

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Mahendro (2010) melakukan penelitian terhadap penelitian bahan bakar Shell super, Petronas Primax 92, dan Pertamina terhadap unjuk kerja mesin bensin 4 langkah. Dari penelitian diatas peneliti menggunakan metode gas spontan bahan bakar Petronas Primax 92 menghasilkan torsi, daya dan BMEP paling tinggi. Kinerja mesin rata rata berbeda antara  $\pm 2,5\%$  perbedaan antara bahan bakar satu dengan lainnya.

Hartono (2011) melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan bahan bakar Premium, Pertamina, dan Pertamina Plus terhadap unjuk kerja mesin motor bakar bensin. Dari pengujian diatas didapatkan hasil Daya yang terbesar didapat dengan menggunakan bahan bakar Pertamina selanjutnya Premium dan yang terakhir yaitu Pertamina Plus. Untuk torsi, hasil dari pengujian didapat hasil torsi terbesar didapatkan oleh penggunaan bahan bakar Pertamina disusul oleh Pertamina Plus setelah itu Premium, Untuk konsumsi bahan bakar dari hasil pengujian didapatkan hasil paling irit yaitu dengan menggunakan bahan bakar Pertamina Plus, Pertamina dan yang paling boros yaitu Premium.

Purnomo dkk (2013) melakukan penelitian tentang analisis penggunaan CDI digital *Hyper Band* dan variasi 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.

Selanjutnya, Subagio (2014) meneliti penggunaan bahan bakar Premium dengan variasi *timing* pengapian pada mesin motor Honda Grand 100 CC.

Parameter pengukuran meliputi torsi, daya dan konsumsi bahan bakar. Dari hasil penelitian tersebut dapat diketahui hasil tertinggi dari Torsi motor tersebut dengan menggunakan CDI standar dengan hasil 6,40 Nm di putaran mesin 3740 rpm dengan *timing* pengapian  $\pm 30^\circ$  sebelum titik mati atas (TMA). Untuk Daya terbesar didapatkan pada kondisi CDI BRT dengan *timing* pengapian  $\pm 33^\circ$  piston sebelum TMA (titik mati atas) dengan hasil 5,4 HP. Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar diuji dengan cara statis yang menunjukkan hasil bahwa motor standar dengan CDI racing berbahan bakar premium lebih boros dari pada motor standar dengan CDI standar berbahan bakar premium.

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 menunjukkan torsi yang paling maksimal yaitu sebesar 11,32 N.m pada putaran mesin 3000 rpm menggunakan noklen durasi 229 timing pengapian modifikasi 1, sedangkan daya paling maksimal yaitu sebesar 10,23 HP pada putaran mesin 7000 rpm menggunakan noklen durasi 245 timing pengapian standar. Untuk konsumsi bahan bakar noklen durasi 229 timing pengapian standar menghasilkan nilai Sfc yang terendah yaitu sebesar 0,2681 liter/kW.h.

Serupa dengan Wardana (2016), Mubarak, (2015) meneliti pengaruh perbedaan dengan menggunakan bahan bakar (Pertamax, Shell Super dan Total Performance 92) terhadap unjuk kerja mesin 4 langkah 110 CC Honda Vario. Parameter yang diuji pada penelitian ini untuk mengetahui torsi, daya dan konsumsi bahan bakar Honda vario 110 FI. Hasil dari penelitian tersebut adalah, nilai performa tertinggi didapat dengan bahan bakar Pertamax dengan torsi maksimal 1,30 kgf.m pada 4000 rpm. Daya maksimal didapat pada bahan bakar Total Performance 92 dengan daya efektif sebesar 8,86 PS pada 5000 rpm. Dan konsumsi bahan bakar paling baik yaitu menggunakan Pertamax dengan konsumsi bahan bakar optimal 0,228 kg/jam.

Ariawan (2016), meneliti tentang Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar *Pertalite* terhadap Unjuk Kerja Daya, Torsi Dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor Bertransmisi Otomatis. Pada pengujian ini bahan bakar *Pertalite* akan dibandingkan dengan pemakaian bahan bakar Premium dan bahan bakar

Pertamax. Pengujian dilakukan dengan variasi putaran mesin yang berbeda. Dari hasil pengujian penggunaan bahan bakar Peralite menghasilkan uji kerja torsi, daya dan konsumsi bahan bakar yang lebih baik dibandingkan Premium, namun masih kalah unjuk kerjanya dibandingkan bahan bakar Pertamax. Peralite lebih hemat bahan bakar, dan menghasilkan daya yang lebih besar dibandingkan Premium, sehingga menghasilkan SFC yang lebih baik dibandingkan Premium. Bila dibandingkan Pertamax, SFC Peralite lebih rendah.

Purwanto dan Muhaji (2016) melakukan penelitian tentang pengaruh waktu pengapian (*ignition timing*) menggunakan CDI *programmable* dan bahan bakar peralite terhadap unjuk kerja mesin sepeda motor supra x 125 tahun 2011. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan bakar peralite dengan variasi waktu pengapian terhadap unjuk kerja dan emisi gas buang. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa pada variasi pengapian  $17,5^\circ$  sebelum TMA menggunakan bahan bakar peralite menghasilkan unjuk kerja dan emisi gas buang yang paling baik. Unjuk kerja dan emisi gas buang pada pengapian  $17,5^\circ$  berbahan bakar peralite dibandingkan pengapian standar berbahan bakar premium adalah sebagai berikut: torsi rata-rata meningkat sebesar 1,89%, daya rata-rata meningkat sebesar 1,69%, konsumsi bahan bakar menurun sebesar 4,45%, emisi CO turun sebesar 16,82 %, emisi HC turun sebesar 16,54%, emisi CO<sub>2</sub> meningkat sebesar 109,14%, dan emisi O<sub>2</sub> turun sebesar 61,65%.

Serupa dengan Mubarak, (2015), Wardana (2016) meneliti tentang pengaruh variasi CDI terhadap kinerja motor bensin 4 langkah 200 CC berbahan bakar Premium. Pada sepeda motor Honda Tiger, parameter yang diuji yaitu daya, torsi dan konsumsi bahan bakar. Dari studi tersebut, disimpulkan bahwa hasil terbaik torsi maupun daya yang telah didapatkan pada kondisi menggunakan CDI Siput Advance Tech. Masing-masing adalah sebesar 17,38 Nm (Putaran mesin 7750 rpm) dan 17,5 Hp (Putaran mesin 7750 rpm). Hal tersebut dikarenakan listrik yang dihasilkan oleh CDI *racing* lebih besar dari pada CDI standar, yang mengakibatkan proses pembakaran bahan bakar pada mesin lebih cepat dan lebih sempurna dalam pembakaran. Untuk konsumsi bahan bakar kondisi yang paling irit

adalah menggunakan CDI standar, tercatat dengan menggunakan CDI standar dapat menghasilkan konsumsi bahan bakar 35,87 km/l.

Ramdhani (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.

Priyatno dan 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 kenaikan, 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* menghasilkan 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. Untuk satuankonsumsi bahan bakar terjadi penurunan, yaitu CDI limiter lebih irit dibandingkan CDI unlimiter.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Motor bakar**

Motor bakar merupakan salah satu mesin kalor yang merubah energi thermal menjadi energi mekanik, energi kimia bahan bakar dirubah menjadi energi mekanis. Sebelum berubah menjadi energi mekanis, energi kimia bahan bakar terlebih dahulu dirubah menjadi energi thermal atau panas yang dilakukan pembakaran bersama

dengan udara di dalam ruang bakar. Pembakaran itu sendiri dilakukan di dalam mesin kalor dan dapat dibedakan menjadi 2 yaitu :

- a) Mesin motor pembakaran luar atau *External Combustion Engine* yaitu proses pembakaran bahan bakar yang berlangsung di luar mesin, sehingga dalam pembakaran ini diperlukan lagi mesin tersendiri. Energi panas atau thermal tidak secara langsung dirubah menjadi tenaga mekanis. Contohnya Turbin Uap.
- b) Mesin motor pembakaran dalam atau *Internal combustion Engine* yaitu proses pembakaran yang dilakukan secara langsung di dalam mesin atau motor bakar, sehingga energi panas dari hasil pembakaran langsung dirubah menjadi energi mekanik. Contohnya yaitu motor bakar torak.

Berikut ini hal hal yang perlu diperhatikan untuk menentukan motor bakar yang cocok untuk digunakan yaitu :

- (1) Motor pembakaran luar adalah :
  - a. Dapat menggunakan bahan bakar yang memiliki kualitas rendah.
  - b. Lebih cocok jika digunakan untuk daya yang tinggi.
  - c. Dapat menggunakan semua bahan bakar dalam bentuk apapun.
- (2) Motor pembakaran dalam adalah :
  - a. Penggunaan bahan bakar yang irit.
  - b. Untuk pengaplikasian motor bakar torak sangat cocok untuk kendaraan pribadi saat ini.
  - c. Konstruksi mesin lebih sederhana dari pada mesin pembakaran luar, karena tidak perlu menggunakan ketel uap maupun kondensor.

Motor bakar dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu Motor bakar bensin (*otto*) dan motor bakar Diesel. Perbedaan yang utama, yaitu jika motor bakar bensin (*otto*) pembakaran bahan bakar dibantu dengan percikan api pada busi pada saat langkah kompresi. Pada saat langkah hisap, campuran bahan bakar dan udara yang dihisap ke dalam ruang bakar oleh piston. Sedangkan motor bakar diesel pembakaran berlangsung dengan cara, hanya udara yang dihisap oleh piston ke dalam ruang bakar. Setelah itu udara dikompresi oleh piston sehingga udara di dalam ruang bakar menjadi panas dan selanjutnya bahan bakar solar *diinjeksikan* kedalam ruang

bakar, sehingga bahan bakar akan terbakar oleh suhu udara di dalam ruang bakar yang panas, sehingga terjadi pembakaran.

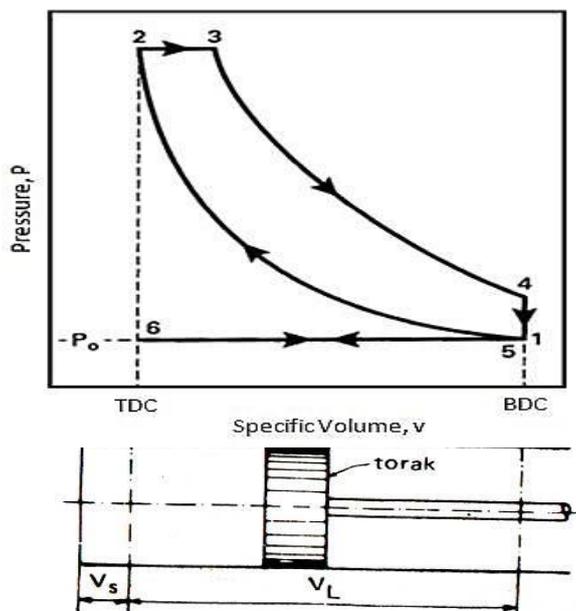
### 2.2.2 Siklus Thermodinamika

Proses siklus thermodinamika terjadi di dalam silinder motor bakar torak yang sangat kompleks untuk diteliti secara teori, pada umumnya proses analisis motor bakar torak menggunakan siklus udara sebagai siklus yang ideal. Siklus udara digunakan pada beberapa keadaan atau kondisi yang sama, siklus yang sebenarnya dapat berupa urutan proses, perbandingan kompresi, pemilihan tentang tempratur dan tekanan pada suatu keadaan atau kondisi, dan juga penambahan kalor yang sama dalam satuan berat udara.

Pada mesin ideal, proses pembakaran yang mampu menghasilkan gas bertekanan dan tempratur yang tinggi merupakan proses masukkan panas ke dalam fluida yang bekerja ke dalam silinder. (Arismunandar, 1983)

#### 2.2.2.1 Siklus Diesel

Siklus Diesel dapat digambarkan oleh grafik P dan V ditunjukkan pada Gambar 2.1.



- $V$  = Volume spesifik ( $\text{m}^3/\text{kg}$ )
- $P$  = Tekanan / *pressure* fluida kerja ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )
- $V_L$  = Volume langkah piston
- $V_s$  = Volume sisa
- TMB = Titik mati bawah
- TMA = Titik mati atas

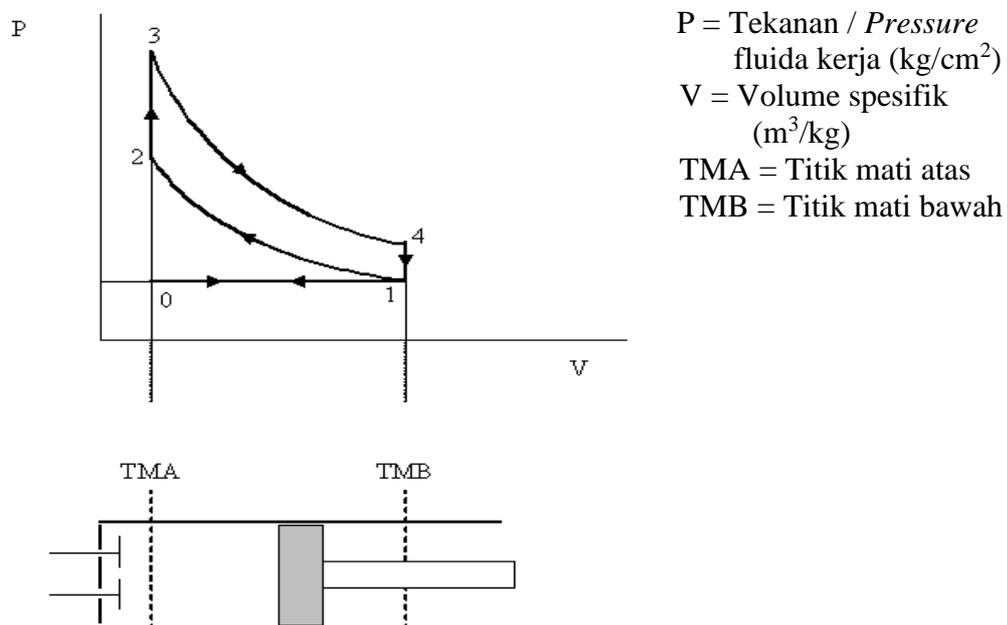
**Gambar 2.1** Diagram P dan V dari siklus tekanan yang konstan (Arismunandar, 1983)

Penjelasan :

1. Fluida yang bekerja dianggap gas ideal dalam kalor spesifik yang konstan.
2. Langkah hisap (0-1) adalah proses bertekanan konstan.
3. Langkah kompresi (1-2) adalah isentropik.
4. Proses terjadinya pembakaran sebagai proses pemasukan volume yang konstan.
5. Langkah kerja (2-3) adalah langkah isentropik
6. Proses pembuatan (4-1) yang dianggap sebagai proses pembuangan energi panas pada volume yang konstan.
7. Pada langkah buang (1-0) adalah proses tekanan konstan.

### 2.2.2.2 Siklus Otto

Siklus Otto dapat digambarkan oleh grafik P dan V ditunjukkan pada Gambar 2.2.



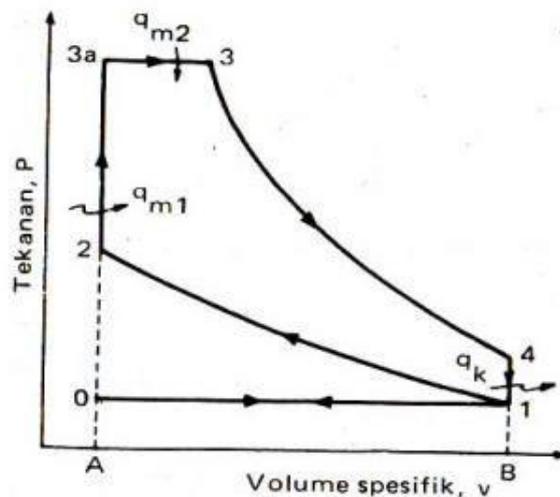
**Gambar 2.2** Diagram P dan V dari siklus volume yang konstan ( Arismunandar, 1983)

Penjelasan :

1. Langkah 0-1 merupakan langkah hisap. Udara dan bahan bakar masuk ke dalam silinder.
2. Langkah 1-2 merupakan langkah pemampatan atau kompresi. Terjadi pada kondisi isentropik.
3. Langkah 2-3 merupakan langkah pembakaran dengan volume konstan.
4. Langkah 3-4 merupakan langkah ekspansi gas dari pembakaran.
5. Langkah 4-1 merupakan pembuangan gas panas dari pembakaran.
6. Langkah 1-0 merupakan langkah buang energi panas.

### 2.2.2.3 Siklus Campuran

Siklus campuran dapat digambarkan oleh grafik P dan V. Siklus Campuran dapat ditunjukkan pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.3** Siklus Campuran (Arismunandar, 1983)

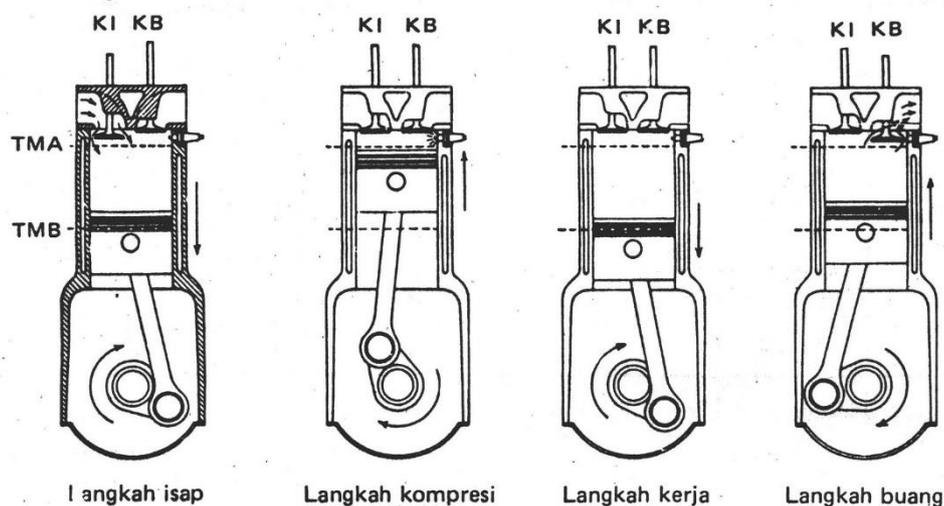
Penjelasan :

1. Langkah 0-1 yaitu proses memasukkan bahan bakar pada P yang konstan.
2. Langkah 1-2 merupakan langkah kompresi.
3. Langkah 2-3 yaitu langkah pemasukan kalor pada P yang konstan.
4. Langkah 3-4 merupakan langkah terjadinya ekspansi isentropik.

5. Langkah 4-1 merupakan proses terjadinya pembuangan pada V yang konstan.
6. Langkah 1-0 merupakan proses pembuangan gas buang pada P yang konstan.

### 2.2.3 Prinsip Kerja Motor Bakar Torak

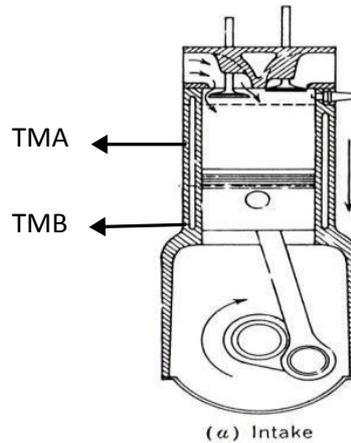
Mesin empat langkah adalah mesin yang menyelesaikan satu siklus kerja pembakaran dalam empat langkah piston dan dua kali putaran *Cranksaft* (poros engkol), yang artinya dalam satu siklus kerja telah melakukan proses hisap/pengisian, kompresi serta penyalaan, ekspansi dan langkah buangan. Jika dibandingkan dengan mesin 2 langkah, mesin 4 langkah lebih rumit dalam hal *maintenance* dikarenakan part pada mesin 4 langkah yang lebih banyak dari pada mesin 2 langkah. Pada mesin empat langkah titik yang paling atas yang mampu dicapai oleh piston disebut titik mati atas (TMA) dan titik yang paling rendah yang mampu dicapai oleh piston di dalam silinder disebut titik mati bawah (TMB). Dapat dijelaskan sebagaimana katup atau *valve* hisap dan katup buang akan bergantian terbuka dan tertutup pada saat piston berada pada posisi TMA dan TMB. Berikut siklus 4 langkah ditunjukkan pada Gambar 2.4.



**Gambar 2.4** Langkah kerja piston mesin 4 langkah.  
(Arismunandar, 1983)

Prinsip kerja mesin 4 langkah dapat dijelaskan sebagaimana berikut:

a) Langkah Hisap.

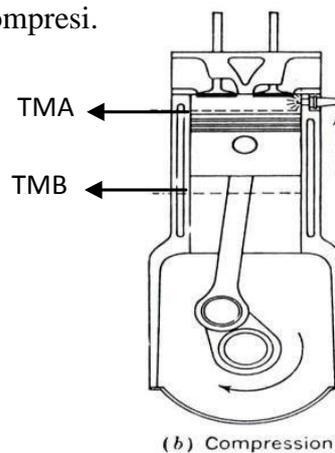


**Gambar 2.5** Langkah hisap mesin 4 langkah (Arismunandar, 1983)

Penjelasan :

1. Piston / torak bergerak turun dari TMA ke TMB.
2. Katup / *valve* masuk atau hisap membuka dan katup buang menutup.
3. Bahan bakar dan udara yang sudah tercampur akan masuk terhisap melalui katup masuk seiring bergeraknya piston ke bawah.
4. Pada saat piston berada di posisi TMB maka katup masuk atau hisap akan menutup.

b) Langkah Kompresi.

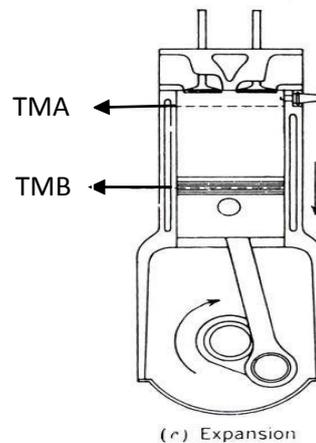


**Gambar 2.6** Langkah kompresi pada mesin 4 langkah. (Arismunandar, 1983)

Penjelasan :

Proses langkah kompresi yaitu proses campuran bahan bakar dan udara yang sudah masuk didalam silinder, selanjutnya semua katup menutup, setelah itu dikompresi atau ditekan oleh piston, dan pada saat *timing* yang tepat maka bunga api akan dipercikkan melalui busi sehingga terjadi pembakaran di dalam silinder.

c) Langkah kerja atau *ekspansi*

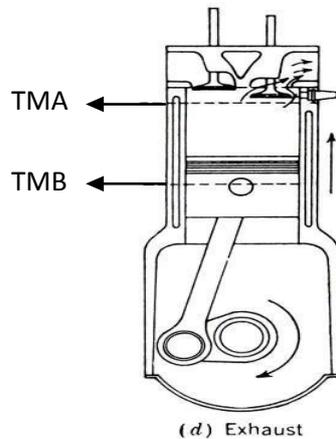


**Gambar 2.7** Langkah kerja *ekspansi* pada mesin 4 langkah (Arismunandar, 1983)

Penjelasan :

1. Katup hisap dan katup buang dalam posisi menutup semua.
2. Gas dan daya ledakan dari hasil pembakaran setelah langkah kompresi akan mendorong piston dari TMA menuju TMB.
3. Gerakan piston dari TMA menuju TMB tersebut kemudian dihubungkan dengan *connecting rod* atau batang penggerak, kemudian *cranksaft* atau poros engkol akan mengubah gerakan naik turun menjadi gerakan berputar.

## d) Langkah Buang



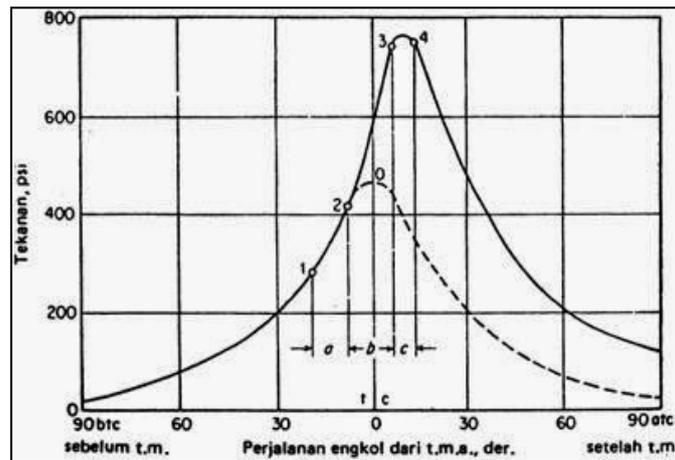
**Gambar 2.8** Langkah buang mesin motor 4 langkah (Arismunandar. 1983).

Penjelasan :

Langkah buang merupakan akhir dari siklus kerja mesin 4 langkah dimana Piston bergerak dari TMB menuju TMA dengan mendorong gas hasil pembakaran, katup hisap menutup dan katup buang membuka sehingga gas sisa pembakaran tersebut didorong keluar melewati katup buang oleh piston.

#### 2.2.4 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 2.9. 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 2.9** Grafik tekanan versus sudut engkol (Arismunandar,2005)

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 disebut periode persiapan pembakaran (a) Gambar 2.9. 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. 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 bergerakinya torak dari TMA ke TMB.

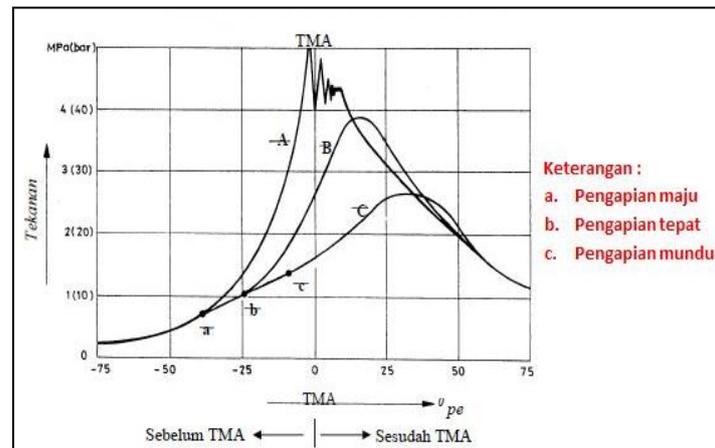
Periode pembakaran, ketika terjadi kenaikan tekanan yang berlangsung dengan cepat (garis tekanan yang curam dan lurus, garis BC pada Gambar 2.9) dinamai periode pembakaran cepat (b). Periode pembakaran ketika masih terjadi kenaikan tekanan sampai melewati tekanan yang maksimum dalam tahap

berikutnya (garis C, Gambar 2.9), 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 parameter 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.

Saat pengapian adalah saat terjadinya percikan api pada busi. Pada putaran 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.

#### **2.2.4.1. 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. Gambar 2.10 adalah grafik pada saat proses pembakaran.



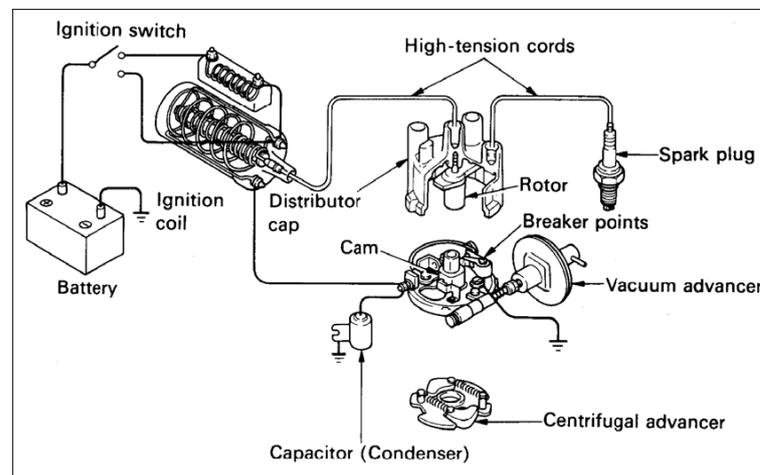
**Gambar 2.10** Grafik Pembakaran (Gaco, 2008)

1. 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.
2. 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.
3. 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.

### 2.2.5 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 2.11** Skema Sistem Pengapian (Jama, 2008 )

#### 2.2.5.1 *Timing* Pengapian

*Timing* pengapian dapat didefinisikan sebagai waktu dimana percikan bunga api terjadi pada busi atau dengan kata lain sebagai saat awal pembakaran, yaitu beberapa derajat sebelum titik mati atas (TMA) pada akhir langkah kompresi. Pada saat terjadinya percikan bunga api pada busi maka harus ditentukan campuran bahan bakar dan udara dapat terbakar dengan sempurna, sehingga dapat diperoleh hasil performa mesin yang maksimal. Untuk dapat menghasilkan daya maksimum pada saat pembakaran maka hendaknya penyalaan diatur menggunakan *timing* pengapian sehingga tekanan gas maksimum terjadi pada saat torak berada disekitar  $15^{\circ}$  sampai  $20^{\circ}$  engkol sesudah TMA. Bila *timing* pengapian terjadi terlalu awal

maka gas sisa yang belum terbakar, terpengaruh oleh pembakaran yang masih berlaku dan pemampatan masih berjalan, akan terbakar sendiri.

Pembakaran yang sempurna terjadi setelah penyalaan dimulai, api menjalar dari busi dan menyebar ke seluruh arah dalam waktu yang sebanding, dengan  $20^\circ$  sudut engkol atau lebih untuk membakar campuran sampai mencapai tekanan *maximum*, ketika *timing* pengapian terjadi terlalu lambat, beberapa pukulan berkurang, akan terjadi pada penurunan daya dan torsi, pada saat *timing* pengapian terlambat, ruang di atas piston pada akhir pembakaran sudah membesar bahwa sebagian kecil dari kalor berubah menjadi tekanan. Akibatnya adalah bahwa sisa kalor dalam jumlah besar tertinggal dalam motor. Bukan hanya disebabkan oleh pembebanan termis dari beberapa bagian, seperti katupnya menjadi terlalu panas, tetapi disebabkan oleh suhu yang tinggi akan terlampaui batas dan terbakar sendiri. *Timing* pengapian yang dimajukan yaitu sudut pengapian maju beberapa derajat sebelum TMA ketika percikan busi menyalakan campuran bahan bakar di dalam ruang bakar selama langkah kompresi. Waktu pengapian yang mundur dapat didefinisikan sebagai merubah sudut pengapian sehingga campuran bahan bakar dan udara terjadi lebih lambat dari waktu yang ditentukan.

### **2.2.5.2 Sistem Pengapian**

Pengapian berfungsi sebagai awal mulainya pembakaran atau penyalaan antara campuran bahan bakar dan udara pada saat langkah kompresi dengan *timing* yang telah ditentukan sesuai dengan putaran mesin. Sistem pengapian diklasifikasikan lagi menjadi dua macam, yaitu pengapian konvensional dan pengapian elektronik.

#### **2.2.5.2.1 Sistem Pengapian Konvensional**

Sistem pengapian konvensional dibagi menjadi dua macam yaitu sistem pengapian magnet dan sistem pengapian baterai.

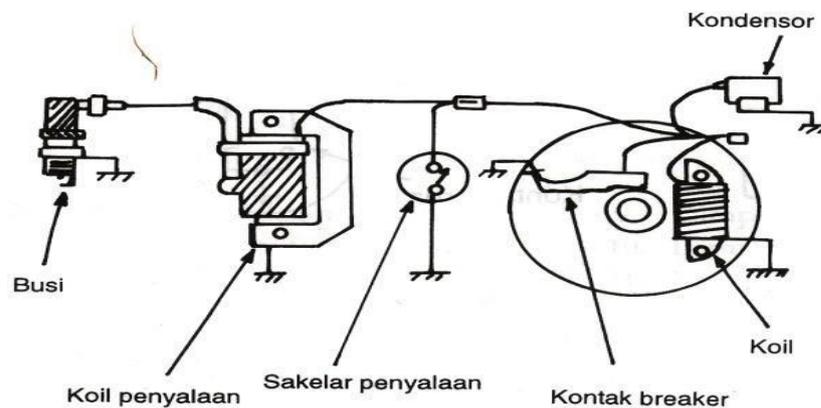
##### **a) Sistem Pengapian Magnet**

Sistem pengapian magnet yaitu loncatan bunga api pada pemantik busi dengan menggunakan arus dari kumparan magnet (AC)

Ciri ciri pengapian magnet yaitu :

1. Penghidupan mesin dengan menggunakan arus listrik bersumber dari Magnet dan lilitan.
2. Letak platina berada di dalam rotor.
3. Penggunaan koil dengan tipe AC
4. Penggunaan kiprok model plat tunggal.
5. Arus dari lampu utama kendaraan diambil dari arus putaran mesin. Sehingga semakin tinggi rpm maka akan semakin terang cahaya yg dihasilkan.

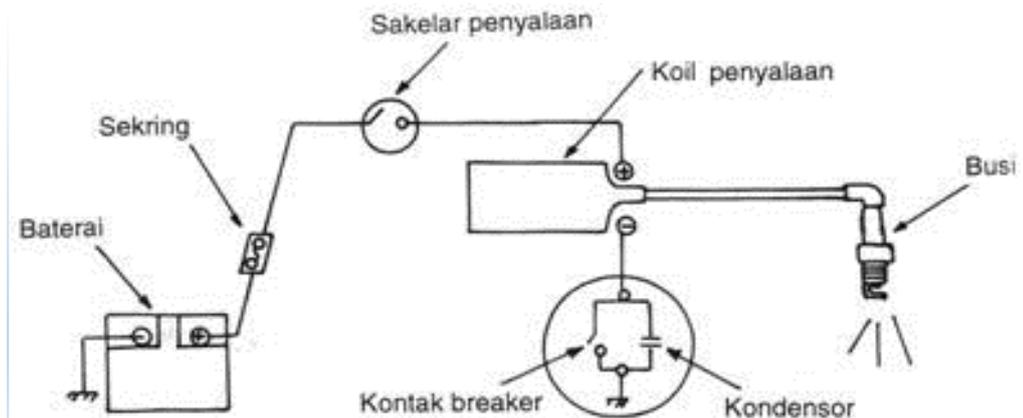
Sistem ini mempunyai dua kumparan yaitu kumparan *sekunder* dan *primer*, dimana salah satu ujung kumparan *primer* harus dihubungkan ke massa sedangkan ujung lainnya dihubungkan dengan kondensor. Pada kondensor memiliki tiga cabang, pada salah satu ujungnya disambungkan ke platina, dan bagian platina yang satunya disambungkan pada masa. Pada saat platina menutup, arus listrik yang berasal dari kumparan *primer* akan mengalir melalui platina menuju masa dan pada busi tidak memercikkan bunga api. Pada saat Platina membuka arus listrik tidak akan bisa mengalir menuju masa dan akhirnya arus listrik mengalir ke kumparan *primer* koil dan akibatnya timbul percikan bunga api pada busi.



**Gambar 2.12** Sistem Pengapian Magnet (Daryanto, 2008).

### b) Sistem Pengapian Baterai

Sistem pengapian dengan baterai seperti ini terlihat pada Gambar 2.10 sebagai berikut :



**Gambar 2.13** Sistem Pengapian Baterai (Daryanto, 2008).

Sistem pengapian baterai adalah percikan bunga api pada elektroda busi dengan menggunakan arus listrik yang bersumber dari baterai. Ciri dari sistem pengapian baterai yaitu :

1. Letak platina berada di luar rotor atau magnet.
2. Penggunaan koil tipe DC
3. Penggunaan kiprok tipe plat ganda.
4. Sinar lampu pada lampu utama di ambil dari arus baterai.

#### 2.2.5.2.2 Sistem Pengapian Elektronik

Sistem pengapian elektronik yaitu sistem pengapian yang baru dalam dunia otomotif, sistem pengapian ini sangat diminati dan sangat umum digunakan untuk keperluan balap. Di Indonesia perkembangan sistem pengapian elektronik sangat berkembang pesat, dibuktikan dengan banyaknya merk yang beredar di dunia balap.

Maksud dan tujuan penggunaan pengapian elektronik ini yaitu agar platina lebih tahan lama dan bekerja lebih efisien, atau bahkan platina dihilangkan sama sekali. Jika platina dihilangkan, sebagai ganti dari platina adalah berupa gelombang listrik yang relatif kecil, dimana arus listrik ini memiliki fungsi sebagai pemicu (*trigger*).

Rangkaian elektronik dari model sistem ini terdiri dari *diode*, *transistor*, *capasitor*, *SCR*, dan dibantu oleh beberapa komponen lainnya. Pemakaian sistem pengapian elektronik pada kendaraan sepeda motor sama sekali tidak perlu dilakukan penyetelan secara berkala seperti pada sistem pengapian yang konvensional. Bunga api pada busi dapat dihasilkan dengan besar serta stabil pada rpm rendah hingga rpm tinggi.

Pemicu rangkaian elektronik yang berasal dari putaran magnet bertugas sebagai pengganti hubungan di sistem pengapian konvensional. Arus listrik dari magnet akan melewati kumparan kawat yang relatif kecil, dan mengakibatkan memutuskan dan menyambungkan arus pada kumparan *primer* yang letaknya pada dalam koil. Jadi pada sistem pengapian elektronik koil tetap digunakan.

Kelebihan dari sistem pengapian elektronik adalah :

1. Penghematan konsumsi bahan bakar.
2. Putaran mesin lebih stabil dan mudah untuk dihidupkan.
3. Komponen Pengapian elektronik ini tidak perlu dilakukan penyetelan secara berkala dan lebih awet dalam pemakaian.
4. Gas buang yang dihasilkan lebih ramah lingkungan dari pada pengapian konvensional.

Ada beberapa sistem pengapian elektronik yang antara lain, yaitu *PEI* (*Pointless Electronic Ignition*). Sistem pengapian *PEI* menggunakan magnet yang memiliki tiga buah kumparan untuk pengisiannya. Untuk pengapiannya pengapian *PEI* memiliki dua buah kumparan, yaitu kumparan pada putaran mesin rendah dan kumparan pada putaran mesin kecepatan tinggi.

Komponen sistem pengapian *PEI* :

a) Koil

Koil menggunakan koil khusus untuk sistem *PEI* dan didesain khusus untuk sistem ini. Sehingga koil sistem pengapian *PEI* berbeda dengan koil yang digunakan pada sistem pengapian konvensional.

#### b) Magnet

Magnet yang dipakai pada sistem yang ini memiliki 4 buah kutub, 2 buah kutub utara dan 2 buah kutub selatan. Letak dari kutub – kutub tersebut bertentangan satu sama lain. Pada saat satu kali putaran magnet, menghasilkan dua kali penyalaan, tetapi hanya satu saja yang digunakan, yaitu yang tepat berada di beberapa derajat sebelum piston mencapai TMA.

#### c) CDI (*Capasitor Discharge Ignition*)

CDI merupakan rangkaian dari komponen elektronik, CDI sebagian besar merupakan *kondensor* dan sebuah SCR (*Silicon Controler Rectifier*). SCR bekerja layaknya katup listrik, pada saat katup membuka dan aliran listrik akan mengalir menuju pada kumparan *primer* koil, yang bertujuan agar kumparan silinder mempunyai arus induksi. Dari induksi pada kumparan listrik tersebut arus listrik akan diteruskan menuju elektroda pada busi.

### 2.2.6 CDI (Capasitor Discharge Ignition)

CDI bekerja dengan cara mengatur *timing* pengapian pada mesin. CDI bekerja didukung dengan pulser sebagai sensor dimana posisi piston dan sinyal dari pulser akan mengirimkan arus pada SCR yang akan membuka, jadi arus yang berada di dalam kapasitor akan dilepaskan dalam CDI. Tidak hanya pulser, CDI bekerja juga harus didukung dengan Aki (pada sistem CDI DC) atau lilitan spul (sistem CDI AC). Oleh karena itu sebagian arus listrik kemudian akan diolah pada CDI. Kerja CDI juga harus didukung oleh koil sebagai pembesar arus listrik dan kemudian didistribusikan ke Busi.

Komponen komponen pada CDI yaitu :

#### a) Inverter

Inverter berfungsi seperti koil yaitu dengan mengubah arus 12 volt DC menjadi 250 volt AC. Perbedaannya yaitu jika koil tetap dengan arus DC dan tidak berubah arusnya.

b) Regulator

Penyusun dari regulator sendiri adalah dari elco atau *Aluminium capacitor* dan SCR (*Silicon Rectifier*). Berfungsi sebagai penyetabil tegangan aki agar tetap berada di 12 Volt.

c) Penyearah

Tegangan yang besarnya 250 Volt kembali dijadikan arus DC yang searah. Komponen nya sendiri yaitu dioda, dengan mengubah tegangan 250 volt AC dan dirubah menjadi tegangan 250 Volt DC.

d) Kapasitor

Kapasitor merupakan inti dari CDI. Nama CDI (*Capasitor Discharge Ignition*) yang asal namanya dari kapasitor. Pada umumnya dalam rangkaian yang berwarna merah atau disebut juga *metal film*. Fungsinya yaitu untuk penyimpanan sementara arus listrik jika sensor pulser tidak memberikan sinyalnya.

e) Pembangkit *Iscillator*

Berfungsi sebagai pembangkitan kontrol sinyal menuju *inverter*. Dengan cara menghitung sinyal yang berasal dari pulser dan *feed back control*.

f) *Feed Back Control*

Berfungsi sebagai pendeteksi arus atau tegangan, yang kemudian dibalikkan ke kontrol *oscilator*.

g) IC (*Integrated Computer*)

Perbedaan dari CDI analog dan CDI digital sebenarnya hanya terletak pada IC atau *micro computer* ini. Untuk IC analog yang berasal dari bawaan pabrikan sepeda motor itu sudah ada isi programnya sedangkan untuk IC digital sendiri masih kosong belum tersedia programnya.

### 2.2.7 Pengaruh Pengapian

Sistem pengapian dengan CDI adalah penyempurnaan dari pengapian konvensional (sistem pengapian dengan platina) yang banyak memiliki kelemahan. Celah platina yang sering berubah ubah membuat *performa* kendaraan menjadi

tidak maksimal, alasan itulah yang menjadikan sistem pengapian CDI digunakan sampai saat ini dan menggantikan sistem pengapian platina.

Untuk jenis pengapian terbagi menjadi 2 (DC dan AC). Sumber arus yang digunakan ada 2 macam, yaitu yang berasal dari baterai dan magnet. Perbedaannya yaitu, untuk sistem pengapian baterai memiliki sumber arus yang berasal dari baterai, sedangkan untuk pengapian magnet sumber arus yang dipakai yaitu berasal dari arus AC yang asalnya dari magnet.

Untuk saat ini sistem pengapian yang menggunakan sistem pengapian platina sudah tidak digunakan. Sebagai gantinya, pemakaian sistem pengapian CDI yang digunakan jauh lebih baik dari sistem pengapian Platina. Pengapian CDI memiliki banyak keunggulan karena pengapian CDI merupakan penyempurnaan dari pengapian platina.

Pada sistem pengapian CDI busi pada kendaraan juga tidak mudah berkerak atau kotor, dikarenakan tegangan yang dihasilkan oleh kumparan sekunder koil pengapiannya jauh lebih stabil dan sirkuit yang berada didalam unit CDI jauh lebih tahan terhadap air karena di bungkus oleh casing plastik. Pada sistem pengapian CDI bunga api yang dihasilkan oleh busi lebih besar dan lebih stabil pada putaran mesin rendah hingga putaran mesin tinggi. Hal ini menjadi alasan kenapa jenis pengapian CDI yang selalu di pakai untuk saat ini.

Sistem pengapian CDI menjadi sangat penting, karena sistem CDI bekerja sebagai pengatur pembakaran pada kendaraan. Jika sistem pengapian CDI mengalami kerusakan, maka *performa* yang dihasilkan oleh mesin tidak maksimal, bahkan jika dibiarkan dalam jangka panjang akan merusak komponen mesin lainnya.

## **2.2.8 Bahan Bakar**

### **2.2.8.1 Pertamax**

Pertamax adalah bahan bakar yang ramah lingkungan (*unleaded*) yang memiliki oktan yang cukup tinggi serta merupakan pengembangan dan penyempurnaan dari bahan bakar sebelumnya. Komposisi formula yang baru terbuat dari bahan yang berkualitas tinggi dan dapat dipastikan mesin kendaraan yang memakai produk Pertamax akan bekerja lebih baik, lebih bertenaga pada

setiap putaran mesin, *knock free*, emisi gas buang yang rendah, dan lebih mempunyai konsumsi bahan bakar yang lebih irit. Pertamina diperuntukkan untuk kendaraan yang memiliki kompresi tinggi dan harus menggunakan bahan bakar yang memiliki oktan minimal 92 serta tidak memiliki timbal. Pertamina juga dapat digunakan pada kendaraan yang masih menggunakan karburator atau pada umumnya pada kendaraan dengan masa produksi kurang dari tahun 1990-an. Dengan menggunakan Pertamina pada kendaraan dibawah tahun 1990-an maka secara tidak langsung akan membersihkan ruang bakar dan piston karena Pertamina memiliki sifat *detergency* yang merupakan sifat yang mampu membersihkan dalam setiap prosesnya.

Produk Pertamina juga sangat direkomendasikan untuk kendaraan yang produksinya diatas tahun 1990 an, terutama untuk kendaraan yang sudah mempunyai teknologi *Electronic fuel Injection* pada sistem penyuplai bahan bakarnya, karena kendaraan yang sudah memiliki sistem penyuplai bahan bakar dengan *Electronic fuel Injection* pada umumnya direkomendasikan untuk menggunakan bahan bakar dengan kualitas yang baik. Untuk kendaraan yang di bawah tahun 1990-an tetapi ingin memaksimalkan kinerja mesinnya, dapat dilakukan dengan cara menggunakan bahan bakar yang berkualitas. Maka sangat direkomendasikan untuk menggunakan bahan bakar Pertamina. Pertamina mempunyai nilai oktan 92 dan memiliki *stabilitas oksidasi* yang tinggi dan memiliki kandungan *Olefin* , *aromatic* dan *benzene* saat bekerja pada mesin. Pertamina juga dilengkapi dengan zat adiktif generasi ke 5 dengan sifat *detergency* atau sekaligus membersihkan dan dipastikan *Injection*, Karburator, Ruang bakar dan *Inlet valve* tetap bersih agar kinerja mesin tetap optimal. Pertamina sudah tidak menggunakan bahan campuran timbal dan metal yang sering dipakai pada jenis bahan bakar lainnya yang bertujuan untuk peningkatan nilai oktan, sehingga Pertamina adalah bahan bakar yang sangat baik atau bersahabat dengan lingkungan. Pertamina juga dapat memberikan efisiensi dalam konsumsi bahan bakar, karena memiliki nilai oktan yang lebih tinggi dari bahan bakar premium. (Pertamina, 2012). Spesifikasi Pertamina ditunjukkan pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Spesifikasi tentang Pertamina (Ivan, 2016)

	Sifat	Batasan	
		Min	Max
1	Nilai Angka oktan riset	92	-
2	Nilai Kandungan pb (gr/lit)	-	0,30
3	DESTILASI	-	-
	-10% VOL.penguapan (°C)	-	70
	-50% VOL.penguapan (°C)	77	110
	-90% VOL.penguapan (°C)	-	180
	-Titik didih akhir (°C)	-	205
	-Residu (% vol)	-	2,0
4	Nilai Tekanan Uap Reid pada 37,8 °C (psi)	45	60
5	Nilai Getah purawa (mg/100ml)	-	4
6	Nilai Periode induksi (menit)	480	-
7	Nilai Kandungan Belerang (% massa)	-	0,1
8	Nilai Korosi bilah tembaga (3jam/50°C)	-	No.1
9	Nilai Uji doktor atau alternative belerang mercapatan (% masa)	-	0,00
10	Viskositas	2,60 (cSt)	
11	Nilai kalor	50,5429 MJ/kg	
12	Warna bahan bakar	Biru	

**(Keputusan Dirjen Migas No. 940/34/DJM/2002)**

### 2.2.8.2 Shell Super

Shell super merupakan produk bahan bakar dari Shell yang memiliki nilai oktan 92, dan shell super sendiri banyak memiliki keunggulan di bandingkan bahan bakar lainnya seperti Pertamina 92. Bahan bakar Shell Super didesain khusus untuk kendaraan yang memiliki kompresi mesin yang tinggi. Shell Super memiliki

campuran zat adiktif yang mampu membersihkan ruang mesin sehingga ruang bakar tidak mudah berkerak akibat dari sisa pembakaran yang tidak sempurna. Shell Super juga memiliki keunggulan yang membuat mesin lebih halus dan bertenaga akibat dari sempurnanya bahan bakar yang di bakar di dalam ruang bakar. Produk ini juga memiliki anti *knocking*, jadi untuk pemakaian jangka panjang sangat direkomendasikan untuk memakai Shell Super (Shell, 2016). Spesifikasi shell super dapat dilihat pada Tabel 2.2

**Tabel 2.2** Spesifikasi Shell Super (Shell, 2016)

No.	Spesifikasi Shell Super 92	
1.	Warna	Kuning Muda
2.	Bentuk	Cair
3.	Bau	Hidrokarbon
4.	Titik nyala	40° C
5.	Titik didih	25°C - 170° C
6.	Tinggi batas ledakan	8% (V)
7.	Rendah batas ledakan	1% (V)
8.	Densitas	715 – 775 kg/ m <sup>3</sup>
9.	Koefisien partisi	Log Pow : kira kira -0,3 - 7
10.	Suhu dapat membakar sendiri	250° C
11.	Viskositas, kinematika	0,50 – 0,75 mm <sup>2</sup> /s
12.	CO	0,101 % vol
13.	HC	44 ppm vol
14.	Lambda	1,475
15.	Nilai Oktan	92
16.	Nilai kalor	49,8127 MJ/kg
17.	Viskositas	2,7 (cSt)

### 2.2.8.3 Angka Oktan

Angka oktan pada bahan bakar adalah suatu bilangan satuan yang menunjukkan sifat anti *Knocking*. Dapat dikatakan, semakin tinggi nilai atau angka

oktan maka akan semakin berkurang kemungkinan terjadinya detonasi atau *knocking*. Seiring berkurangnya kemungkinan untuk detonasi atau *Knocking*, maka komposisi campuran antara bahan bakar dan udara yang bercampur di dalam ruang bakar yang akan dikompresikan oleh piston akan menjadi lebih baik dan tenaga mesin akan lebih tinggi dan berakibat bahan bakar semakin lebih hemat.

Besar kecilnya angka oktan bahan bakar sangat tergantung kepada presentase *iso – oktan* dan *normal heptana* yang disebut oktan rendah. Dikarenakan mudahnya terjadi detonasi, alangkah baiknya bahan bakar yang lebih cenderung menuju ke arah sifat *iso – oktan* (lebih susah untuk detonasi) dapat disebut beroktan tinggi. Contohnya, suatu bahan bakar dengan nilai angka oktan 90 akan lebih susah untuk detonasi dari pada dengan bahan bakar yang mempunyai oktan 70. Dapat dikatakan kecenderungan bahan bakar untuk detonasi dapat diukur dari nilai oktannya, *iso oktan* murni dapat diberi nilai 100. Sedangkan *Heptana normal* murni indeks diberikan nilai 0. Dengan demikian, suatu bahan bakar yang memiliki angka oktan 90 mempunyai arti bahwa bahan bakar tersebut mempunyai kecenderungan untuk berdetonasi sama dengan campuran yang terdiri dari 90% volum *iso oktan* dan nilai 10% nya volume *heptana normal*. Nilai oktan dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Nilai Angka Oktan Untuk Bahan Bakar (Ivan, 2016)

Jenis Bahan Bakar	Angka Oktan
Premium	88
Pertamax	92
Pertamax Plus	95
Pertamax Racing	100
Bensol	100

### 2.2.9 Dynamometer

*Dynamometer* adalah sebuah alat yang digunakan untuk menghitung atau mengukur torsi dan *power* yang dihasilkan oleh mesin, sehingga tidak perlu dilakukan test uji jalan.

Jenis - jenis dinamo yaitu :

a. *Engine dyno*

Kendaraan atau mesin akan diukur terlebih dahulu akan dinaikkan di atas mesin *dyno*, untuk *dyno* jenis ini tenaga yang akan diukur adalah hasil dari rpm atau putaran mesin yang murni.

b. *Chasis dyno*

Roda diletakkan diatas *drum dyno* yang akan berputar. Pada jenis *dyno* ini kerja mesin yang terukur adalah *power* sebenarnya yang dihasilkan oleh mesin karena sudah dikurangi oleh beberapa faktor gesekan yang biasanya bisa mencapai 30% selisihnya jika dibandingkan dengan pengukuran *engine dyno*.

### 2.2.10 Perhitungan Daya, Torsi, dan Konsumsi Bahan Bakar.

Torsi adalah momen puntir mesin untuk menyelesaikan siklus langkah kerjanya. Torsi diartikan sebagai daya yang bekerja dengan jarak moment dan jika dihubungkan dengan kerja dapat dilihat dan ditunjukkan oleh persamaan 2.1.

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

dengan:

$$T = \text{Torsi ( N.m )}$$

$$F = \text{Gaya yang terukur dari } \textit{Dynamometer} \text{ ( N )}$$

$$L = \text{Panjang langkah dari } \textit{Dynamometer} \text{ ( m )}$$

Daya yaitu besaran usaha yang berhasil dihasilkan oleh setiap satuan waktu, dapat dijelaskan sebagai kemampuan mesin melakukan percepatan pada putaran mesin, ditunjukkan oleh persamaan 2.2.

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{60.000} \dots \dots \dots (2.2)$$

dengan:

$$P = \text{Daya (kW)}$$

$$N = \text{Putaran mesin (rpm)}$$

$$T = \text{Torsi (N.m)}$$

Daya biasanya dinyatakan dalam satuan KW, akan tetapi dapat juga dinyatakan dalam satuan HP dengan konversi :

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

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

Data konsumsi bahan bakar yang dapat diambil dengan cara menguji jalan, yaitu dengan cara mengganti tangki bahan bakar motor standar dengan tangki bahan bakar modifikasi mini dengan volume 400 ml. Tangki diisi 300 ml dan dapat digunakan untuk pengujian jalan hingga jarak 5 km dan hitung kembali bahan bakar yang tersisa dalam tangki tersebut. Selanjutnya dapat ditunjukkan oleh persamaan 2.3 dan 2.4.

Konsumsi Bahan Bakar :

$$K_{bb} = \frac{V}{t} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dengan =

$K_{bb}$  = Konsumsi bahan bakar yang terpakai (ml/s)

$v$  = Volume bahan bakar yang terpakai (ml)

$t$  = Waktu (s)

Jarak tempuh kendaraan dalam satu liter bahan bakar :

$$JT = \frac{S}{V} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dengan =

$V$  = Volume bahan bakar yang terpakai (l)

$S$  = Jarak (km)

$JT$  = Jarak tempuh (km/l)