

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik kinerja motor bakar empat langkah terhadap daya, torsi, percikan bunga api, dan konsumsi bahan bakar dengan penggantian komponen pengapian *CDI*, koil, dan *busi* menggunakan bahan bakar pertalite. Karena pada penelitian sebelumnya hanya mengganti salah satu komponen pengapian saja seperti yang di kutip dari beberapa hasil penelitian sebelumnya, maka dari itu penulis ingin mengetahui perbedaan penggantian salah satu komponen pengapian dengan penggantian semua komponen pengapian.

Hapsoro (2016) Menjelaskan tentang perbandingan penggunaan jenis koil standar pabrikan dengan koil KTC dan empat jenis busi yang berbeda busi yang di gunakan adalah ngk standar, ngk g-power, tdr ballistic, dan denso *iridium* terhadap kinerja motor bensin 4 langkah 135 cc menggunakan bakar premium. dari hasil pengujian percikan bunga api yang paling baik pada penggunaan busi ngk dan koil racing dengan bunga api berwarna biru tuadengan suhu antara 8500 sampai 1100 k, torsi dan daya terbesar terdapat pada busi ngk g-power dan koil KTC *racing* dengan nilai kenaikan torsi sebesar 3,56 % dan nilai kenaikan daya sebesar 5,21% dibandingkan dengan kondisi standar, dan konsumsi bahan bakar paling rendah terdapat pada penggunaan busi ngk g-power dan koil KTC *racing* dengan nilai kenaikan konsumsi bahan bakar sebesar 1,05% dibandingkan dengan kondisi standar.

Kuswoyo. (2016.) Meneliti tentang pengaruh variasi CDI dan knalpot terhadap kinerja motor bensin empat langkah 150 cc berbahan bakar pertamax dengan hasil perbandingan torsi tertinggi didapat pada variasi CDI bintang racing team knalpot *racing* yaitu 11,99 N.m pada putaran mesin 8037 rpm dan daya paling besar juga dihasilkan oleh CDI bintang *racing* team knalpot *racing* yaitu 14,7 HP pada putaran mesin 9105 rpm dikarenakan penggunaan CDI *racing* dan knalpot *racing* menghasilkan pengapian yang lebih besar dari standarnya dan gas buang

yang lancar. sehingga proses pembakaran akan menjadi lebih cepat di ruang bakar. konsumsi bahan bakar paling rendah didapat pada penggunaan CDI standar knalpot standar yaitu 34,25 km/l, sedangkan konsumsi bahan bakar paling tinggi pada CDI *racing* knalpot *racing* yaitu 29,58 km/l.

Maulana. (2017). Meneliti tentang pengaruh penggunaan variasi 2 jenis CDI *racing* terhadap kinerja motor dan konsumsi bahan bakar motor bensin 4 langkah 125cc berbahan bakar pertalite dengan hasil CDI *racing* rextor *pertalite* menghasilkan daya dan torsi tertinggi dari pada CDI standar dan CDI *racing* brt i max. hal tersebut disebabkan karena pada CDI *racing* rextor memercikan bunga apinya lebih cepat, stabil dan menghasilkan percikan yang besar dibandingkan dengan CDI standar dan CDI *racing* brt i-max dengan waktu 2.28 detik sudah mencapai torsi tertinggi sebesar 11,48 N.m pada 8649 rpm dan dengan waktu 2.96 detik sudah mencapai daya tertinggi sebesar 15,5 HP pada 10436 rpm.

Marlindo (2012) Menjelaskan tentang penggunaan CDI *racing programmable* dan koil *racing* pada motor standar. menurut marlindo (2012) pengujian dapat berbeda karena di pengaruhi dari jenis keakuratan dynamometer terhadap daya dan torsi yang di dapat. dari hasil pengujian membuktikan bahwa CDI *racing* dan koil *racing* menghasilkan torsi dan daya lebih besar dari CDI dan koil standar pada putaran mesin tinggi. Torsi tertinggi menggunakan pengapian standar pada rpm 4500 sampai 6000 dengan torsi maksimal sebesar 9,77 N.m pada rpm 5842. Tetapi untuk putaran diatas 6000 rpm torsi sebesar dihasilkan oleh pengapian menggunakan CDI *racing* dan koil *racing*.

Rizkiawan, (2016). Meneliti tentang pengaruh penggunaan variasi 2 jenis koil dan variasi 4 jenis busi terhadap kinerja motor bensin 4 langkah 135 cc berbahan bakar pertamax pengujian besar percikan bunga api, pada kombinasi koil KTC *racing* dengan busi denso *iridium* menghasilkan bunga api yang besar dengan warna violet merata pada bunga api menunjukkan nilai temperatur sebesar 12.000 k. torsi dan daya terbesar dihasilkan pada kombinasi penggunaan koil KTC *racing* dengan busi ngk standar, dengan besar torsi yang dihasilkan 12,57 N.m dan daya yang dhaikkan sebesar 12,1 HP. Konsumsi bahan bakar terendah diantara 4 jenis

busi dan 2 jenis koil dengan bahan bakar pertamax dihasilkan oleh koil KTC *Racing* dengan busi tdr *ballistic* dengan besar konsumsi bahan bakar 65,72 km/l.

Sidiq (2016) Membahas hasil penelitian tentang pengaruh penggunaan CDI BRT dan koil *racing* KTC terhadap percikan bunga api dan kinerja motor 4 langkah berbahan bakar pertamax 92. Dari hasil pengujian percikan bunga api dapat disimpulkan bahwa penggunaan CDI BRT dan koil standar adalah hasil yang paling baik, karena warna api pada busi bewarna biru keputihan dan fokus pada 1 titik. Untuk pengujian daya terbaik dihasilkan dengan menggunakan CDI BRT dan koil standar yaitu 13,1 Hp pada putaran mesin 7723 Rpm. Hal ini terjadi karena CDI BRT dan koil standar lebih besar menghasilkan percikan bunga api. dan torsi terbaik dihasilkan pada variasi CDI BRT dan koil standar yaitu sebesar 12,97 N.m pada putaran mesin 4641 Rpm. Sedangkan konsumsi bahan bakar dapat dihasilkan konsumsi bahan bakar tertinggi yaitu menggunakan CDI standar dan koil standar yaitu sebesar 52,6 Km/Ltr. Sedangkan paling rendah yaitu menggunakan CDI BRT dan koil *racing* KTC yaitu sebesar 44,4 Km/liter.

Suarnata dkk. (2017). “Meneliti tentang perbandingan penggunaan koil standar dan koil *racing* KTC terhadap daya mesin dan konsumsi bahan bakar pada sepeda motor yamaha mio tahun 2006 dengan hasil pengujian daya dan konsumsi motor yang menggunakan koil *racing* KTC didapatkan daya maksimal sebesar 9.10 PS pada 8000 rpm, dan daya minimal sebesar 1.45 PS pada 3000 rpm. Sedangkan konsumsi bahan bakar maksimal sebesar 19.25 kg/j pada 8000 rpm dan konsumsi bahan bakar minimal 0.17 kg/j pada 3000 rpm.

Sulistyo (2016) menjelaskan tentang pengaruh penggantian komponen CDI dan knalpot terhadap torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar pada motor empat langkah 150 cc dengan menggunakan bakar pertamax plus dan hasil dari penelitian tersebut bahwa perbandingan torsi tertinggi dihasilkan pada variasi CDI *racing* dan knalpot *racing* 11,9 yaitu (N.m) pada putaran mesin 8000 rpm dan daya paling terbesar dihasilkan CDI *Bintang Racing Team* dan knalpot *racing* yaitu 15,6 (HP) pada putaran mesin 10250 rpm. Hal ini dikarenakan penggunaan CDI *racing* dan knalpot *racing* menghasilkan pengapian dan gas buang yang lebih besar dibandingkan dengan standarnya. Konsumsi bahan bakar paling rendah pada

penggunaan CDI standar, sedangkan konsumsi bahan bakar tertinggi dihasilkan pada CDI *racing*. penggunaan CDI *racing* dan knalpot *racing* mempengaruhi bahan bakar karena memiliki pengapian dan gas buang yang lebih sempurna dan maksimal.

Sumasto. (2016). Meneliti tentang pengaruh variasi CDI terhadap kinerja motor bensin empat langkah 200 cc berbahan bakar pertalite dengan hasil perbandingan torsi tertinggi didapat pada variasi CDI siput advan tech yaitu 17,05 n.m pada putaran mesin 6294 rpm dan daya paling besar dihasilkan oleh CDI siput advan tech yaitu 17,3 hp pada putaran mesin 7660 rpm dikarenakan penggunaan CDI *racing* menghasilkan percikan bunga api yang dihasilkan lebih besar dari standarnya. konsumsi bahan bakar paling rendah didapat pada penggunaan CDI standar, sedangkan konsumsi bahan bakar paling tinggi pada CDI sat. penggunaan CDI *racing* mempengaruhi konsumsi bahan bakar karena percikan bunga api yang dihasilkan lebih besar jadi pembakaran lebih cepat dan lebih sempurna di ruang bakar.

Tiyanto (2017). Meneliti tentang pengaruh penggunaan variasi 2 jenis CDI *racing* terhadap kinerja motor dan konsumsi bahan bakar motor bensin 4 langkah 125 cc berbahan bakar pertamax 92 hasil dari penelitian menunjukkan bahwa pada kondisi CDI *racing* torsi dan daya lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi CDI standar. pada kondisi CDI standar konsumsi bahan bakar lebih rendah dari kondisi CDI *racing*.

Dari hasil tinjauan pustaka yang diacu tentang sistem pengapian dapat di ambil kesimpulan bahwa pada penggunaan CDI, koil, busi racing menghasilkan daya dan torsi lebih tinggi dan bahan bakar yang di konsumsi lebih sedikit daripada penggunaan CDI, koil dan busi standar pabrikan dengan demikian penggunaan komponen pengapian *racing* dapat menambah kinerja mesin.

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 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 pengapianya. Motor Bensin (*Otto*) menggunakan bahan bakar premium dan menggunakan busi sebagai sistem penyalanya, 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 yang

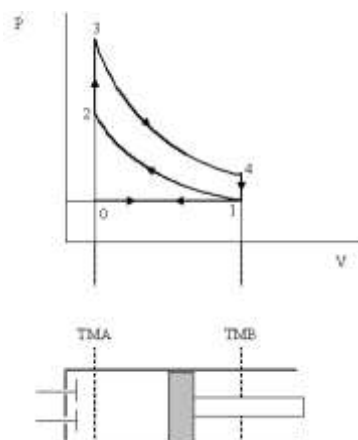
ada dalam silinder dan dalam pembakaran ini akan menimbulkan panas sekaligus akan mempengaruhi gas yang ada dalam silinder untuk mengembang. Motor bensin terbagi menjadi 2 jenis, yaitu motor bensin 2 langkah dan motor bensin 4 langkah. Perbedaan kedua motor bensin tersebut terletak pada jumlah langkah 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) dapat digambarkan dengan grafik P dan V di tunjukan pada gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Diagram P dan V Dari Siklus Volume Konstan (Hasporo, 2016)

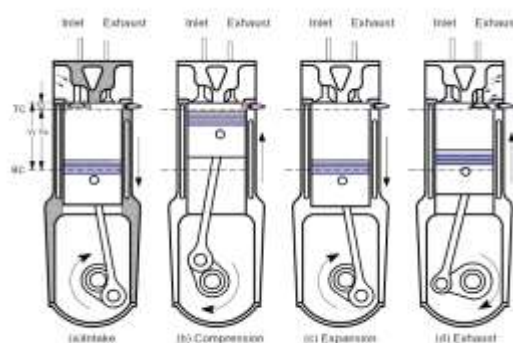
Sifat ideal yang digunakan serta keterangan mengenai proses siklusnya adalah sebagai berikut :

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 isentropik.
4. Proses pembakaran (2-3) dianggap sebagai proses pemasukan kalor pada volume konstan.
5. Langkah kerja (3-4) ialah proses isentropik.
6. Proses pembuatan (4-1) dianggap sebagai proses pengeluaran kalor pada volume konstan.
7. Langkah buang (1-0) ialah proses tekanan konstan. Siklus dianggap 'tertutup', artinya siklus ini berlangsung dengan fluida kerja yang sama, atau gas yang berada di dalam silinder pada waktu langkah buang, tetapi pada langkah isap berikutnya akan masuk sejumlah fluida kerja yang sama

## 2.2.4 Prinsip Kerja Motor Bakar

### a. Motor Bensin 4 Langkah

Sistem pembakaran pada ruang bakar dapat dilihat pada Gambar 2.2 dibawah ini.



**Gambar 2.2** Skema Gerak Torak 4 langkah (Arismunandar, 1988)

### **1. Langkah Hisap**

Pada langkah ini katup masuk terbuka kemudian piston bergerak ke Titik Mati Bawah (TMB). Gerakan tersebut mengakibatkan tekanan yang rendah atau terjadi kevakuman di dalam silinder. Karena itu campuran udara dan bahan bakar terhisap dan masuk melalui katup masuk. Ketika piston hampir mencapai TMB, silinder sudah berisi sejumlah campuran bahan bakar dan udara.

### **2. Langkah kompresi**

Setelah piston menyelesaikan langkah hisap, katup masuk menutup piston kembali ke Titik Mati Atas (TMA) . Dengan kedua katup hisap dan buang tertutup, campuran bahan bakar – udara yang berada dalam silinder di kompresikan. Akibat proses kompresi tersebut, terjadi kenaikan suhu di dalam silinder.

### **3. Langkah Usaha atau Ekspansi**

Beberapa derajat sebelum TMA, busi memercikan bunga api. Api dari busi tersebut membakar campuran bahan bakar dan udara. Sehingga campuran bahan bakar dan udara terbakar mendorong piston bergerak menuju TMB.

### **4. Langkah Buang**

Beberapa derajat sebelum piston mencapai TMB, katup buang mulai membuka. Piston mulai bergerak ke atas. Memompa sisa hasil pembakaran melalui lubang katup buang. Ketika piston hampir mencapai TMA, katup hisap mulai membukakan dan bersiap untuk memulai siklus berikutnya.

## **2.3 Sistem Pengapian**

Sistem pengapian adalah suatu sistem yang ada dalam setiap motor bensin, di gunakan untuk membakar campuran bahan bakar dan udara yang telah dikompresikan oleh torak di dalam silinder.



Sistem pengapian sendiri memiliki beberapa tahap atau proses yaitu tahap penyediaan dan penyimpanan energi listrik di baterai, menghasilkan tegangan tinggi kemudian menyalurkan tegangan tinggi tersebut ke busi, untuk selanjutnya busi melepaskan bunga api pada elektrodanya. Tanpa adanya tahapan tersebut maka pembakaran yang terdapat di dalam sebuah motor bensin tidak akan terjadi.

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

### **2.3.1 Sistem Pengapian Konvensional**

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

#### **a. Sistem Pengapian Magnet**

Sistem pengapian magnet adalah loncatan bunga api pada busi menggunakan arus dari kumparan magnet (AC).

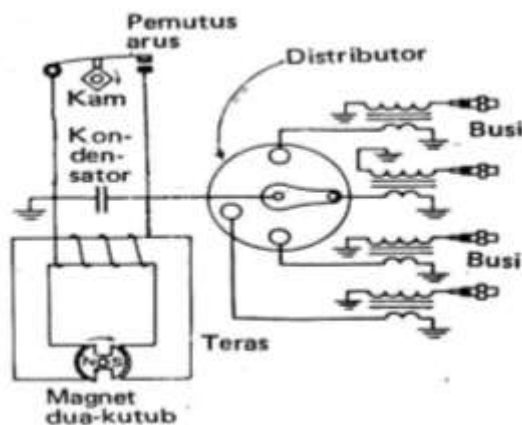
Ciri-ciri umum pengapian magnet :

1. Untuk menghidupkan mesin menggunakan arus listrik dari generator AC.
2. Platina terletak di dalam rotor.
3. Menggunakan koil AC.
4. Menggunakan kiprok plat tunggal.

Sinar lampu kepala tergantung putaran mesin. Semakin cepat putaran mesin semakin terang sinar lampu kepala.

Sistem mempunyai dua kumparan yaitu kumparan *primer* dan *sekunder*, salah satu ujung kumparan *primer* dihubungkan ke masa sedangkan untuk ujung kumparan yang lain ke kondensor. Dari kondensor mempunyai tiga cabang salah

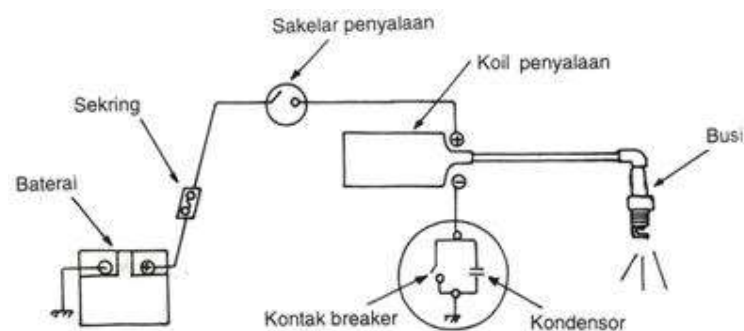
satu ujungnya dihubungkan ke platina, sedangkan bagian platina yang satu lagi dihubungkan ke massa. Jika platina menutup, arus listrik dari kumparan *primer* mengalir ke masa melewati platina dan busi tidak meloncatkan bunga api. Jika platina membuka, arus listrik tidak dapat mengalir ke masa sehingga akan mengalir ke kumparan *primer* koil dan mengakibatkan timbulnya api pada busi. Sistem pengapian dengan magnet seperti terlihat pada **Gambar 2.3**.



**Gambar 2.3** Rangkaian Sistem Pengapian Magnet ( Arismunandar, 2002 )

#### b. Sistem Pengapian Baterai

Sistem pengapian dengan baterai dapat dilihat pada **Gambar 2.4**.



**Gambar 2.4** Rangkaian Sistem Pengapian Baterai (Ramadhani, 2016 )

Yang dimaksud sistem pengapian baterai adalah loncatan bunga api pada elektroda busi menggunakan arus listrik dan baterai. Sistem pengapian baterai mempunyai ciri-ciri :

1. Platina terletak di luar rotor / magnet.
2. Menggunakan koil DC.
3. Menggunakan kiprok plat ganda.
4. Sinar lampu kepala tidak dipengaruhi oleh putaran mesin.

Kutub negatif baterai dihubungkan ke masa sedangkan kutub positif baterai dihubungkan ke kunci kontak dari kunci kontak kemudian ke koil, antara baterai dan kunci kontak diberi sekering. Arus listrik mengalir dari kutub positif baterai ke kumparan *primer* koil, dari kumparan *primer* koil kemudian ke kondensor dan platina. Jika platina dalam keadaan tertutup maka arus listrik ke masa. Jika platina dalam keadaan membuka arus listrik akan berhenti dan di dalam kumparan *sekunder* akan diinduksikan arus listrik tegangan tinggi yang diteruskan ke busi sehingga pada busi timbul loncatan api.

### **2.3.2 Sistem Pengapian Elektronik**

Sistem pengapian elektronik adalah sistem pengapian yang relatif baru, sistem pengapian ini sangat populer dikalangan para pembalap untuk digunakan pada sepeda motor *racing*. Akhir-akhir ini khususnya di Indonesia, telah digunakan sistem pengapian elektronik pada beberapa merek sepeda motor untuk penggunaan di jalan raya.

Maksud dari penggunaan sistem pengapian elektronik adalah agar platina dapat bekerja lebih efisien dan tahan lama, atau platina dihilangkan sama sekali. Bila platina dihilangkan, maka sebagai penggantinya adalah berupa gelombang listrik atau pulsa yang relatif kecil, di mana pulsa ini berfungsi sebagai pemacu (*trigger*).

Rangkaian elektronik dari sistem pengapian ini terdiri dari *transistor*, *diode*, *capacitor*, *SCR* ( *Silicon Control Rectifier* ) dibantu beberapa komponen lainnya. Pemakaian sistem elektronik pada kendaraan model sepeda motor sama sekali tidak lagi memerlukan adanya penyetelan berkala seperti pada sistem pemakaian biasa. Api pada busi dapat menghasilkan daya cukup besar dan stabil, baik putaran mesin rendah atau putaran mesin tinggi.

Pulsa pemicu rangkaian elektronik berasal dari putaran magnet yang tugasnya sebagai pengganti hubungan pada sistem pengapian biasa, magnet akan melewati sebuah kumparan kawat yang kecil, yang efeknya dapat memutuskan dan menyambungkan arus pada kumparan *primer* di dalam koil pengapian. Jadi dalam sistem pengapian elektronik, koil pengapian masih tetap harus digunakan.

Ada beberapa pengapian elektronik antara lain adalah *PEI* ( *Pointless Elektronik Ignition* ). Sistem pengapian ini menggunakan magnet dengan tiga buah kumparan untuk pengisian, pengapian dan penerangan. Untuk pengapian terdapat dua buah kumparan yaitu kumparan kecepatan tinggi dan kumparan kecepatan rendah.

Komponen-komponen sistem pengapian *PEI* :

#### 1. Koil

Koil yang digunakan pada sistem *PEI* dirancang khusus untuk sistem ini. Jadi berbeda dengan koil yang digunakan untuk sistem pengapian konvensional. Koil ini tahan terhadap kebocoran listrik tegangan tinggi.

#### 2. Unit CDI

Unit CDI merupakan rangkaian komponen elektronik yang sebagian besar adalah *kondensator* dan sebuah *SCR* ( *Silicon Controller Rectifier* ). *SCR* bekerja seperti katup listrik, katup dapat terbuka dan listrik akan mengalir menuju kumparan *primer* koil agar pada kumparan silinder terdapat arus induksi. Dari

induksi listrik pada kumparan silinder tersebut arus listrik diteruskan ke elektroda busi.

### 3. Magnet

Magnet yang digunakan pada sistem ini mempunyai 4 kutub, 2 buah kutub selatan dan 2 buah kutub utara. Letak kutub – kutub tersebut bertolak belakang. Setiap satu kali magnet berputar menghasilkan dua kali penyalan tetapi hanya satu yang dimanfaatkan yaitu yang tepat beberapa derajat sebelum TMA ( Titik Mati Atas ).

## 2.4 Komponen Sistem Penyalan

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

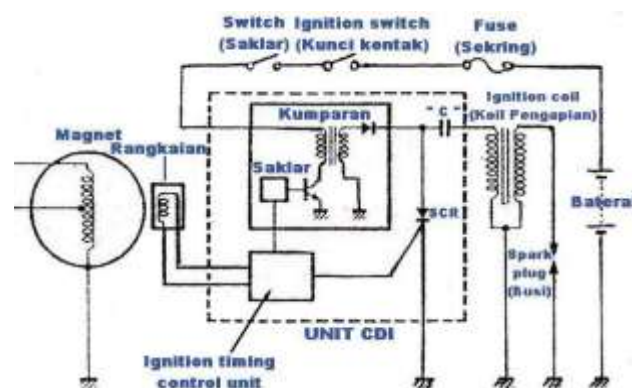
CDI merupakan sistem pengapian pada mesin pembakaran dalam dengan memanfaatkan energi yang disimpan didalam kapasitor yang digunakan untuk menghasilkan tegangan tinggi ke koil pengapian sehingga dengan *output* tegangan tinggi koil akan menghasilkan *spark* (percikan bunga api) pada busi. Besarnya energi yang tersimpan didalam kapasitor inilah yang sangat menentukan seberapa kuat *spark* dari busi untuk memantik campuran gas di dalam ruang bakar. Semakin besar energi yang tersimpan di dalam kapasitor maka semakin kuat *spark* yang dihasilkan di busi untuk membakar campuran bahan bakar dan udara. Energi yang besar juga memudahkan *spark* menembus kompresi yang tinggi ataupun campuran gas bakar yang banyak akibat dari pembukaan *throttle* yang lebih besar.

Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa cdi yang digunakan sangat berpengaruh pada performa kendaraan. Hal ini disebabkan karena penggunaan pengapian yang baik maka pembakaran di dalam ruang bakar akan sempurna sehingga panas yang dihasilkan dari pembakaran akan maksimal. Panas sangat berpengaruh karena desain dari mesin bakar itu sendiri yaitu mengubah energi kimia menjadi energi panas untuk kemudian diubah menjadi energi gerak. Semakin panas hasil pembakaran diruan bakar maka semakin besar ledakan yang dihasilkan

dari campuran gas di ruang bakar sehingga menghasilkan energi gerak yang besar pula pada mesin.

Berikut ini beberapa kelebihan pada sistem pengapian cdi dibandingkan dengan sistem pengapian konvensional antara lain :

1. Tidak diperlukan penyetelan ulang pada sistem pengapian CDI, karena sistem pengapian CDI akan secara otomatis mengatur keluar dan masuknya tegangan listrik.
2. Lebih stabil, karena pengapian CDI tidak diatur oleh poros *chamshaft* seperti pada sistem pengapian konvensional (platina).
3. Mesin mudah distart, karena tidak tergantung pada kondisi platina.
4. Pada unit CDI dikemas di dalam kotak plastik yang dicetak sehingga tahan terhadap air dan guncangan.
5. Sistem pengapian dengan baterai seperti terlihat pada **Gambar 2.5** di bawah ini.

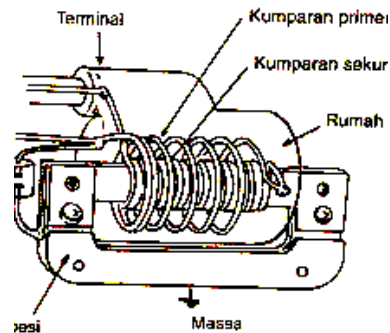


**Gambar 2.5** Rangkaian pengapian dengan batrai (Purnomo, 2012)

#### 2.4.2 Koil

Koil merupakan sebuah kumparan elektromagnetik (*transformator*) yang terdiri dari sebuah kabel tembaga terisolasi yang solid (kawat tembaga) dan inti besi yang terdiri atas kumparan primer dan kumparan sekunder. Koil merupakan *transformator step up* yang berfungsi menaikkan tegangan kecil 12 volt dari

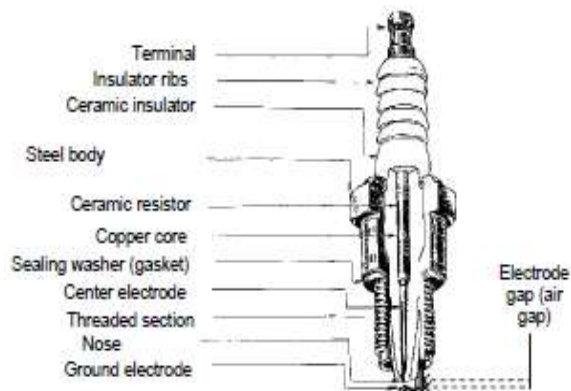
kumparan primer menjadi tegangan tinggi 15.000 volt pada kumparan sekunder. Koil di tunjukan pada **Gambar 2.6**.



**Gambar 2.6** Koil (Hasporo, 2016)

### 2.4.3 Busi

Busi adalah komponen utama menyalakan campuran bahan bakar udara dengan loncatan api diantara kedua elektrodanya. Loncatan arus listrik ini dibangkitkan oleh koil yang berfungsi menaikkan tegangan dari pembangkit arus listrik awal menjadi arus listrik bertegangan tinggi. Sehingga karena perbedaan potensial diantara kedua elektrodanya mengalahkan tahanan udara pada celah, terjadilah loncatan bunga api diantara ujung elektroda saja. Bahan isolator ini haruslah memiliki tahanan listrik yang tinggi, tidak rapuh terhadap kejutan mekanik dan thermal, merupakan konduktor panas yang baik serta tidak beraksi kimia dengan gas pembakaran. Busi beserta komponennya di tunjukan pada Gambar 2.7.



**Gambar 2.7** Konstruksi Busi (jama, 2008)

Walaupun konstruksi dari busi bisa dibilang sederhana tetapi kerja dari busi tersebut sangatlah berat, temperatur pada elektroda busi pada saat langkah pembakaran bisa mencapai suhu sekitar 2000°C. Setelah temperatur tinggi kemudian temperatur turun drastis pada saat langkah hisap (bahan bakar dan udara masuk ke dalam silinder). Perubahan temperatur ini terjadi berulang-ulang kali 26 setiap 1 siklus langkah kerja. Selain itu busi juga menerima tekanan yang tinggi terutama pada saat langkah pembakaran yang bisa mencapai 45 atm

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

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

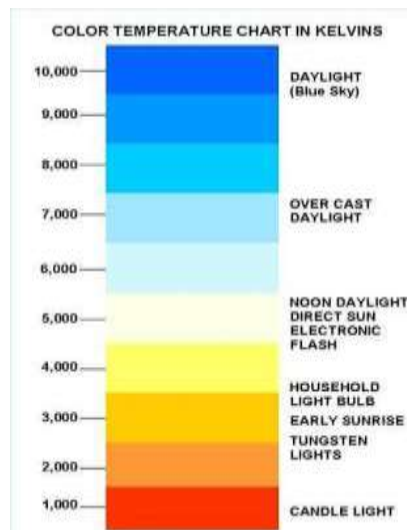
Sekarang ini sistem pengapian magnet konvensional sudah jarang digunakan. Sistem tersebut sudah tergantikan oleh banyaknya sistem pengapian CDI pada sepeda motor. Sistem CDI mempunyai banyak keunggulan dimana tidak dibutuhkan penyetelan berkala seperti pada sistem pengapian dengan platina.

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 di mana saat putaran tinggi api yang dihasilkan akan cenderung menurun sehingga mesin tidak dapat bekerja secara optimal. Kelebihan inilah yang membuat sistem pengapian CDI yang digunakan sampai saat ini.



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

Percikan bunga api pada busi juga menghasilkan warna bunga api yang berbeda – beda. Semakin biru bunga apinya maka semakin besar pula suhu yang dikeluarkan dari busi tersebut. Tingkatan suhu percikan bunga api di tunjukan pada **Gambar 2.8**.



**Gambar 2.8** Tingkatan Warna Suhu(Sidiq, 2016)

## 2.5 Syarat Sistem Pengapian

Ketiga kondisi yang merupakan syarat penting pada motor bensin, agar mesin dapat bekerja secara efisien yaitu:

- a. Tekanan kompresi yang tinggi
- b. Saat pengapian yang tepat dan percikan bunga api yang kuat
- c. Perbandingan campuran bensin dan udara yang tepat

Agar sistem pengapian bisa berfungsi secara optimal, maka sistem pengapian harus memiliki kriteria seperti di bawah ini:

### **2.5.1 Percikan Bunga Api Harus Kuat**

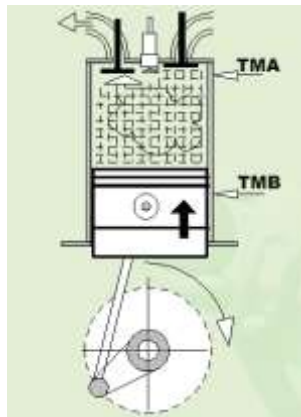
Pada saat campuran bensin-udara dikompresi di dalam silinder, maka kesulitan utama yang terjadi adalah bunga api meloncat di antara celah elektroda busi sangat sulit, hal ini disebabkan udara merupakan tahanan listrik dan tahanannya akan naik pada saat dikompresikan. Tegangan listrik yang diperlukan harus cukup tinggi, sehingga dapat membangkitkan bunga api yang kuat di antara celah elektroda busi.

Terjadinya percikan bunga api yang kuat antara lain dipengaruhi oleh pembentukan tegangan induksi yang dihasilkan oleh sistem pengapian. Semakin tinggi tegangan yang dihasilkan, maka bunga api yang dihasilkan bisa semakin kuat. Namun secara garis besar agar diperoleh tegangan induksi yang baik dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut ini:

- a. Pemakaian koil pengapian yang sesuai
- b. Pemakaian kondensor yang tepat
- c. Penyetelan saat pengapian yang sesuai
- d. Penyetelan celah busi yang tepat
- e. Pemakaian tingkat panas busi yang tepat
- f. Pemakaian kabel tegangan yang tepat

### **2.5.2 Saat Pengapian (ignition Timing)**

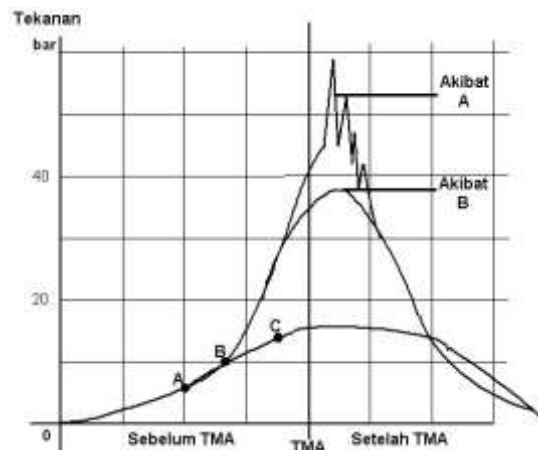
Untuk memperoleh Pembakaran campuran udara-bensin yang paling tepat maka saat pengapian harus tepat dan tidak statis pada titik tertentu, saat pengapian harus berubah sesuai pengoprasonal mesin. Saat pengapian dari campuran bensin dan udara adalah saat terjadi percikan bunga api busi berapa derajat sebelum Titik Mati Atas (TMA) pada akhir langkah kompresi. Saat terjadinya percikan waktu yang di tentukan harus tepat agar dapat membakar dengan sempurna campuran udara dan bensin untuk mencapai energi maksimum. Batas TMA dan TMB dapat dilihat Pada Gambar 2.9



**Gambar 2.9** Batas TMA dan TMB piston (jama, dkk. 2008)

Setelah campuran bahan bakar dibakar oleh bunga api, maka diperlukan waktu tertentu bagi api untuk merambat di dalam ruangan bakar. Oleh sebab itu akan terjadi sedikit keterlambatan antara awal pembakaran dengan pencapaian tekanan pembakaran maksimum. Dengan demikian, agar diperoleh output maksimum pada engine dengan tekanan pembakaran mencapai titik tertinggi (*sekitar 10° setelah TMA*), periode perambatan api harus diperhitungkan pada saat menentukan saat pengapian (*ignition timing*).

Karena diperlukannya waktu untuk perambatan api, maka campuran bahan bakar – udara harus sudah dibakar sebelum TMA. Saat mulai terjadinya pembakaran campuran bahan bakar dan udara tersebut disebut dengan saat pengapian (*ignition timing*). Agar saat pengapian dapat disesuaikan dengan kecepatan, beban mesin dan lainnya diperlukan peralatan untuk merubah (memajukan atau memundurkan) saat pengapian. Salah satu diantaranya adalah dengan menggunakan vacuum advancer dan governor advancer untuk pengapian konvensional. Dalam sepeda motor biasanya disebut dengan unit pengatur saat pengapian otomatis atau ATU (*Automatic Timing Unit*). ATU akan mengatur pemajuan saat pengapian. Pada sepeda motor dengan sistem pengapian konvensional (menggunakan platina) ATU diatur secara mekanik sedangkan pada sistem pengapian elektronik ATU diatur secara elektronik. Penjelasan dari posisi saat pengapian dapat dilihat pada Gambar 2.10.



**Gambar 2.10** Posisi saat pengapian (jama, dkk. 2008)

Bila saat pengapian *dimajukan terlalu jauh* (lihat gambar 4.2 titik A) maka tekanan pembakaran maksimum akan tercapai sebelum  $10^0$  sesudah TMA. Karena tekanan di dalam silinder akan menjadi lebih tinggi dari pada pembakaran dengan waktu yang tepat, pembakaran campuran udara bahan bakar yang spontan akan terjadi dan akhirnya akan terjadi *knocking atau detonasi*.

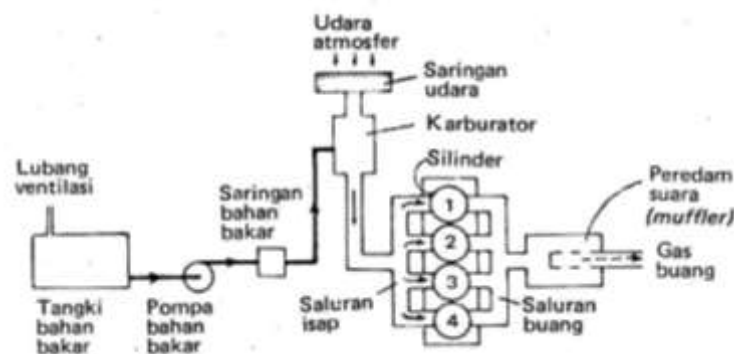
Knocking merupakan ledakan yang menghasilkan gelombang kejutan berupa suara ketukan karena naiknya tekanan yang besar dan kuat yang terjadi pada akhir pembakaran. Knocking yang berlebihan akan mengakibatkan katup, busi dan torak terbakar. Saat pengapian yang terlalu maju juga bisa menyebabkan suhu mesin menjadi terlalu tinggi.

Sedangkan bila saat pengapian *dimundurkan terlalu jauh* (lihat gambar 4.2 titik C) maka tekanan pembakaran maksimum akan terjadi setelah  $10^0$  setelah TMA (saat dimana torak telah turun cukup jauh). Bila dibandingkan dengan pengapian yang waktunya tepat (gambar 4.2 titik B), maka tekanan di dalam silinder agak rendah sehingga output mesin menurun, dan masalah pemborosan bahan bakar dan lainnya akan terjadi. Saat pengapian yang tepat dapat menghasilkan tekanan pembakaran yang optimal.

## 2.6 Sistem Bahan Bakar Pada Motor Bensin

### 2.6.1 Sistem Bahan Bakar

Motor bensin merupakan jenis dari motor bakar, motor bensin kebanyakan dipakai sebagai kendaraan bermotor yang berdaya kecil seperti mobil, sepeda motor, dan juga untuk motor pesawat terbang. Pada motor bensin selalu diharapkan bahan bakar dan udara itu sudah tercampur dengan baik sebelum dinyalakan oleh busi. Pada motor bakar sering memakai sistem bahan bakar menggunakan karburator. Skema sistem penyaluran bahan bakar dapat dilihat pada **Gambar 2.11**.



**Gambar 2.11** Skema sistem penyaluran bahan bakar (Arismunandar, 2002)

Pompa bahan bakar memompakan bahan bakar dari tangki bahan bakar ke karburator untuk memenuhi jumlah bahan bakar yang harus tersedia dalam karburasi. Pompa ini terutama di pakai apabila letak tangki lebih rendah dari pada letak karburator. Untuk membersihkan bahan bakar dari kotoran yang dapat mengganggu aliran atau menyumbat saluran bahan bakar, terutama di dalam karburator, digunakan saringan atau *filter*. Sebelum masuk ke dalam saringan, udara mengalir melalui karburator yang mengatur pemasukan, pencampuran, dan pengabutan bahan bakar ke dalam, sehingga diperoleh perbandingan campuran bahan bakar dengan dengan udara yang sesuai dengan keadaan beban dan kecepatan poros engkol. Penyempurnaan pencampuran bahan bakar udara tersebut berlangsung baik di dalam saluran isap maupun di dalam silinder sebelum campuran itu terbakar. Campuran itu haruslah homogen serta perbandingannya sama untuk setiap silinder,

campuran yang kaya (*rich fuel*) diperlukan dalam keadaan tanpa beban dan beban penuh sedangkan campuran yang miskin (*poor fuel*) diperlukan untuk oprasi normal.

### 2.6.2 Bahan Bakar

Bahan bakar (*fuel*) adalah segala sesuatu yang dapat terbakar, misalnya : kertas, kayu, minyak tanah, batu bara, bensin, dan sebagainya. Untuk melakukan pembakaran diperlukan beberapa unsur, yaitu :

- a. Bahan bakar
- b. Udara
- c. Suhu untuk memuai pembakaran

Terdapat beberapa jenis bahan bakar, antara lain :

- a. Bahan bakar padat
- b. Bahan bakar cair
- c. Bahan bakar gas

Kriteria umum yang harus dipenuhi bahan bakar yang akan digunakan untuk motor bakar adalah sebagai berikut :

- a. Proses pembakaran bahan bakar dalam silinder harus secepat mungkin dan panas yang dihasilkan harus tinggi.
- b. Bahan bakar yang digunakan harus tidak meninggalkan endapan atau deposit setelah proses pembakaran terjadi karena akan mengakibatkan kerusakan pada dinding silinder
- c. Gas sisa pembakaran harus tidak berbahaya pada saat dilepaskan ke atmosfer.

Karakteristik paling utama yang diperlukan dalam bahan bakar bensin adalah sifat pembakarannya. Dalam pembakaran normal, campuran uap bensin dan udara harus terbakar seluruhnya secara teratur dalam suatu *front* nyala yang menjalar

dengan rata dari busi pada mesin. Sifat pembakaran bensin biasanya diukur dengan angka oktan.

### 2.6.3 Pertalite

Pertalite adalah senyawa organik yang dibutuhkan dalam pembakaran dengan tujuan untuk mendapatkan energi atau tenaga. Bahan bakar Pertalite ini merupakan salah satu bahan bakar baru yang ada di Indonesia. Pertalite ini mempunyai RON sebesar 90. Titik didih Pertalite sekitar 74°C sampai 215°C. Spesifikasi bahan bakar jenis pertalite di tunjukan pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Spesifikasi Pertalite (Ramadhani, 2016)

NO	Sifat	Batasan	
		Min	Max
1	Angka oktan riset	90	
2	Kandungan pb (gr/lt)		0,05
3	DESTILASI		
	-10% VOL.penguapan (°C)		74
	-50% VOL.penguapan (°C)	88	125
	-90% VOL.penguapan (°C)		180
	-Titik didih akhir (°C)		215
	-Residu (%vol)		2
4	Tekanan Uap (kPa)	45	69
5	Getah purawa (mg/100ml)		70
6	Periode induksi (menit)	240	
7	Kandungan Belerang (% massa)		0,002
8	Korosi bilah tembaga (3jam/50°C)	Kelas 1	
9	Warna	Hijau	

## 2.7 Perhitungan Torsi, Daya, dan Konsumsi Bahan Bakar

### 2.7.1 Torsi

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 (Ramadhani, 2016).

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

Dengan :

T = Torsi (N.m)

F = Gaya sentrifugal dari benda yang berputar (N)

r = Jarak panjang lengan (m)

### 2.7.2 Daya

Daya adalah besar usaha yang dihasilkan oleh mesin tiap satuan waktu, didefinisikan sebagai laju kerja mesin, ditunjukkan oleh persamaan (Ramadhani, 2016).

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

Dengan :

P = Daya (kW)

n = Putaran mesin (rpm)

T = Torsi (N.m)

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

1 HP = 0,7457 kW

1 kW = 1,341 HP



### 2.7.3 Konsumsi Bahan Bakar

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 4 km, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$M_f = \frac{S}{v} (\text{km/liter}) \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

M<sub>f</sub> = Konsumsi Bahan Bakar (km/liter)

S = Jarak tempuh (km)

v = Volume bahan bakar (liter)