian di bedakan menjadi dua yaitu sistem pengapian konvensional dan sistem pengapian elektronik (Daryanto, 1995).

2.4.1 Sistem Pengapian Konvensional

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

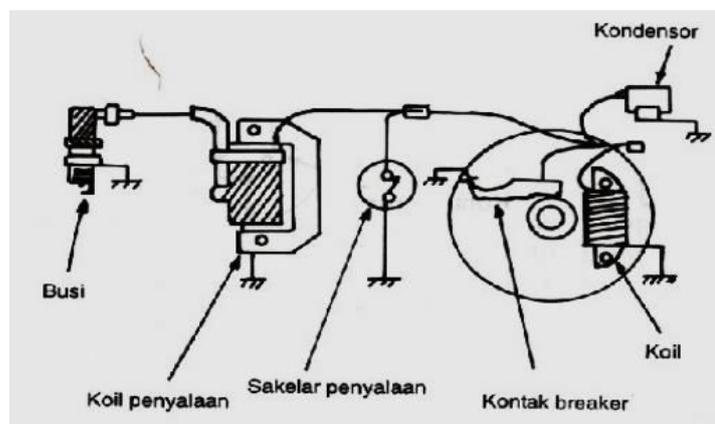
2.4.1.1 Sistem Pengapian Magnet

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 di hubungkan ke massa sedangkan untuk ujung kumparan yang lain ke kondensator. Dari kondensator mempunyai tiga cabang salah satu ujungnya di hubungkan ke platina, sedangkan bagian platina yang satu lagi di hubungkan ke massa. 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 massa sehingga akan mengalir ke kumparan primer koil dan mengakibatkan timbulnya api pada busi. Sistem pengapian dengan magnet seperti terlihat pada Gambar (2.11) di bawah ini:



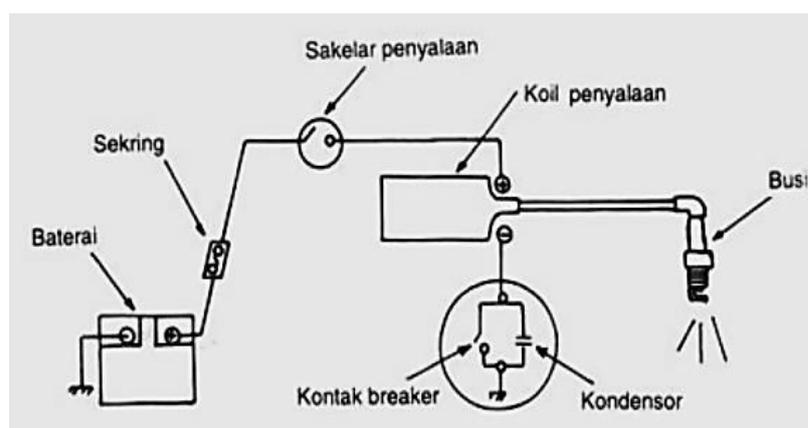
Gambar 2.11 Rangkaian Sistem Pengapian Magnet (Daryanto, 2008)

2.4.1.2 Sistem Pengapian Baterai

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 tetapi dari arus listrik baterai

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 massa. Jika platina dalam keadaan membuka arus listrik akan berhenti dan di dalam kumparan sekunder akan diinduksikan arus listrik tegangan tinggi yang di teruskan ke busi sehingga pada busi timbul loncatan bunga api. Sistem pengapian dengan baterai seperti terlihat pada Gambar (2.12).



Gambar 2.12 Rangkaian Sistem Pengapian Baterai
(Daryanto, 2008)

2.4.2 Sistem Pengapian CDI (*Capasitor Dischange 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 di seluruh 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 di mampatkan oleh piston.

Kelebihan sistem pengapian CDI (*Capacitor Discharge Ignition*) adalah :

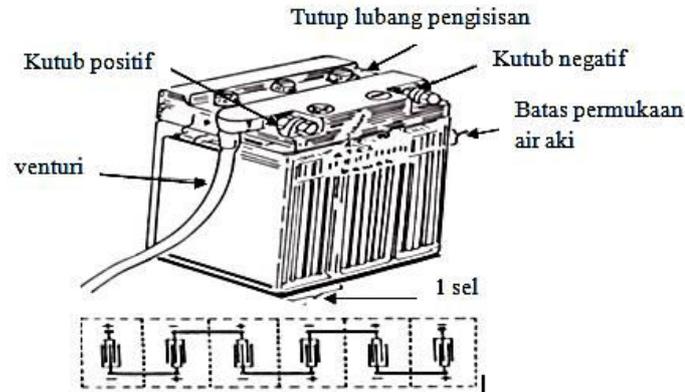
- 1) Menghemat pemakaian bahan bakar
- 2) Mesin lebih mudah dihidupkan
- 3) Komponen pengapian lebih awet
- 4) Polusi gas buang yang ditimbulkan kecil

2.5 Komponen Sistem Penyalaan

2.5.1 Baterai

Baterai adalah alat yang mampu menghasilkan energi listrik dengan menggunakan energi kimia. Baterai biasanya untuk mensuplai arus listrik ke sistem starter mesin, sistem pengapian, lampu-lampu dan sistem kelistrikan lainnya. Dalam baterai terdapat terminal positif dan negatif, ruang dalamnya dibagi menjadi beberapa sel dan dalam masing-masing sel terdapat beberapa elemen yang terendam di dalam larutan elektrolit. Baterai menyediakan arus listrik tegangan rendah (12 Volt). Kutub negatif baterai dihubungkan dengan

massa, sedangkan kutub positif baterai dengan koil, pengapian (*ignition coil*) melalui kunci kontak. Baterai dapat dilihat seperti Gambar (2.13) di bawah ini:



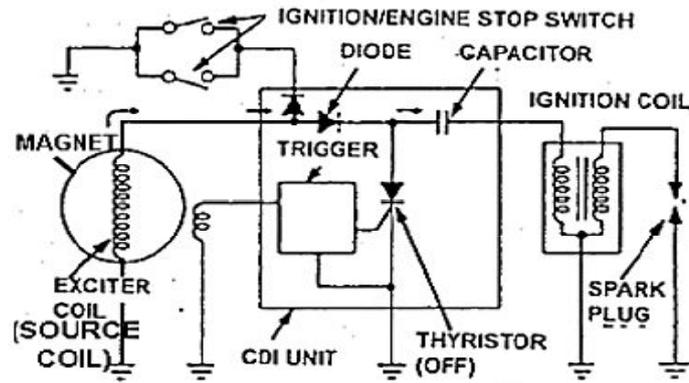
Gambar 2.13 Baterai
(Daryanto, 2008)

Sebuah baterai biasanya terdiri dari tiga komponen penting yaitu:

- 1) Batang karbon sebagai Anode (kutub positif baterai).
- 2) Seng (Zn) sebagai Katode (kutub negatif baterai).
- 3) Pasta sebagai Elektrolit (penghantar).

2.5.2 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 terbuang. Kerja CDI didukung oleh pulser sebagai sensor posisi piston, di mana sinyal dari pulser akan memberikan arus pada SCR (*Silicon Controller Rectifier*) yang akan membuka, sehingga arus yang ada dalam *capasitor* di dalam CDI dilepaskan. Selain pulser, kerja CDI juga didukung oleh baterai (pada CDI DC) atau spul (CDI AC) di mana sebagai sumber arus yang kemudian diolah oleh CDI. Tentunya CDI di dukung oleh koil sebagai tegangan yang dikirim ke busi. Skema CDI dapat terlihat pada gambar (2.14).



Gambar 2.14 CDI Pemutus Arus
(Yulianto, 2013)

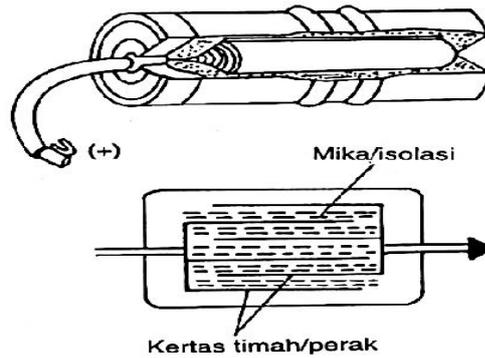
2.5.3 Kondensator/Kapasitor

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

Kapasitor yang digunakan pada sepeda motor umumnya berbentuk tabung atau silinder. Kapasitor seperti ini mempunyai dua lembaran logam, antara kedua lembaran tersebut diberi bahan elektrik seperti pemisah. Kedua lembaran tersebut dihubungkan dengan kawat yang dipasang di pinggir lembaran tersebut secara berlawanan.

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

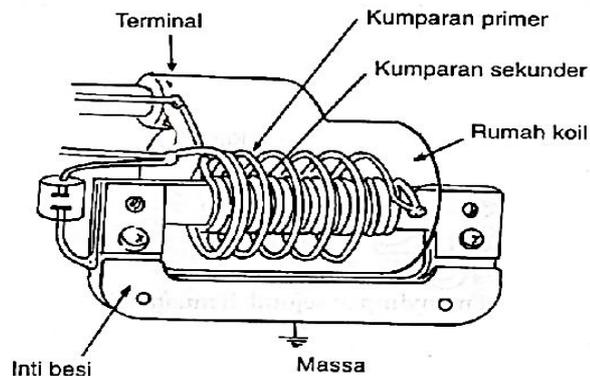
Kapasitor yang digunakan untuk mesin dengan penyalan baterai tidak sama dengan yang digunakan pada mesin penyalan magnet. Ciri-ciri kapasitor untuk mesin penyalan baterai adalah jumlah kabelnya 2 atau 1 sedangkan untuk kapasitor mesin penyalan magnet kabelnya selalu tiga. Kondensator dapat dilihat pada Gambar (2.15).



Gambar 2.15 Kondensator
(Daryanto,2008)

2.5.4 Koil Pengapian (*ignition coil*)

Koil pengapian berfungsi untuk membentuk arus tegangan tinggi untuk disalurkan pada busi, selanjutnya kembali lagi melalui *ground*/massa. Di dalam bagian tegangan koil pengapian itu ada inti besi, di sini inti besi dililitkan oleh gulungan kawat halus yang ter-isolasi. Kumparan kawat tersebut panjangnya 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 dapat dilihat pada Gambar (2.16) di bawah ini :

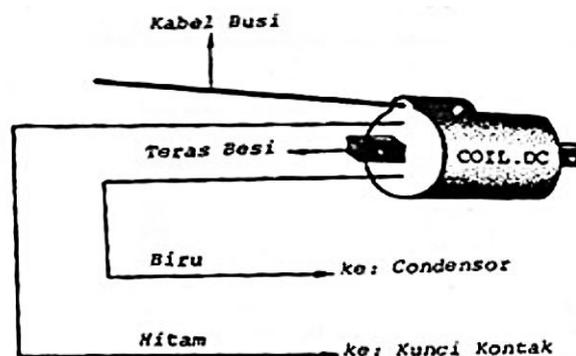


Gambar 2.16 Koil
(Daryanto,2008)

Bagian luar kumparan sekunder diisolasi lagi dengan gulungan kawat dengan jumlah lilitannya sebanyak 200 lilitan dengan diameter 0.6 – 0.9 mm yang disebut kumparan primer. Karena perbedaan jumlah gulungan pada kumparan primer dan sekunder, maka pada kumparan sekunder akan timbul tegangan kira-kira 10.000 Volt. Arus dengan tegangan tinggi ini timbul akibat terputusnya aliran

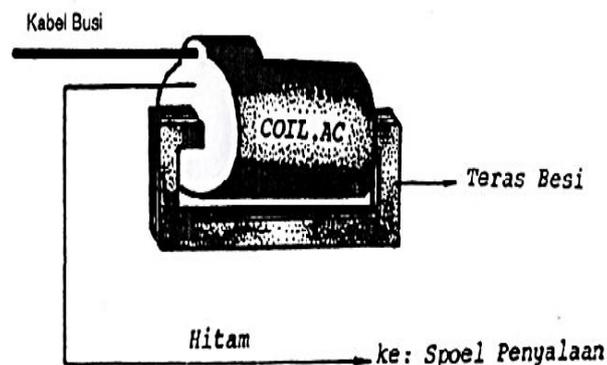
arus pada kumparan primer yang mengakibatkan hilang timbulnya medan magnet secara tiba-tiba. Hal ini mengakibatkan terinduksinya arus listrik tegangan tinggi pada kumparan sekunder. Bukan saja pada kumparan sekunder yang terbentuk arus tegangan tinggi, akan tetapi pada kumparan primer juga muncul tegangan 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, Koil DC dapat di lihat pada Gambar (2.17) di bawah ini:



Gambar 2.17 Koil DC
(Wibowo, 2015)

Kemudian untuk Koil AC dapat dilihat pada Gambar (2.18) berikut ini:

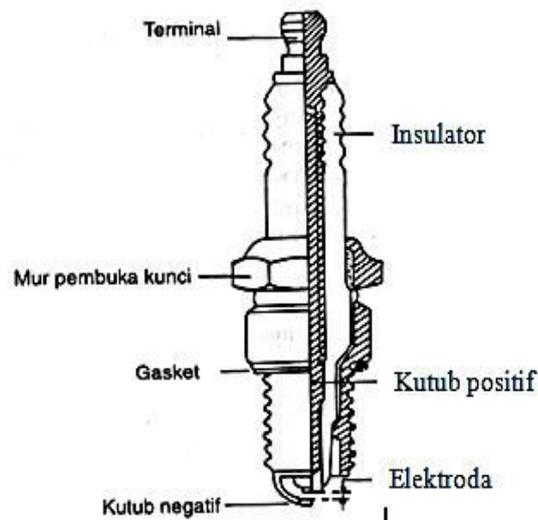


Gambar 2.18 Koil AC
(Wibowo, 2015)

2.5.5 Busi

Busi adalah alat untuk memercikan bunga api. Ada beberapa macam bahan elektroda busi yang masing-masing memberikan sifat berbeda. Bahan elektroda dari perak mempunyai kemampuan menghantarkan panas yang baik. Tetapi karena harga perak mahal maka diameter elektroda tengah dibuat kecil.

Busi ini umumnya digunakan untuk mesin berkemampuan tinggi atau balap. Bahan elektroda dari platina tahan karat, tahan terhadap panas yang tinggi serta dapat mencegah penumpukan sisa pembakaran. Kontruksi Busi dapat terlihat pada gambar (2.19) di bawah ini:



Gambar 2.19 Konstruksi Busi
(Kristanto, 2015)

Elektroda yang terletak bagian tengah busi dilindungi isolator yang terbuat dari keramik. Isolator ini berfungsi untuk melindungi elektroda busi dari kebocoran arus listrik dan melindungi dari panas mesin. Untuk mencegah kebocoran gas, terdapat *seal* (perapat) antara elektroda tengah dengan isolator dan antara isolator dengan bodi busi. Bodi busi dibuat dari baja berlapis nikel untuk mencegah timbulnya korosi. Bagian atas luar bodi berbentuk *hexagon* yang berfungsi untuk memasang dan membuka busi pada mesin. Pada bagian bawah busi dibuat ulir agar busi dapat dipasang ke kepala silinder. Pada bagian ujung bawah busi terdapat elektroda sisi atau elektroda negatif sebagai jalur ke masa ketika terjadi percikan bunga api. Busi mempunyai tingkatan panas masing-masing, elektroda busi harus dipertahankan pada temperatur kerja yang tepat yaitu pada kisaran 400 °C.

Apabila temperatur pada elektroda kurang dari 400°C menimbulkan kerak berupa karbon pada insulator dalam busi, hal ini mempengaruhi tegangan tinggi yang dialirkan ke elektroda akan menuju ke massa tanpa meloncat dalam bentuk

bunga api pada celah elektroda, sehingga mengakibatkan terjadinya kesalahan pembakaran. Sebaliknya apabila temperatur elektroda tengah melebihi 800 °C, dapat terjadi peningkatan kotoran oksida dan terbakarnya elektroda tersebut. Pada suhu 950°C elektroda busi akan menjadi sumber panas yang dapat membakar campuran bahan bakar tanpa adanya bunga api, hal ini disebut dengan istilah *pre-ignition* yaitu campuran bahan bakar dan udara akan terbakar lebih awal karena panas elektroda tersebut sebelum busi bekerja memercikkan bunga api. Terjadinya *pre-ignition* dapat mempengaruhi performa pada sebuah mesin, bahkan dapat merusak komponen dalam ruang bakar akibat temperatur yang sangat tinggi.

Busi mempunyai berbagai tipe sesuai dengan kebutuhan kendaraan bermotor, beberapa tipe yang sering digunakan adalah busi diantaranya adalah :

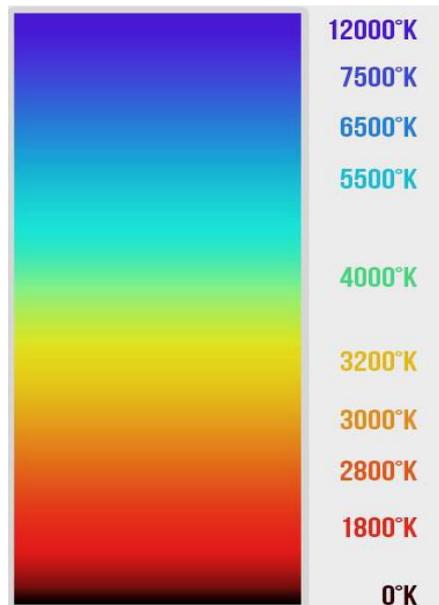
1) Busi Tipe Standar (*Standard Type*)

Busi standar pada umumnya hampir digunakan pada setiap kendaraan bermotor, busi dengan ujung elektroda menonjol lebih tinggi dari insulator pelindung elektroda yang terbuat dari keramik. Tipe busi ini lebih tepat untuk penggunaan sehari-hari.



Gambar 2.20 Busi Standar
(Jama, dkk : 2008)

Pada tiap jenis busi mempunyai 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 mempunyai warna masing-masing dan mempunyai temperatur yang berbeda pada tiap warna yang dihasilkan. Beberapa warna dan temperatur yang dihasilkan pada busi dapat dilihat pada gambar (2.21) di bawah ini:



Gambar 2.21 *Colour Temperature Chart*
(www.mediacollage.com)

2.5.6 Pengaruh Pengapian

Sistem pengapian CDI merupakan penyempurnaan dari sistem pengapian magnet konvensional (sistem pengapian dengan kontak platina) yang mempunyai kelemahan-kelemahan sehingga akan mengurangi efisiensi kerja mesin. Sebelumnya sistem pengapian pada sepeda motor menggunakan sistem pengapian konvensional.

Dalam hal ini sumber arus yang dipakai ada dua macam, yaitu dari baterai dan pada generator. Perbedaan yang mendasar dari sistem pengapian baterai menggunakan baterai (aki) sebagai sumber tegangan, sedangkan untuk sistem pengapian magnet menggunakan arus listrik AC (*alternative current*) yang berasal dari alternator.

Sekarang ini sistem pengapian magnet konvensional sudah jarang digunakan. Sistem tersebut sudah tergantikan oleh banyaknya sistem pengapian CDI pada sepeda motor. Sistem CDI mempunyai banyak keunggulan di mana tidak dibutuhkan penyetelan berkala seperti pada sistem pengapian dengan platina.

Dalam sistem CDI busi juga tidak mudah kotor karena tegangan yang dihasilkan oleh kumparan koil sekunder pengapian lebih stabil dan sirkuit yang

ada di dalam unit CDI lebih tahan air dan kejutan karena dibungkus dalam cetakan plastik. Pada sistem ini bunga api yang dihasilkan oleh busi sangat besar dan relatif lebih stabil, baik dalam putaran tinggi maupun putaran rendah. Hal ini berbeda dengan sistem pengapian magnet di mana saat putaran tinggi api yang dihasilkan akan cenderung menurun sehingga mesin tidak dapat bekerja secara optimal. Kelebihan inilah yang membuat sistem pengapian CDI banyak digunakan sampai saat ini.

Sistem pengapian CDI pada sepeda motor sangat penting, di mana sistem tersebut berfungsi sebagai pembangkit atau penghasil tegangan tinggi untuk kemudian disalurkan ke busi. Bila sistem pengapian mengalami gangguan atau kerusakan, maka sistem pembakaran pada ruang bakar akan terganggu dan tenaga yang dihasilkan oleh mesin tidak akan maksimal. Pengapian dengan CDI akan lebih menghemat bahan bakar karena lebih sempurna dalam sistem pembakaran.

2.6 Perhitungan Torsi, Daya, dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

2.6.1. Torsi

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

$$T = W.d \dots\dots\dots(2.1)$$

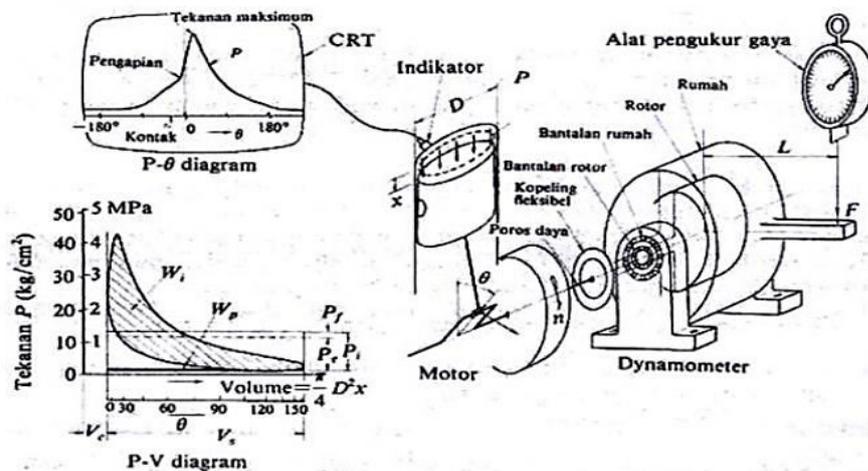
Dengan: T : torsi (N.m)

W : beban (N)

d : jarak lengan pembebanan dengan pusat perputaran (m)

2.6.2. Daya

Daya adalah besar usaha yang dihasilkan oleh mesin tiap satuan waktu, didefinisikan sebagai laju kerja mesin. Pada motor bakar, daya yang berguna adalah daya poros. Daya poros ditimbulkan oleh bahan bakar yang dibakar dalam silinder dan selanjutnya menggerakkan semua mekanisme. Unjuk kerja motor bakar pertama-tama tergantung dari daya yang ditimbulkan (Soenarta & Furuhama, 1995), seperti terlihat pada gambar (2.22) di bawah ini:



Gambar 2.22 Alat Tes Prestasi Motor Bakar (Soenarta & Furuhama, 1995)

Gambar (2.22) di atas menunjukkan peralatan yang dipergunakan untuk mengukur nilai yang berhubungan dengan keluaran motor pembakaran yang seimbang dengan hambatan atau beban pada kecepatan putaran konstan (n). Jika n berubah, maka motor pembakaran menghasilkan daya untuk mempercepat atau memperlambat bagian yang berputar. Motor pembakaran ini dihubungkan dengan dynamometer dengan maksud mendapatkan keluaran dari motor pembakaran dengan cara menghubungkan poros motor yang akan mengaduk air yang ada di dalamnya. Hambatan ini akan menimbulkan torsi (T), sehingga nilai daya (P) dapat di tentukan sebagai berikut :

$$P = \frac{2\pi.n.T}{60} \text{ (W)} \dots\dots\dots(2.2)$$

Di mana :

P = Daya (W)

n = Putaran mesin (rpm)

T = Torsi (N.m)

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

Besar pemakaian konsumsi bahan bakar diambil dengan cara pengujian jalan dengan menggunakan tangki mini dengan volume 150 ml kemudian tangki diisi penuh dan digunakan untuk uji jalan dengan jarak tempuh sama pada tiap sampel yaitu 3 km, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Kbb = \frac{S}{V} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

V = volume bahan bakar terpakai (l)

S = jarak tempuh (km)

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 bila mana 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 gas akan turun pula.