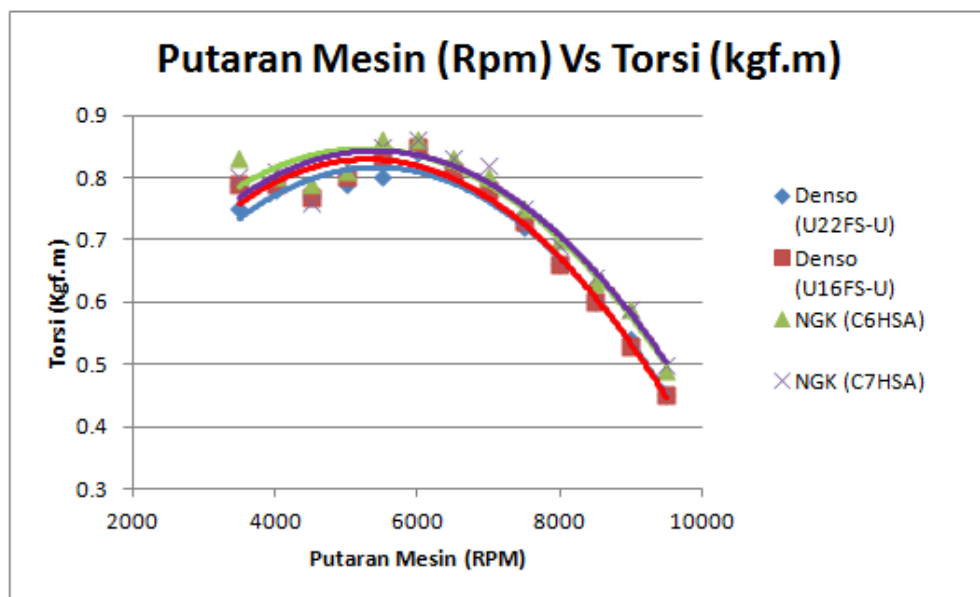


## BAB II

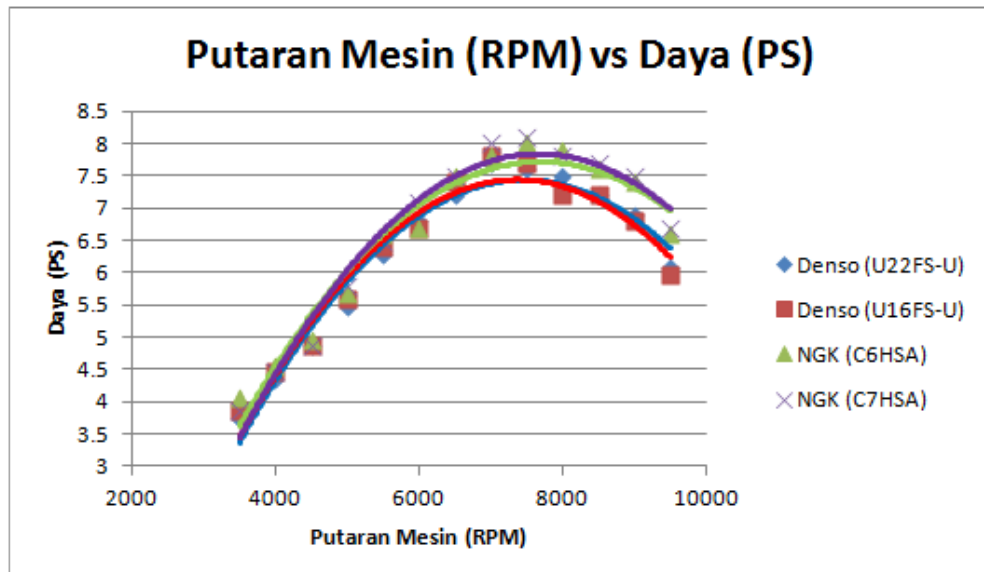
### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Nurdianto dan Ansori, (2015), meneliti pengaruh variasi tingkat panas busi terhadap performa mesin dan emisi gas buang sepeda motor 4 tak. Penelitian tersebut memperoleh hasil sebagai berikut: busi sedang dapat menaikkan performa mesin dan menurunkan emisi gas buang kendaraan, jika menggunakan busi panas dapat menyebabkan terjadinya *pre-ignition* jika digunakan secara terus menerus dapat menyebabkan performa mesin turun dan emisi gas buang meningkat dikarenakan busi panas memiliki karakteristik melepas panas yang rendah. Penggunaan busi NGK C7HSA pada sepeda motor Honda New Supra Fit 2006 lebih baik terhadap performa maupun emisi gas buang kendaraan yang dihasilkan sepeda motor dibandingkan menggunakan busi Denso U22FS-U, Denso U16FS-U dan NGK C6HSA.



**Gambar 2.1.** Grafik Hubungan Torsi dengan busi NGK C7HSA, busi Denso U16FS-U dan NGK C6HSA

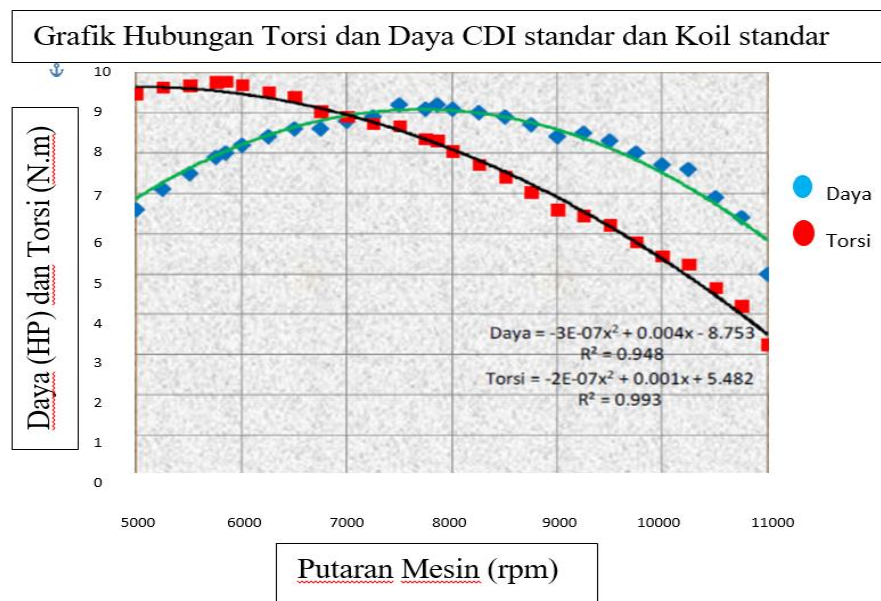


**Gambar 2.2.** Grafik Hubungan Torsi dengan busi NGK C7HSA, busi Denso U16FS-U dan NGK C6HSA

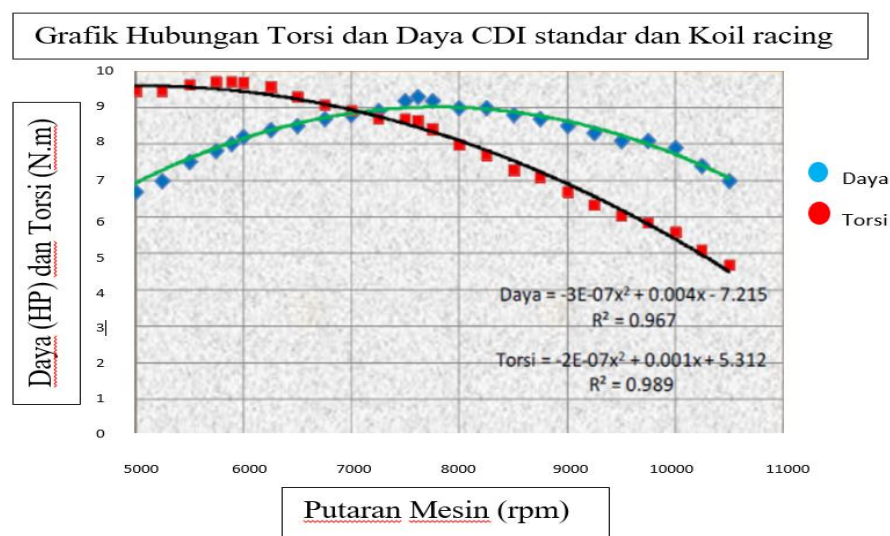
Ludfianto, (2013), meneliti penggunaan twin spark ignition dengan konfigurasi berhadapan secara Horizontal pada Motor Yamaha fizr dua langkah 100 cc. Penelitian tersebut memperoleh hasil sebagai berikut: Torsi tertinggi untuk pengapian standar 2 busi adalah 9,34 N.m pada putaran 6323 rpm. Daya tertinggi untuk pengapian 2 busi standar adalah 6,24 kW pada putaran 6382 rpm. Sedangkan Torsi tertinggi untuk pengapian *racing* 2 busi adalah 9,48 N.m pada putaran 6283 rpm. Daya tertinggi untuk pengapian *racing* 2 busi adalah 6,338 kW pada putaran 6424 rpm. Hasil analisa perbandingan antara pengapian *racing* dan pengapian standar adalah sebagai berikut: Pada penggunaan pengapian *racing* kinerja motor uji meningkat dibanding dengan penggunaan pengapian standar. Dan Pada penggunaan pengapian *racing* konsumsi bahan bakar lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan pengapian standar.

Marlon Marlindo, (2012), meneliti analisa penggunaan cdi racing programmable dan koil racing pada mesin sepeda motor standar. Penelitian tersebut memperoleh data Torsi tertinggi menggunakan pengapian standar pada rpm 4500 sampai 6000 dengan maximal torsi 9,77 pada rpm 5842. Tetapi untuk putaran di atas 6000 rpm terbesar dihasilkan oleh pengapian menggunakan CDI

racing dan koil racing, sedangkan daya tertinggi menggunakan pengapian CDI standard dan koil racing pada putaran 5000 sampai 7614 rpm dibanding pengapian jenis yang lain dan daya maksimal 9,3 HP pada 7614 rpm akan tetapi untuk putaran diatas 7614 rpm daya tertinggi dihasilkan oleh CDI racing dan koil racing, konsumsi bahan bakar CDI standard dan koil racing memerlukan bahan bakar yang sedikit dibanding CDI dan Koil standar



**Gambar 2.3.** Grafik Hubungan Torsi dan Daya CDI standar dan Koil standar



**Gambar 2.4.** Grafik Hubungan Torsi dan Daya CDI standar dan Koil racing

Mashudi dan Wailanduw, (2014), Meneliti tentang pengaruh modifikasi CDI DC terhadap tegangan induksi koil pada kendaraan bermotor. Dari penelitian ini di peroleh hasil Penggunaan CDI modifikasi pada kendaraan sepeda motor Honda Mega Pro tahun 2007 dengan proses modifikasi pada kumparan primer transformator CDI DC yaitu 29 lilitan tetap seperti standart, sedangkan pada kumparan sekunder dilakukan modifikasi dengan menambah jumlah lilitan menjadi 1060 lilitan dari kondisi standart yaitu 860 lilitan. maka terjadi peningkatan tegangan pada sekunder koil. Peningkatan tegangan ini karena proses pemutusan pada unit CDI terjadi lebih cepat yang menyebabkan proses penginduksian pada koil pengapian akan menghasilkan tegangan yang lebih besar dari pada dengan menggunakan CDI standart. Tegangan yang dihasilkan dari penggunaan CDI modifikasi dari awal putaran stasioner yaitu 1500 rpm sampai 9000 rpm rata-rata terjadi peningkatan yang signifikan. CDI modifikasi cenderung lebih besar dibandingkan dengan menggunakan CDI standart.

Fahrudin dkk, (2012), penggunaan *ignition booster* dan variasi jenis busi terhadap torsi dan daya mesin pada Yamaha mio soul tahun 2010. Penelitian tersebut memperoleh hasil sebagai berikut: Penggunaan Ignition Booster dapat meningkatkan torsi pada poros roda, dibuktikan dengan pengujian menggunakan pengapian standar diperoleh torsi maksimal sebesar 4,80 ft.lbs pada putaran 6000 rpm. Sedangkan pada pengujian dengan menggunakan Ignition Booster diperoleh torsi maksimal sebesar 4,87 ft.lbs. Penggunaan variasi jenis busi dapat meningkatkan torsi dan daya pada poros roda. Hal ini dibuktikan dengan pengujian menggunakan busi standar diperoleh torsi maksimal sebesar 4,87 ft.lbs, busi platinum diperoleh torsi maksimal sebesar 4,85 ft.lbs, dan busi iridium diperoleh torsi maksimal sebesar 4,97 ft.lbs pada putaran 6000 rpm. Sedangkan untuk daya pada poros menggunakan busi standar diperoleh daya maksimal sebesar 6,25 hp, busi platinum diperoleh daya maksimal sebesar 6,35 hp, dan busi iridium diperoleh torsi maksimal sebesar 6,43 hp pada putaran 8000 rpm.

## **2.2. Dasar Teori**

### **2.2.1. Pengertian Motor Bakar**

Motor bakar torak merupakan salah satu jenis mesin penggerak. Dengan memanfaatkan energi kalor dari proses pembakaran menjadi energi mekanik. Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin kalor yang proses pembakarannya terjadi dalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus sebagai fluida kerjanya. Mesin yang bekerja dengan cara seperti tersebut disebut mesin pembakaran dalam. Adapun mesin kalor yang cara memperoleh energi dengan proses pembakaran di luar disebut mesin pembakaran luar. Sebagai contoh mesin uap, dimana energi kalor diperoleh dari pembakaran luar, kemudian dipindahkan ke fluida kerja melalui dinding pemisah.

## **2.3. Sistem Kerja Motor Bakar**

### **2.3.1. Siklus Kerja Motor Bakar Torak 4 Langkah**

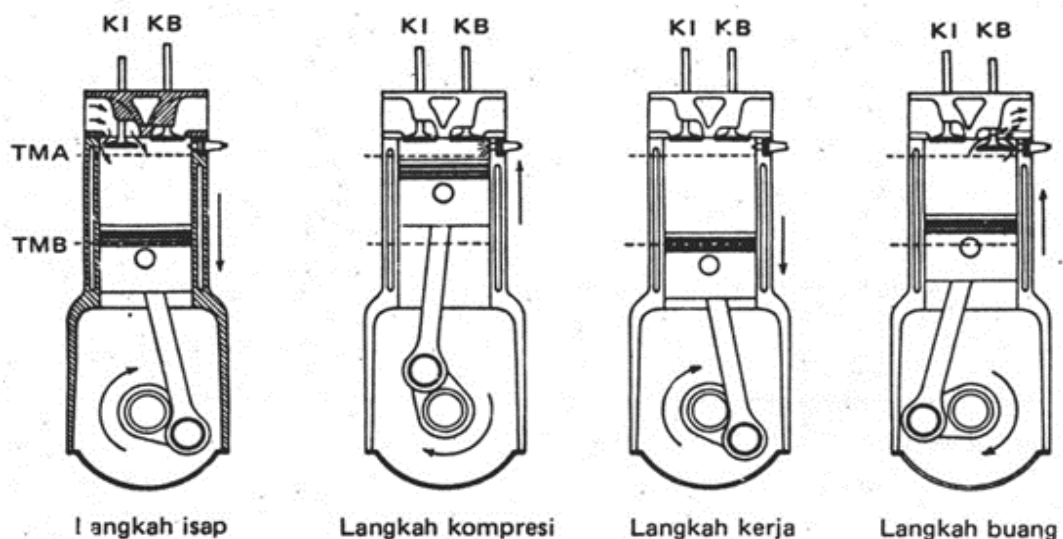
Motor bakar torak bekerja melalui mekanisme langkah yang terjadi berulang-ulang atau periodik sehingga menghasilkan putaran pada poros engkol. Sebelum terjadi proses pembakaran di dalam silinder, campuran udara dan bahan bakar harus dihisap dulu dengan langkah hisap.

1. Pada langkah ini, piston bergerak dari TMA (Titik Mati Atas) menuju TMB (Titik Mati Bawah), katup isap terbuka sedangkan katup buang masih tertutup. Setelah campuran bahan bakar udara masuk silinder kemudian dikompresi dengan
2. langkah kompresi, yaitu piston bergerak dari TMB menuju TMA, kedua katup isap dan buang tertutup. Karena dikompresi volume campuran menjadi kecil dengan tekanan dan temperatur naik, dalam kondisi tersebut campuran bahan-bakar udara sangat mudah terbakar. Sebelum piston sampai TMA campuran dinyalakan terjadilah proses pembakaran menjadikan tekanan dan temperatur naik, sementara piston masih naik terus sampai TMA sehingga tekanan dan temperatur semakin tinggi.
3. langkah kerja atau langkah ekspansi, Setelah sampai TMA kemudian torak didorong menuju TMB dengan tekanan yang tinggi, katup isap

dan buang masih tertutup. Selama piston bergerak menuju dari TMA ke TMB yang merupakan volume gas pembakaran bertambah besar dan tekanan menjadi turun. Sebelum piston mencapai TMB katup buang dibuka, katup masuk masih tertutup.

4. langkah buang, piston bergerak lagi menuju ke TMA mendesak gas pembakaran keluar melalui katup buang. Setelah langkah buang selesai siklus dimulai lagi dari langkah isap dan seterusnya.

Piston bergerak dari TMA - TMB - TMA - TMB - TMA membentuk satu siklus. Ada satu langkah tenaga dengan dua putaran poros engkol. Motor bakar yang bekerja dengan siklus lengkap tersebut diklasifikasikan masuk golongan



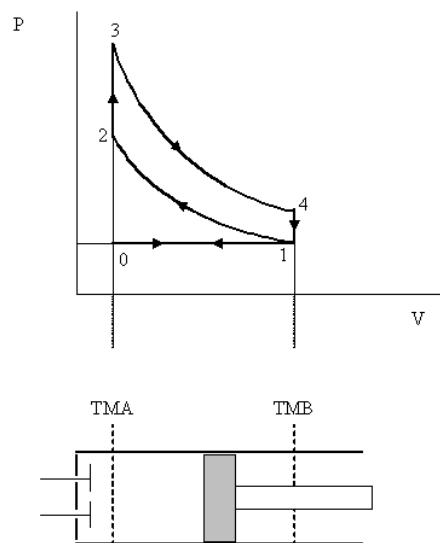
motor 4 langkah.

**Gambar 2.5.** Skema Gerakan Torak 4 langkah (Arismunandar, 2002)

Proses teoritis (ideal) motor bensin adalah proses yang bekerja berdasarkan siklus otto dimana proses pemasukan kalor berlangsung pada volume konstan. Ada beberapa penetapan dalam asumsi dalam hal ini :

- 1) Kompresi berlangsung isentropis;
- 2) Pemasukan kalor pada volume konstan dan tidak memerlukan waktu;
- 3) Ekspansi isentropis;
- 4) Pembuangan kalor pada volume konstan;

5) Fluida kerja udara adalah dengan sifat gas ideal dan selama proses, panas jenis konstan. Efisiensi siklus aktual jauh lebih rendah dibandingkan dengan siklus teoritiskarena berbagai kerugian pada operasi mesin secara aktual yang disebabkan oleh beberapa kasus penyimpangan.



**Gambar 2.6** Diagram P vs v dari siklus *Otto* volume konstan  
(Arismunandar, 2002)

Keterangan:

0-1 : Pemasukan BB pd P konstan

1-2 : Kompresi Isentropis

2-3 : Pemasukan kalor pd V konstan

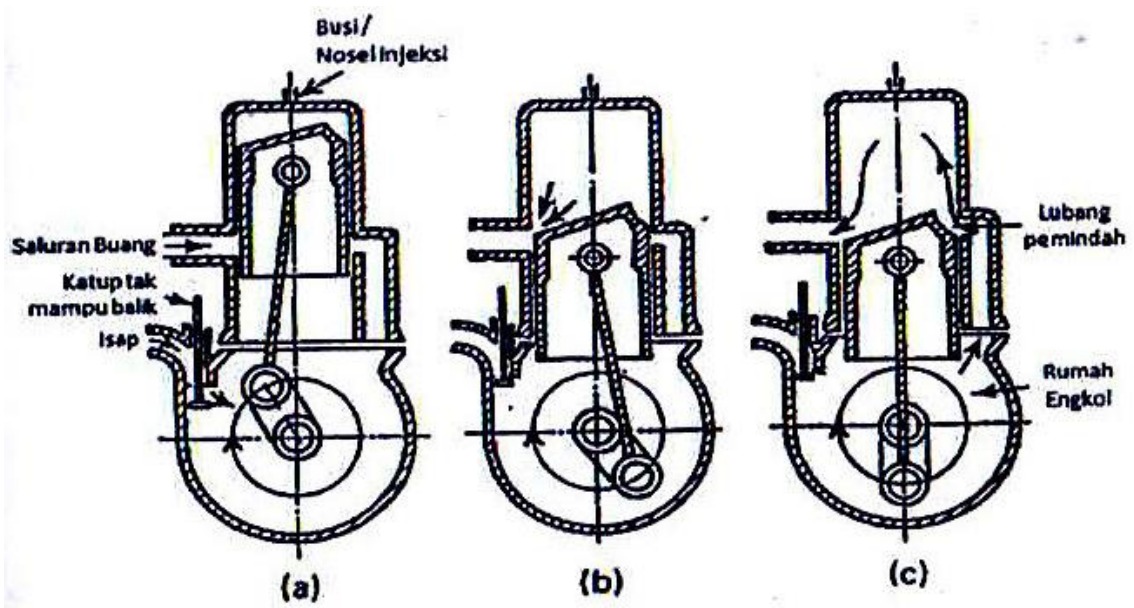
3-4 : Ekspansi Isentropis

4-1 : Pembuangan kalor pd V konstan

1-0 : Pembuangan gas buang pd P konstan

### 2.3.2. Motor bensin 2 langkah

Motor bensin 2 langkah adalah mesin yang proses pembakarannya dilakukan pada satu kali putaran poros engkol yang berakibat dua kali langkah piston (Ludfianto, 2013).



**Gambar 2.7.** Skema Gerakan Torak 2 Langkah (Satibi, 2013)

Skema langkah kerja pada motor 2 langkah, jika piston bergerak naik dari TMB ke TMA maka saluran bilas dan saluran buang akan tertutup. Dalam hal ini gas dalam ruang bakar dikompresikan. Sementara itu gas baru masuk ke ruang engkol, beberapa derajat sebelum piston mencapai TMA, busi akan meloncatkan api sehingga terjadi pembakaran bahan bakar.

Prinsip kerja dari motor 2 langkah adalah sebagai berikut :

Langkah Hisap :

1. Torak bergerak dari TMA ke TMB.
2. Pada saat saluran bilas masih tertutup oleh torak, di dalam bak mesin terjadi kompresi terhadap campuran bensin dengan udara.
3. Di atas torak, gas sisa pembakaran dari hasil pembakaran sebelumnya sudah mulai terbuang keluar saluran buang.
4. Saat saluran bilas sudah terbuka, campuran bensin dengan udara mengalir melalui saluran bilas terus masuk ke dalam ruang bakar.



Langkah Kompresi :

1. Torak bergerak dari TMA ke TMB.
2. Rongga bilas dan rongga buang tertutup, terjadi langkah kompresi dan setelah mencapai tekanan tinggi busi memercikkan bunga api listrik untuk membakar campuran bensin dengan udara tersebut.
3. Pada saat yang bersamaan, di bawah (di dalam bak mesin) bahan bakar dan udara yang baru masuk kedalam bak mesin melalui saluran masuk.

Langkah Kerja/ekspansi :

1. Torak kembali dari TMA ke TMB akibat tekanan besar yang terjadi pada waktu pembakaran bahan bakar.
2. Saat itu torak turun sambil mengkompresi bahan bakar baru di dalam bak mesin.

Langkah Buang :

1. Menjelang torak mencapai TMB, saluran buang terbuka dan gas sisa pembakaran mengalir terbang keluar.
2. Pada saat yang sama bahan bakar dan udara baru masuk ke dalam ruang bahan bakar melalui rongga bilas.
3. Setelah mencapai TMB kembali, torak mencapai TMB untuk mengadakan langkah sebagai pengulangan dari yang dijelaskan diatas.

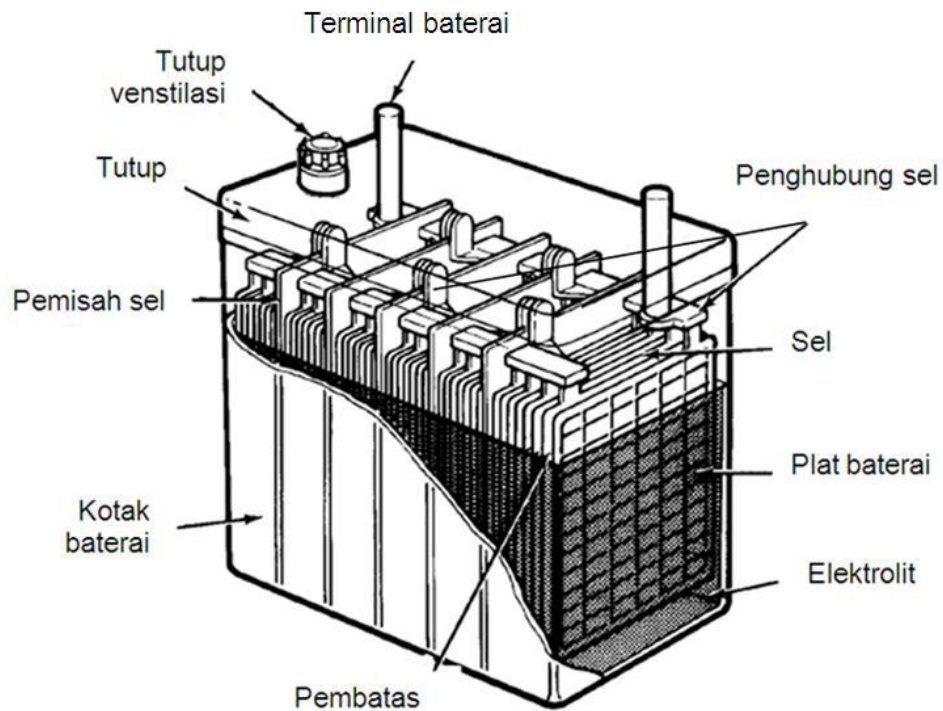
#### **2.4. Sistem Pengapian**

Sistem pengapian berfungsi untuk menghasilkan percikan bunga api yang besar dan waktu pengapian yang tepat pada busi untuk membakar campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder (Mashudi dan Wailanduw, 2014).

Berikut ini bagian-bagian penting pada sistem pengapian :

##### **2.4.1. Baterai**

Baterai merupakan sumber arus bagi lampu-lampu pada kendaraan. Selain itu baterai juga berfungsi sebagai sumber arus pada sistem pengapian. Prinsip kerja dari baterai = saat kutub positif (timbal oksida) dan kutub negatif (timbal) bereaksi dengan larutan elektrolit (asam sulfat) maka akan terjadi pelepasan muatan elektron. Elektron yang bergerak dari kutub negatif ke kutub itu akan menjadi arus listrik (Arif Prabowo, 2005).

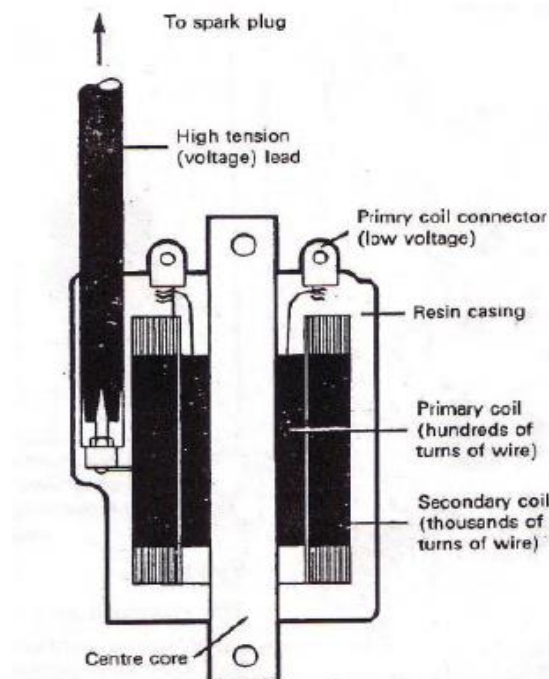


**Gambar 2.8.** Konstruksi baterai (Jalius, 2008)

#### 2.4.2. Koil Pengapian

Arus listrik yang datang dari generator ataupun dari baterai akan masuk ke dalam koil. Arus ini mempunyai tegangan sekitar 12 volt dan oleh koil tegangan ini akan dinaikkan sampai menjadi tegangan sekitar 10000 volt.

Dalam koil terdapat kumparan primer dan sekunder yang dililitkan pada plat besi tipis yang bertumpuk. Pada gulungan primer mempunyai kawat yang dililitkan dengan diameter 0,6 sampai 0,9 mm dengan jumlah lilitan kawat sebanyak 200 lilitan. Sedangkan pada kumparan sekunder mempunyai lilitan kawat dengan diameter 0,05 sampai 0,08 mm dengan jumlah lilitan sebanyak 20000 lilitan. Karena perbedaan pada jumlah gulungan pada primer dan sekunder maka pada kumparan sekunder akan timbul tegangan sekitar 10000 volt. Arus dengan tegangan tinggi ini timbul akibat terputus-putusnya aliran arus pada kumparan primer yang mengakibatkan tegangan induksi pada kumparan sekunder. Karena hilangnya medan magnet ini terjadi saat terputusnya arus listrik pada kumparan primer, maka dibutuhkan suatu sakelar atau pemutus arus. Dalam hal ini bias memakai platina (*contact breaker*) atau system CDI.



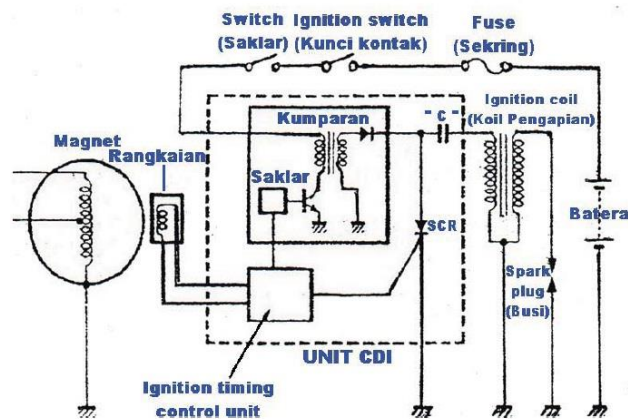
**Gambar 2.9.** Koil Pengapian (Jalius, 2008)

### 2.4.3. Discharge Ignition (CDI)

*Capacitor Discharge Ignition* (CDI) merupakan sistem pengapian elektronik yang sangat populer digunakan pada sepeda motor saat ini. Sistem pengapian CDI terbukti lebih menguntungkan dan lebih baik dibanding sistem pengapian konvensional (menggunakan platina). Dengan sistem CDI, tegangan pengapian yang dihasilkan lebih besar (sekitar 40 kilovolt) dan stabil sehingga proses pembakaran campuran bensin dan udara bisa berpeluang semakin sempurna. Prinsip kerja pengapian *Capacitor Discharge Ignition* (CDI) DC.

Baterai memberikan suplai tegangan 12 volt ke sebuah *inverter* (bagian dari unit CDI). Kemudian *inverter* akan menaikkan tegangan menjadi sekitar 350 volt. Tegangan 350 volt ini selanjutnya akan mengisi kondensor/kapasitor. Ketika dibutuhkan percikan bunga api busi, *pick-up coil* akan memberikan sinyal elektronik ke *switch* (saklar) S untuk menutup. Ketika saklar telah menutup, kondensor akan mengosongkan (*discharge*) muatannya dengan cepat melalui kumparan primer koil pengapian, sehingga terjadilah induksi pada kedua kumparan koil pengapian tersebut. Jalur kelistrikan pada sistem pengapian CDI dengan sumber arus DC ini adalah arus pertama kali

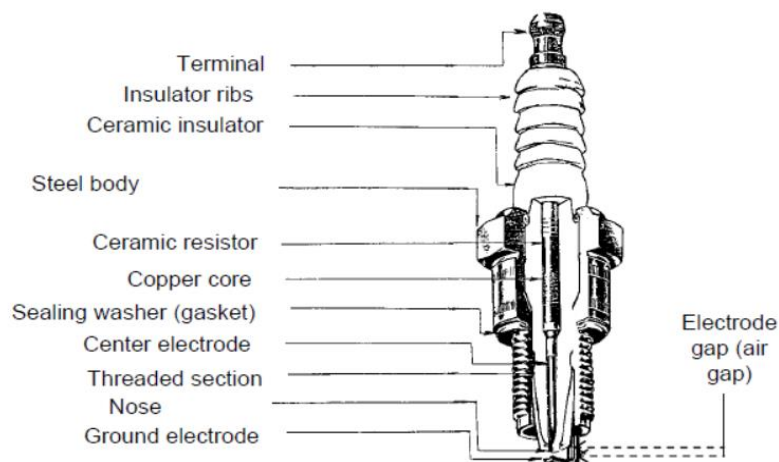
dihasilkan oleh kumparan pengisian akibat putaran magnet yang selanjutnya disearahkan dengan menggunakan kiprok (*Rectifier*) kemudian dihubungkan ke baterai untuk melakukan proses pengisian (*Charging system*). Dari baterai arus ini dihubungkan ke kunci kontak, CDI unit, koil pengapian dan ke busi.



**Gambar 2.10.** Sirkuit Sistem Pengapian CDI dengan Arus DC (Jalius, 2008)

#### 2.4.4. Busi

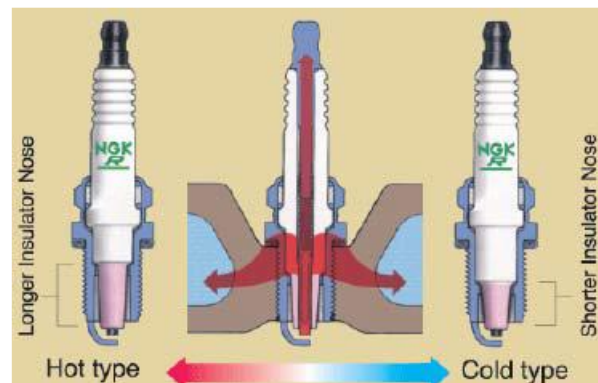
Busi adalah suatu alat yang dipergunakan untuk meloncatkan bunga api listrik di dalam silinder ruang bakar. Bunga api listrik ini akan diloncatkan dengan perbedaan tegangan 10.000 volt diantara kedua kutup elektroda dari busi. Karena busi mengalami tekanan, temperatur tinggi dan getaran yang sangat keras, maka busi dibuat dari bahan-bahan yang dapat mengatasi hal tersebut. Pemakaian tipe busi untuk tiap-tiap mesin telah ditentukan oleh pabrik pembuat mesin tersebut.



**Gambar 2.11.** Konstruksi busi (Jalius, 2008)

Secara garis besar busi dibagi menjadi tiga yaitu busi dingin, busi sedang (medium type) dan busi panas.

Busi dingin adalah busi yang menyerap serta melepaskan panas dengan cepat sekali. Jenis ini biasanya digunakan untuk mesin yang temperatur dalam ruang bakarnya tinggi. Busi panas adalah busi yang menyerap serta melepaskan panas dengan lambat. Jenis ini hanya dipakai untuk mesin yang temperatur dalam ruang bakarnya rendah (Arif Prabowo, 2005).

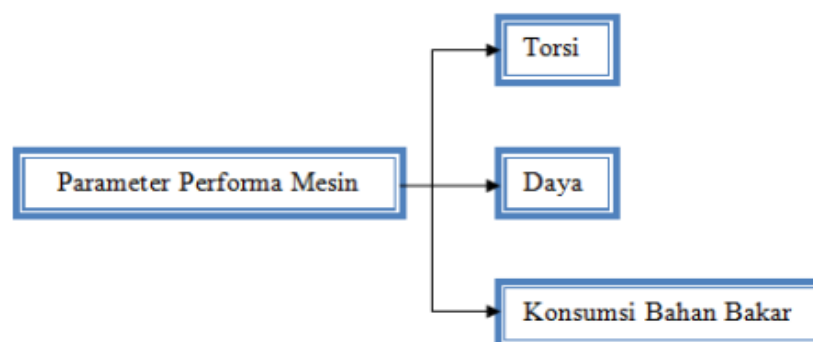


**Gambar 2.12.** Tipe Busi (jalius, 2008)

## 2.5. Parameter Performa Mesin

Menganalisa performa mesin berfungsi untuk mengetahui nilai torsi, nilai daya, dan nilai konsumsi bahan bakar dari mesin tersebut (Indrawan Nurdianto, 2015).

Parameter performa mesin dapat dilihat dari berbagai hal diantara yang terdapat dalam diagram sebagai berikut:



**Gambar 2.13.** Parameter Performa Mesin

### 2.5.1. Torsi

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat dynamometer, secara teori dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$T = F \cdot b$$

Keterangan:

$$T = \text{Torsi [ (kgf.m) ]}$$

$$F = \text{Gaya yang diterima pada dynamometer [ kgf ]}$$

$$b = \text{Panjang lengan dynamometer [ m ]}$$

$$1 \text{ kgf.m} = 9,807 \text{ N.m} = 7,233 \text{ lbf.ft.}$$

### 2.5.2. Daya

Daya poros dapat dirumuskan sebagai berikut:

Dalam satuan PS:

$$Ne = \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot T \cdot \frac{1}{75} [ PS ]$$

$$Ne = \frac{Tn}{716,2} [ PS ]$$

Keterangan:

$$Ne = \text{Daya poros [ PS ]}$$

$$T = \text{Torsi [ kg.m ]}$$

$$N = \text{Putaran mesin [ rpm ]}$$

$$1 \text{ PS} = 0,9863 \text{ hp}$$

$$1 \text{ PS} = 0,7355 \text{ kW}$$

### 2.5.3. Konsumsi Bahan Bakar

Secara sistematis konsumsi bahan bakar dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$K_{bb} = \frac{s}{v}$$

$$v = \text{volume bahan bakar yang digunakan (l)}$$

$$s = \text{jarak tempuh}$$