

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Trisianto (2014), meneliti tentang pengaruh komponen dan *setting* pengapian terhadap kinerja motor 4 langkah 113 cc berbahan bakar campuran premium-ethanol dengan kandungan ethanol 25%. Parameter yang dicari adalah daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar. Dari hasil penelitian diperoleh torsi tertinggi pada penggunaan CDI standar dengan torsi sebesar 12,43 (Nm) pada putaran mesin 3707 (RPM). Daya tertinggi diperoleh pada penggunaan CDI *racing* dengan daya sebesar 7,6 (HP) pada putaran mesin 7828 (RPM). Konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,96 kg/jam pada putaran 8000 (RPM).

Fatkhanudin (2009) melakukan penelitian tentang pengaruh pemakaian berbagai jenis busi terhadap unjuk kerja motor bensin 4 langkah 100 cc dengan variasi main jet dan pilote jet. Dari penelitian tersebut diperoleh dari penelitian dari berbagai jenis busi, tidak menunjukkan perubahan perbedaan yang mencolok terhadap unjuk kerja motor bensin 100 CC 4 langkah. Pemakaian berbagai jenis busi pada kondisi standar untuk nilai torsi, daya, tekanan, efektif rata-rata (BMEP), dan efisiensi thermal ( $\eta_{bt}$ ) tertinggi didapat pada pemakaian busi elektroda Y (BEY), sedangkan untuk konsumsi bahan bakar (SFC) terendah pada busi elektroda standar. Pemakaian berbagai jenis busi pada kondisi main jet 80 & pilot jet 35 untuk nilai torsi, daya, tekanan, efektif rata-rata (BMEP), dan efisiensi thermal ( $\eta_{bt}$ ) tertinggi didapat pada pemakaian busi elektroda runcing (BER), sedangkan untuk konsumsi bahan bakar (SFC) terendah pada busi elektroda standar. Pemakaian berbagai jenis busi pada kondisi main jet 75 & pilot jet 40 untuk nilai torsi, daya, tekanan, efektif rata-rata (BMEP), dan efisiensi thermal ( $\eta_{bt}$ ) tertinggi didapat pada pemakaian busi elektroda Y (BEY), sedangkan untuk konsumsi bahan bakar (SFC) terendah pada busi elektroda standar. Pemakaian berbagai jenis busi pada kondisi main jet 80 & pilot jet 40 untuk nilai torsi, daya,

tekanan, efektif rata-rata (BMEP), dan efisiensi thermal ( $\eta_{bt}$ ) tertinggi didapat pada pemakaian busi elektroda Runcing (BER), sedangkan untuk konsumsi bahan bakar (SFC) terendah pada busi elektroda standar. Pemakaian berbagai jenis busi untuk nilai torsi, daya, tekanan, efektif rata-rata (BMEP), dan efisiensi thermal ( $\eta_{bt}$ ) tertinggi didapat pada kondisi main jet 75 & pilot jet 40 dengan pemakaian busi elektroda runcing (BER), sedangkan untuk konsumsi bahan bakar (SFC) terendah pada busi elektroda standar.

Wardana (2016), meneliti tentang pengaruh variasi CDI terhadap kinerja motor 4 langkah 200 cc berbahan bakar premium. Parameter yang dicari adalah daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar. Dari hasil penelitian diperoleh torsi tertinggi pada penggunaan CDI *racing* Siput Advan Tech dengan torsi sebesar 17,38 (Nm) pada putaran mesin 7750 (RPM). Daya tertinggi diperoleh pada penggunaan CDI *racing* Siput Advan Tech dengan daya sebesar 17,5 HP pada putaran mesin 6450 (RPM). Konsumsi bahan bakar CDI standar sebesar 35,87 km/l, CDI BRT sebesar 33,3 km/l, dan CDI SAT sebesar 32,85 km/l dengan menggunakan bahan bakar yang sama yaitu premium 420 ml.

Setyono (2014), meneliti tentang pengaruh penggunaan variasi busi terhadap performa motor bensin torak 4 langkah 1 silinder Honda Supra-X 125 cc. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemakaian busi elektroda *Platinum* dan *Iridium* dibandingkan dengan busi elektroda *Nikel* pada putaran 7000-9000 rpm memberikan kenaikan torsi, daya, Bmep, dan *effisiensi thermal* masing-masing sebesar 4,84%, 6,43%, 6,43%, dan 6,08% (untuk busi elektroda *Platinum*) dan 8,42%, 12,02%, 12,02%, dan 13,10% (untuk busi elektroda *Iridium*), penurunan Sfc, emisi gas buang CO dan HC masing-masing sebesar 5,68%, 5,64%, dan 8,46% (untuk busi elektroda *Platinum*) dan 11,43%, 7,48%, dan 11,15% (untuk busi elektroda *Iridium*).

Yulianto (2013), meneliti tentang pengaruh bensol sebagai bahan bakar motor empat langkah Yamaha Vega 105 cc dengan variasi CDI tipe standar dan *racing*. Parameter yang dicari adalah daya torsi, dan konsumsi bahan bakar (mf). Dari hasil penelitian diperoleh torsi dan daya maksimal pada kondisi satu yaitu

motor dalam keadaan standar dengan torsi maksimal sebesar 6,80 N.m dan daya maksimal sebesar 4,7 kW. Pada kondisi dua yaitu motor standar bahan bakar premium dan CDI BRT diperoleh torsi maksimal sebesar 6,82 kW dan daya maksimal sebesar 4,7 N.m.

Puspitasari (2009), meneliti pengaruh pemakaian jenis busi terhadap unjuk kerja motor bensin 4 langkah 100 cc dengan variasi CDI dan koil. Hasil penelitian yang dilakukan pada motor bensin 4 langkah 100 cc dengan alat uji *dynometer*. Pengujian dilakukan dengan variasi berbagai jenis busi dengan menggunakan busi elektroda standar, *racing* 2 dan Y. Pengujian dilakukan dengan mesin standar, koil *racing*, CDI *racing* dan koil *racing* dengan CDI *racing*. Parameter yang dicari adalah torsi, daya, tekanan efektifitas rata-rata (BMEP), konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) dan efisiensi *thermal*. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa variasi pemakaian berbagai jenis busi menunjukkan rata-rata kenaikan untuk kerja mesin sebesar 3,05% bila dibandingkan dengan pemakaian busi elektroda standar. Pada pengujian dengan variasi kondisi mesin (standar, CDI *racing*, koil *racing* dan CDI *racing* dengan koil *racing*), unjuk kerja tertinggi rata-rata didapat pada kondisi mesin CDI *racing* dengan presentase 2,83% sedangkan konsumsi bahan bakar spesifik terendah didapat pada kondisi standar.

## **2.2. Dasar Teori**

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

Motor bakar adalah salah satu jenis mesin kalor yang mengubah energi *thermal* menjadi energi mekanik. Sebelum menjadi energi mekanik, energi kimia bahan bakar diubah terlebih dahulu menjadi energi *thermal* atau panas melalui pembakaran bahan bakar dengan udara.

Berdasarkan tempat pembakaran bahan bakarnya mesin kalor terbagi menjadi 2 jenis, yaitu :

1. Motor pembakaran luar atau *Eksternal Combustion Engine (ECE)*, adalah mesin yang proses pembakarannya dilakukan di luar mesin, sehingga diperlukan mesin tambahan untuk melakukan pembakaran. Panas dari hasil pembakaran bahan bakar tidak langsung diubah menjadi energi mekanis,

tetapi disalurkan terlebih dahulu melalui media penghantar kemudian diubah menjadi energi mekanis. Contoh mesin yang menggunakan sistem ECE adalah turbin uap.

2. Motor pembakaran dalam atau *Internal Combustion Engine (ICE)*, adalah mesin yang proses pembakarannya dilakukan di dalam motor bakar, sehingga panas dari hasil pembakaran dapat langsung diubah menjadi energi mekanis. Contoh mesin yang menggunakan sistem ICE adalah motor bakar torak.

Motor pembakaran dalam terbagi menjadi 2 jenis, yaitu Motor Bensin (*Otto*) dan Motor *Diesel*. Perbedaan kedua motor tersebut terdapat pada bahan bakar dan sistem pengapiannya. Motor Bensin (*Otto*) menggunakan bahan bakar premium dan menggunakan busi sebagai sistem penyalannya, sedangkan Motor *Diesel* menggunakan bahan bakar solar dan memanfaatkan suhu kompresi yang tinggi sebagai media pembakar bahan bakar.

### **2.2.2. Motor Bensin (*Otto*)**

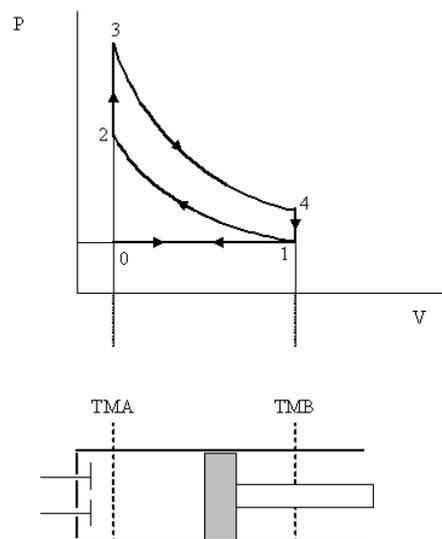
Motor bensin adalah salah satu jenis motor pembakaran dalam yang banyak digunakan untuk menggerakkan atau sebagai sumber tenaga pada kendaraan. Motor bensin menghasilkan tenaga pembakaran bahan bakar udara (oksigen) yang ada dalam silinder dan dalam pembakaran ini akan menimbulkan panas sekaligus akan mempengaruhi gas yang ada dalam silinder untuk mengembang. Motor bensin terbagi menjadi 2 jenis, yaitu motor bensin 2 langkah dan motor bensin 4 langkah. Perbedaan kedua motor bensin tersebut terletak pada jumlah langkah proses pembakarannya. Motor bensin 2 langkah hanya memerlukan dua langkah piston untuk melakukan proses pembakaran dari langkah isap sampai langkah pembuangan, sedangkan motor bensin 4 langkah memerlukan 4 langkah piston untuk melakukan proses pembakaran dari langkah isap sampai dengan langkah pembuangan.

### 2.2.3. Siklus Termodinamika

Proses termodinamika dan kimia yang terjadi di dalam motor bakar torak sangat kompleks untuk dianalisis. Untuk mempermudah proses analisis tersebut perlu diberikan gambaran tentang suatu keadaan yang ideal. Untuk menganalisis motor bakar digunakan siklus udara sebagai siklus yang ideal. Di dalam siklus udara terdapat 3 jenis siklus, yaitu :

1. Siklus udara volume-konstan (siklus *Otto*).
2. Siklus udara tekanan-konstan (siklus *Diesel*).
3. Siklus udara tekanan-terbatas (siklus gabungan).

Siklus udara volume konstan (siklus *Otto*). Siklus ini dapat digambarkan dengan grafik P vs v seperti berikut:



**Gambar 2.1.** Diagram P vs v dari siklus *Otto* volume konstan  
(Sumber : Arismunandar, 2002)

Sifat ideal yang dipergunakan serta keterangan mengenai proses siklusnya adalah sebagai berikut :

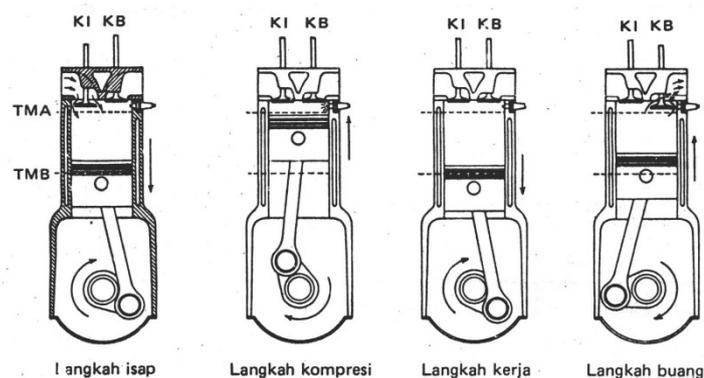
1. Fluida kerja dianggap sebagai gas ideal dengan kalor spesifik yang konstan;
2. Langkah isap (0-1) merupakan proses tekanan-konstan;
3. Langkah kompresi (1-2) ialah proses isentropik;
4. Proses pembakaran volume-konstan (2-3) dianggap sebagai proses pemasukkan kalor pada volume konstan;
5. Langkah kerja (3-4) ialah proses isentropik;

6. Proses pembuangan (4-1) dianggap sebagai proses pengeluaran kalor pada volume-konstan;
7. Langkah buang (1-0) 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 titik 1 dapat dikeluarkan dari dalam silinder pada waktu langkah buang, tetapi pada langkah isap berikutnya akan masuk sejumlah fluida yang sama.

## 2.2.4. Prinsip Kerja Motor Bakar

### 2.2.4.1. Motor Bensin 4 Langkah

Motor bensin 4 langkah adalah motor yang setiap satu kali pembakaran bahan bakar memerlukan 4 langkah dan dua kali putaran poros engkol.



**Gambar 2.2.** Prinsip Kerja Motor Bensin 4 Langkah  
(Sumber : Arismunandar, 2002)

#### Langkah Isap :

1. Torak bergerak dari TMA ke TMB.
2. Katup masuk terbuka katup buang tertutup.
3. Campuran bahan bakar dengan udara yang telah tercampur didalam karburator masuk kedalam silinder melalui katup masuk.
4. Saat torak berada di TMB katup masuk akan tertutup.

**Langkah Kompresi :**

1. Torak bergerak dari TMB ke TMA
2. Kedua katup buang dan katup isap tertutup sehingga gas yang telah dihisap tidak keluar pada waktu ditekan oleh torak yang mengakibatkan tekanan gas naik.
3. Beberapa saat sebelum torak mencapai TMA, busi mengeluarkan bunga api listrik.
4. Gas bahan bakar yang telah masuk mencapai tekanan tinggi terbakar.
5. Akibat pembakaran bahan bakar, tekanan akan naik menjadi kira-kira tiga kali lipat.

**Langkah Kerja/Ekspansi :**

1. Kedua katup dalam keadaan tertutup.
2. Gas terbakar dengan tekanan yang tinggi akan mengembang kemudian menekan torak turun ke bawah dari TMA ke TMB.
3. Tenaga ini disalurkan melalui batang penggerak, selanjutnya poros engkol mengubah tenaga gerak ini menjadi gerak berputar.

**Langkah Pembuangan :**

1. Katup buang terbuka dan katup isap tertutup.
2. Torak bergerak dari TMB ke TMA.
3. Gas sisa hasil pembakaran terdorong oleh torak keluar melalui katup buang.

**2.2.5. Sistem Pengapian**

Fungsi sistem pengapian adalah mengatur proses pembakaran campuran bensin dan udara di dalam silinder sesuai waktu yang sudah ditentukan yaitu pada akhir langkah kompresi. Pembakaran diperlukan karena pada motor bakar bensin pembakaran tidak bias terjadi dengan sendirinya. Pembakaran campuran bensin-udara yang dikompresikan terjadi di dalam silinder setelah busi memercikkan bunga api, sehingga diperoleh tenaga akibat pemuaiian gas (eksplosif) hasil

pembakaran, mendorong piston ke TMB menjadi langkah usaha. Agar busi dapat memercikkan bunga api, diperlukan suatu sistem yang bekerja secara akurat. Sistem pengapian terdiri dari berbagai komponen yang bekerja bersama-sama dalam waktu yang sangat cepat dan singkat. Sistem pengapian terdiri dari 2 jenis, yaitu sistem pengapian konvensional dan sistem pengapian elektronik. Perbedaan mendasar kedua sistem pengapian ini terletak pada pengatur sistem pengapiannya. Pengapian konvensional menggunakan platina sebagai pengatur pengapiannya, sedangkan pengapian elektronik menggunakan CDI sebagai pengatur pengapiannya.

#### **2.2.5.1. Sistem Pengapian Elektronik**

Sistem pengapian elektronik pada motor dibuat untuk mengatasi kelemahan-kelemahan yang terjadi pada sistem pengapian konvensional, baik yang menggunakan baterai maupun magnet. Pada pengapian konvensional umumnya kesulitan membuat komponen seperti *contact breaker* (platina) dan unit pengatur saat pengapian otomatis yang cukup presisi (teliti) untuk menjamin keterandalan dari kerja mesin. Sistem pengapian elektrik menggunakan CDI (*Capasitor Discharge Ignition*) sebagai pengganti platina pada sistem pengapian konvensional. Komponen CDI secara umum merupakan suatu alat yang mampu mengatur dan menghasilkan energi listrik yang sangat baik diseluruh rentang putaran mesin (*rpm*) mulai dari putaran rendah pada saat *start* sampai putaran mesin tinggi saat kendaraan dipacu sangat kencang. Terdapat beberapa macam sistem pengapian elektronik, antara lain :

- 1) Sistem pengapian semi transistor, merupakan sistem pengapian elektronik yang masih menggunakan platina.
- 2) Sistem pengapian full-transistor, merupakan sistem yang tidak terdapatnya bagian-bagian yang bergerak (secara mekanik) dan mengandalkan *magnetic trigger* (magnet pemicu) dan sistem *pick up coil* untuk memberikan sinyal ke control unit guna menghasilkan percikan bunga api busi.
- 3) Sistem pengapian *Capasitor Discharge Ignition* (CDI), merupakan sistem pengapian elektronik yang sangat populer digunakan pada sepeda motor saat

ini. Sistem pengapian CDI lebih menguntungkan dan lebih baik dibandingkan pengapian konvensional (menggunakan platina). Dengan pengapian CDI, tegangan pengapian yang dihasilkan lebih besar dan stabil sehingga proses pembakaran campuran bensin dan udara bisa berpeluang makin sempurna.

#### **2.2.5.2. Sistem Pengapian CDI**

Sistem pengapian CDI merupakan salah satu jenis sistem pengapian pada kendaraan bermotor yang memanfaatkan arus pengosongan muatan (*discharge current*) dari kondensator yang berfungsi mencatu daya kumparan pengapian (*ignition coil*). Pengapian sistem ini lebih ke arah pengapian yang diatur secara elektrik oleh suatu komponen yang dinamakan CDI (*Capasitor Discharge Ignition*). CDI mempunyai tugas yang sama dengan platina, yaitu mengatur waktu meletiknya bunga api pada busi yang akan membakar bahan bakar yang telah dimampatkan oleh piston.

Sistem pengapian CDI terbagi menjadi jenis, yaitu :

- 1) Sistem pengapian CDI-AC (*Alternative Current*), merupakan sistem pengapian CDI yang sumber tegangan listriknya berasal dari *sourch coil*.
- 2) Sistem Pengapian CDI-DC (*Dirrect Current*), merupakan sistem pengapian CDI yang sumber tegangannya berasal dari baterai.

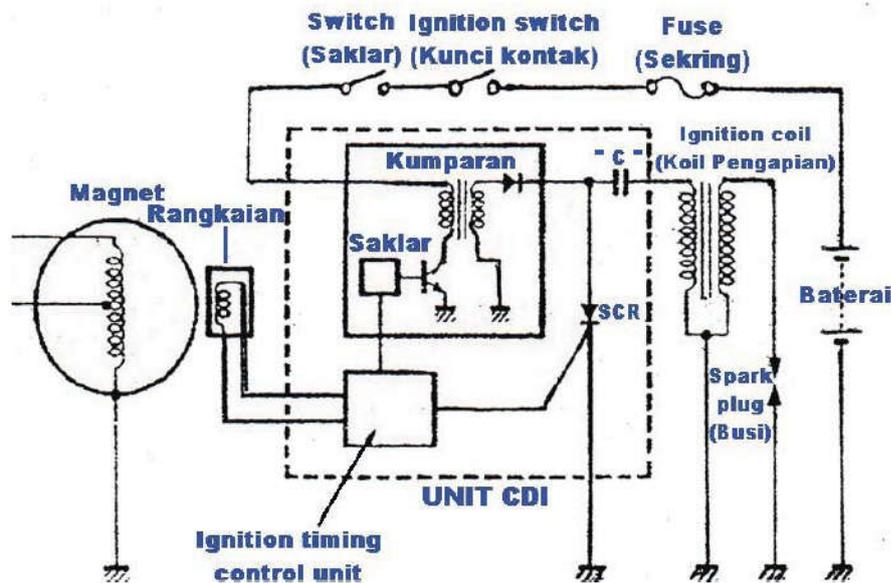
Kelebihan sistem pengapian CDI adalah :

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

#### **2.2.5.3. Sistem Pengapian CDI-DC (*Direct Current*)**

Sistem pengapian CDI arus DC merupakan sistem pengapian yang sumber tegangan listriknya berasal dari baterai. Jalur kelistrikan pada sistem pengapian CDI dengan sumber arus DC ini adalah arus pertama kali dihasilkan oleh kumparan pengisian akibat putaran magnet yang selanjutnya diserahkan dengan menggunakan *Rectifier* kemudian dihubungkan ke baterai untuk melakukan

proses pengisian (*Charging System*). Dari baterai arus ini dihubungkan ke kunci kontak, CDI unit, koil pengapian, dan busi



**Gambar 2.3.** Sirkuit Sistem Pengapian CDI dengan Arus DC  
(Sumber : Jama, 2008)

Cara kerja sistem pengapian CDI dengan arus DC yaitu pada saat kunci kontak di *ON*-kan, arus akan mengalir ke kumparan penguat arus dalam CDI yang meningkatkan tegangan dari baterai. Selanjutnya arus disalurkan melalui dioda dan kemudian dialirkan ke kondensor untuk disimpan sementara. Akibat putaran mesin, koil pulsa menghasilkan arus yang kemudian mengaktifkan SCR, sehingga memicu kondensor/kapasitor untuk mengalirkan arus ke kumparan primer koil pengapian. Pada saat terjadi pemutusan arus yang mengalir pada kumparan primer koil pengapian, maka timbul tegangan induksi pada kedua kumparan yaitu kumparan primer dan sekunder dan menghasilkan loncatan bunga api pada busi untuk melakukan pembakaran campuran bahan bakar dan udara.

## 2.2.6. Komponen Sistem Pengapian

### 2.2.6.1. *Capasitor Discharge Ignition (CDI)*

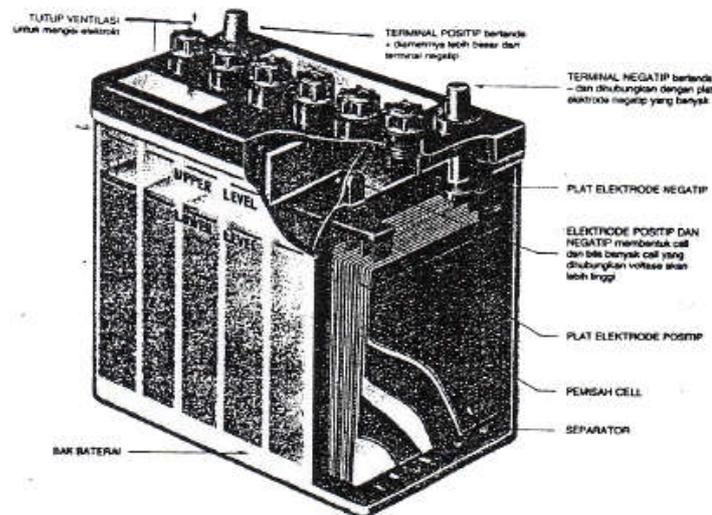
CDI menurut fungsinya adalah pengatur waktu/*timing* untuk meletikkan bunga api busi yang sudah dibesarkan oleh koil untuk memicu pembakaran pada ruang bakar silinder. Pengaturan pengapian akan memaksimalkan kemampuan akselerasi dan *power* mesin hingga maksimal. Komponen ini digunakan pada sistem pengapian elektronik.



**Gambar 2.4.** *Capasitor Discharge Ignition (CDI)*

### 2.2.6.2. Baterai

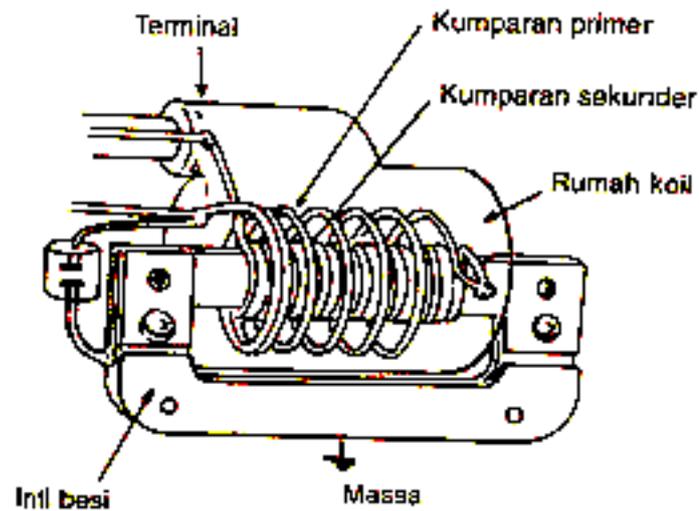
Baterai adalah alat yang mampu menghasilkan energi listrik dengan menggunakan energi kimia. Baterai biasanya digunakan untuk menyuplai arus listrik ke sistem *starter* mesin, sistem pengapian, lampu-lampu, dan sistem kelistrikan lainnya. Komponen ini digunakan pada sistem pengapian konvensional dan elektronik.



**Gambar 2.5.** Konstruksi Baterai  
(Sumber : Jama, 2008)

### 2.2.6.3. Ignition Coil (koil)

Untuk menghasilkan percikan bunga api, listrik harus melompat melewati celah udara yang terdapat diantara dua elektroda pada busi. Karena udara merupakan isolator (penghantar listrik yang kurang baik), tegangan yang sangat tinggi dibutuhkan untuk mengatasi sistem tersebut dan seluruh komponen sistem pengapian lainnya. Koil pengapian mengubah sumber tegangan rendah dari baterai atau koil sumber (12 V) menjadi sumber tegangan tinggi (10 KV atau lebih) yang diperlukan untuk menghasilkan loncatan bunga api yang kuat pada celah busi dalam sistem pengapian. Komponen ini digunakan pada sistem pengapian konvensional dan elektrik.



**Gambar 2.6.** Konstruksi Koil  
(Sumber : Tristanto, 2014)

Pada koil pengapian, kumparan primer dan sekunder digulung pada inti besi. Kumparan-kumparan ini akan menaikkan tegangan yang diterima dari baterai menjadi tegangan yang sangat tinggi melalui induksi elektromagnetik. Inti besi (*core*) dikelilingi kumparan yang terbuat dari baja *silicon* tipis. Terdapat dua kumparan yaitu kumparan sekunder dan primer dimana lilitan primer digulung oleh lilitan sekunder.

Terdapat tiga tipe utama koil yang umum digunakan, yaitu :

1) Tipe *Canister*

Tipe ini mempunyai inti besi di bagian tengahnya dan kumparan sekunder mengelilingi inti besi tersebut. Kumparan primernya berada di sisi luar kumparan sekunder. Keseluruhan komponen dirakit dalam salah satu rumah di logam *canister*. Terkadang, koil *canister* ini diisi dengan oli (pelumas) untuk membantu meredam panas yang dihasilkan koil.

2) Tipe Koil *Moulded*

Tipe *moulded coil* merupakan tipe yang sekarang umum digunakan. Pada tipe ini, inti besi di bagian tengahnya dikelilingi oleh kumparan primer, sedangkan kumparan sekunder berada di sisi luarnya. Keseluruhan komponen dirakit

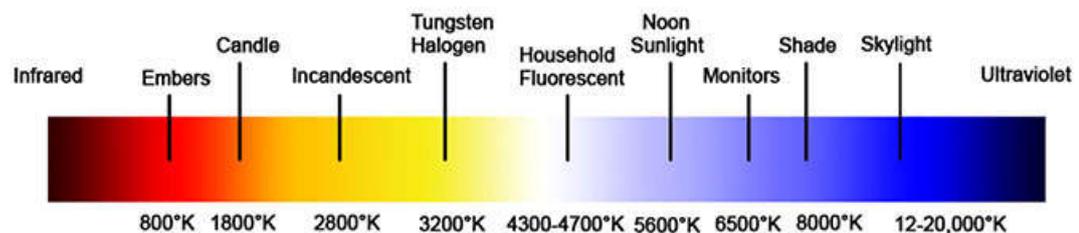
kemudian dibungkus dalam resin (damar) agar tahan terhadap getaran yang biasanya ditemukan dalam sepeda motor.

### 3) Tipe koil gabungan (menyatu) dengan tutup busi (*spark plug*)

Tipe koil ini merupakan tipe baru dan sering disebut koil batang (*stick coil*). Ukuran dan beratnya lebih kecil dibanding tipe *moulded coil* dan keuntungan paling besar adalah koil ini tidak memerlukan kabel tegangan tinggi.

#### 2.2.6.4. *Spark Plug* (busi)

Busi berfungsi untuk menghasilkan loncatan bunga api diantara celah elektroda busi di dalam ruang bakar, sehingga campuran udara dan bahan bakar dapat terbakar. Loncatan bunga api tersebut memiliki berbagai macam warna yang sesuai dengan tingkat panas busi, berikut adalah warna yang sering dijumpai pada percikan bunga api busi :

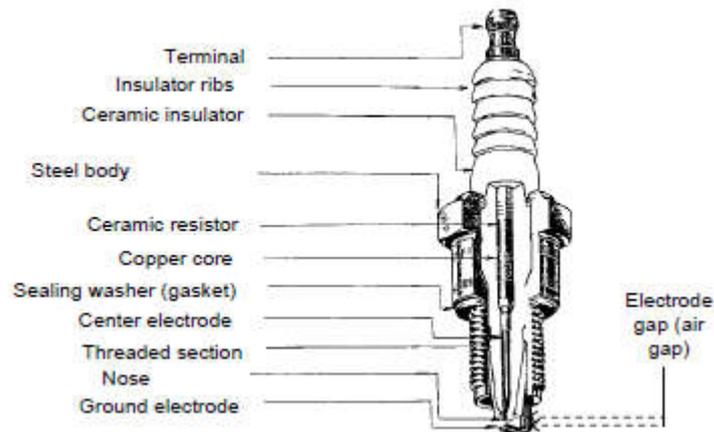


**Gambar 2.7.** *Colour Temperature*

(Sumber : [lowel.tiffen.com](http://lowel.tiffen.com))

Busi terdiri dari logam, keramik, dan kaca. Material-material ini memiliki sifat yang berbeda. *Terminal stud, insulator, shell, ground electrode* (elektroda negatif) merupakan bagian terpenting dari sebuah busi.

Bagian-bagian busi dapat dilihat pada gambar berikut :



**Gambar 2.8.** Konstruksi Busi  
( Sumber : Jama, 2008)

### 1) *Terminal stud*

*Terminal stud* terletak di dalam insulator. *Terminal stud* ini dihubungkan dengan kaca konduktif khusus yang berhubungan dengan *centre electrode* secara langsung. Bagian dari ujung *terminal stud* yang keluar dari insulator memiliki aliran yang berfungsi untuk memasang kabel tegangan tinggi (kabel busi). Pada ulir dipasang sebuah terminal yang digunakan untuk memasang kabel busi.

### 2) Insulator

Insulator terbuat dari material keramik yang diproduksi dengan nama dagang *sintox*, *pyranit*, *corudite*, dan sebagainya. Biasanya insulator berbahan dasar *aluminium oxide* yang dicampur dengan keramik. Insulator berfungsi untuk mengisolasi elektroda pusat dan *terminal stud* dan *shell*. Agar tidak terjadi hubungan singkat, insulator harus memiliki kekuatan mekanik yang cukup, tahanan listrik yang tinggi, dan konduktivitas panas yang tinggi untuk memenuhi kondisi kerjanya.

### 3) *Ground Electrode*

Elektroda negatif dipasang pada *shell*, yang mana *shell* melekat pada bagian silinder, sedangkan kepala silinder sendiri terhubung dengan kutub negatif pada sumber tegangan. Elektroda negatif harus dipilih dari bahan yang memiliki konduktivitas panas yang tinggi, karena pada kondisi kerjanya elektroda ini langsung berhubungan dengan campuran udara dan bahan bakar.

#### 4) *Centre Electrode*

Elektroda pusat terletak di dalam insulator. Diameter dari elektroda pusat ini lebih kecil daripada diameter lubang insulator. Ujung dari elektroda ini sebagian keluar dari hidung insulator. Elektroda pusat terbuat dari logam khusus yang memiliki konduktivitas listrik yang tinggi. Selain itu juga harus dipilih dari bahan yang memiliki ketahanan korosi yang tinggi.

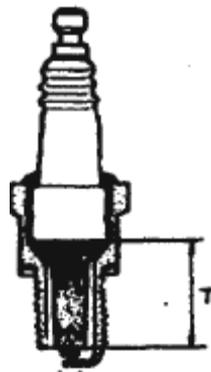
#### 5) Celah Elektroda

Celah elektroda adalah jarak terpendek antara elektroda pusat dengan *electrode negative*, dimana busur api listrik dapat meloncat. Ada suatu hubungan antara tegangan penyalaan yang dibutuhkan dengan lebarnya celah elektroda. Apabila celah elektrodanya kecil maka tegangan penyalaan yang dibutuhkan semakin besar. Celah elektroda yang digunakan sekitar 0,5-1,0 mm. Tetapi pada ketepatan celah elektroda yang paling optimal masing-masing tergantung pada desain dari setiap mesin itu sendiri.

Berdasarkan kemampuan mentransfer panas, busi dibagi dalam dua jenis, yaitu :

#### 1) Busi Tipe Panas

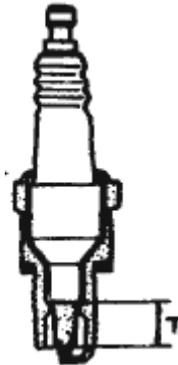
Busi tipe panas adalah busi yang lebih lambat mentransfer panas yang diterima. Cepat mencapai temperatur kerja yang optimal tetapi jika untuk pemakaian berat dapat terbakar. Biasa digunakan pada motor standar untuk jarak dekat.



**Gambar 2.9.** Busi Panas  
(Sumber : Jama, 2008)

## 2) Busi Tipe Dingin

Busi tipe dingin lebih mudah mentransfer panas ke bagian silinder kepala. Biasanya digunakan untuk penggunaan yang lebih berat, misalnya untuk balap atau pemakaian jarak jauh karena sifatnya mudah dalam pendinginan.



**Gambar 2.10.** Busi Dingin  
(Sumber : Jama, 2008)

### 2.2.7. Pengaruh Pengapian

Sistem pengapian CDI merupakan penyempurnaan dari sistem pengapian magnet konvensional (sistem pengapian dengan kontak platina) yang mempunyai berbagai kelemahan sehingga akan mengurangi efisiensi kinerja 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 dimana tidak dibutuhkan penyetelan berkala seperti pada sistem pengapian konvensional.

Dalam sistem CDI, busi juga tidak mudah kotor karena tegangan yang dihasilkan oleh kumparan sekunder koil 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 dimana 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 saat ini.

Sistem pengapian CDI pada sepeda motor sangat penting, dimana sistem tersebut berfungsi sebagai pembangkit atau penghasil tegangan tinggi untuk dialirkan ke busi. Bila sistem pengapian mengalami gangguan atau kerusakan, maka tenaga yang dihasilkan oleh mesin tidak akan maksimal.

## **2.2.8. Bahan Bakar**

### **2.2.8.1. Premium**

Premium merupakan bahan bakar fosil yang sering digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor. Bahan bakar ini sering disebut juga dengan *gasoline* atau *petrol*. Disisi lingkungan, premium masih memiliki kandungan logam berat atau timbal yang berbahaya bagi kesehatan. Dari sisi teknologi, penggunaan premium dalam mesin berkompresi tinggi akan menyebabkan mesin mengalami *knocking*, premium di dalam bahan bakar akan terbakar dan meledak tidak sesuai dengan gerakan piston. Premium sendiri memiliki *Research Octane Number (RON)* sebesar 88.

**Tabel 2.1.** Spesifikasi Premium

No	Sifat	Batasan	
		Min	Max
1	Angka oktan riset	88	
2	kandungan pb (gr/lt)		0,03
3	DESTILASI		
	- 10% VOL.penguapan ( $^{\circ}$ C)		74
	- 50% VOL.penguapan ( $^{\circ}$ C)	88	125
	- 90% VOL.penguapan ( $^{\circ}$ C)		180
	- Titik didih akhir ( $^{\circ}$ C)		205
	- Residu (%vol)		2
4	Tekanan Uap Reid pada 37,8 $^{\circ}$ C (psi)		9,0
5	Getah purawa (mg/100ml)		4
6	Periode induksi (menit)	240	
7	Kandungan Belerang (% massa)		0,02
8	Korosi bilah tembaga (3jam/50 $^{\circ}$ C)		No.1
9	Uji doktor atau alternative belerang mencapai (%massa)		0,00
10	Warna	Kuning	
11	Massa Jenis (kg/m <sup>3</sup> )	711	

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

### 2.2.8.2. Angka Oktan

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

**Tabel 2.2.** Angka Oktan untuk Bahan Bakar

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

### 2.2.8.3. Kestabilan Kimia dan Kebersihan Bahan Bakar

Kestabilan kimia dan bahan bakar sangat penting berkaitan dengan kebersihan bahan bakar yang selanjutnya berpengaruh terhadap sistem pembakaran dan sistem saluran. Pada temperatur tinggi, sering terjadi *polimer* yang berupa endapan-endapan *gum*. Endapan *gum* (getah) ini berpengaruh terhadap sistem saluran baik terhadap sistem saluran masuk maupun sistem saluran buang katup bahan bakar.

### 2.2.8.4. Efisiensi Bahan Bakar dan Efisiensi Panas

Nilai kalor (panas) bahan bakar harus diketahui, agar panas dari motor dapat dibuat efisien atau tidak terjadi kinerja motor menjadi menurun. Ditinjau dari nilai kalor bakarnya, nilai kalor mempunyai hubungan dengan berat jenis. Pada umumnya, makin tinggi berat jenis maka makin rendah nilai kalornya, maka pembakaran dapat berlangsung dengan sempurna. Namun dapat juga terjadi ketidaksempurnaan pembakaran.

Pembakaran yang kurang sempurna dapat mengakibatkan :

- 1) Kerugian panas dalam motor menjadi besar, sehingga efisiensi motor menjadi menurun, usaha dari motor menjadi turun dan penggunaan bahan bakar menjadi tidak tetap.
- 2) Sisa pembakaran dapat menyebabkan pegas-pegas melekat pada piston alurnya, sehingga tidak berfungsi lagi sebagai pegas torak.

- 3) Sisa bahan bakar dapat melekat pada lubang pembuangan antara katup dan dudukannya, terutama pada katup buang, sehingga katup tidak dapat menutup dengan baik.
- 4) Sisa pembakaran dapat menjadi kerak dan melekat pada bagian dinding piston sehingga dapat menghalangi sistem pelumasan, dan dapat menyebabkan silinder atau dinding silinder menjadi mudah aus.

#### **2.2.8.5. *Dynometer***

Dalam dunia otomotif, *dynometer* adalah alat yang digunakan untuk mengukur torsi, rpm, dan daya yang dihasilkan sebuah mesin sehingga tidak diperlukan tes di jalan raya. Jenis-jenis dinamo antara lain :

##### 1) *Engine dyno*

Mesin yang akan diukur parameternya dinaikkan ke mesin *dyno* tersebut, pada *dyno* jenis ini tenaga yang diukur merupakan hasil dari putaran mesin murni.

##### 2) *Chasis dyno*

Roda motor diletakkan diatas *drum dyno* yang dapat berputar. Pada jenis ini kinerja mesin yang didapat merupakan *power* sesungguhnya yang dikeluarkan mesin karena sudah dikurangi segala macam faktor gesek yang bisa mencapai 30% selisihnya jika dibandingkan dengan *engine dyno*.

#### **2.2.8.6. Perhitungan Torsi, Daya, dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC)**

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

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

Dengan :

T = Torsi (Nm)

F = Gaya yang terukur pada *Dynometer* (kgf)

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

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

$$P = \frac{2\pi nT}{6000} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan :

P = Daya (kW)

n = Putaran mesin (rpm)

T = Torsi (Nm)

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

1 HP = 0,7457 kW

1 kW = 1,341 HP

Besar 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 :

$$K_{bb} = \frac{s}{v} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan :

v = volume bahan bakar terpakai (ml)

s = jarak tempuh (km)