

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

#### **2.1. Tinjauan pustaka**

Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui persentase dan perubahan yang ada pada setiap penggantian komponen pengapian. Maka dari itu untuk mendukung penelitian ini perlu adanya referensi atau kajian pustaka tentang penelitian yang sudah ada pada sebelumnya.

Wigraha dkk (2017) melakukan penelitian tentang perbandingan penggunaan koil *racing* KTC terhadap daya mesin dan konsumsi bahan bakar pada sepeda motor mio tahun 2006. menyimpulkan bahwa pengujian daya dan konsumsi bahan bakar dengan menggunakan Koil standar mendapatkan daya maksimal sebesar 8,87 PS pada 8000 Rpm sedangkan daya minimum sebesar 1,18 PS pada 3000 Rpm. Pengujian dengan daya dan konsumsi bahan bakar menggunakan Koil standar mendapatkan SFC maksimal sebesar 18,84 kg/J pada 8000 Rpm, sedangkan SFC minimum 0,08 kg/J pada 3000 Rpm. 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) meneliti tentang pengaruh penggantian komponen CDI dan knalpot terhadap daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar pada sepeda motor empat langkah 150 cc dengan menggunakan bakar Pertamina plus dan menyimpulkan bahwa hasil dari penelitian tersebut diperoleh perbandingan torsi tertinggi dihasilkan pada variasi CDI *racing* dan knalpot *racing* yaitu 11,9 N.m pada putaran 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 pada CDI *racing* dan knalpot *racing* dapat 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.

Fahrudin dkk (2012) telah melakukan penelitian tentang penggunaan *Ignition Booster* dan variasi jenis busi terhadap torsi dan daya pada Yamaha mio soul tahun 2010. Menyimpulkan bahwa penggunaan *Ignition Booster* dapat meningkatkan torsi pada poros roda. Hal ini dibuktikan dengan pengujian menggunakan pengapian standar diperoleh torsi maksimal sebesar 4,80 ft.lbs pada putaran 6000 rpm. Sedangkan pada pengujian dengan *Ignition Booster* diperoleh torsi maksimal 4,87 ft.lbs.

Heriyanto (2014) menjelaskan tentang perbandingan tentang pengujian Koil dan busi *Racing* dengan standar serta pengaruh jenis bahan bakar bahwa penggunaan Koil dan Busi *racing* dapat meningkatkan torsi dan daya pada putaran 3000 rpm sampai 9000 rpm dan didukung dengan perbedaan angka oktan pada premium RON 88, Pertamina RON 92 dan Pertamina plus RON 95 maka dapat meningkatkan performa mesin karena semakin tinggi angka oktan pada bahan bakar akan menghindari terjadinya detonasi pada saat proses pembakaran. Dari hasil penelitian yang membandingkan antara kerja busi dan koil standar dengan busi dan koil *racing* pada mesin 4 langkah dapat diketahui nilai torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar yang paling baik. Torsi (T) rata - rata tertinggi terdapat pada Busi *Racing* dan Koil *racing* dengan bahan bakar Pertamina Plus dengan nilai sebesar 5,23 N.m pada putaran 5000 rpm. Daya HP rata - rata tertinggi terdapat pada busi *racing* dan koil *racing* dengan bahan bakar Pertamina Plus dengan nilai sebesar 5,30 HP pada 7000 rpm. *Fuel Consumption* (FC) rata - rata terendah diperoleh pada Busi dan Koil *racing* dengan bahan bakar Pertamina Plus sebesar 0,860 kg/jam pada putaran 3000 rpm.

Ramadhani (2016) menjelaskan tentang pengapian dengan pengujian penggunaan dan Koil *Racing* terhadap karakteristik percikan bunga api dan kinerja motor 160 cc berbahan bakar Peralite. Dengan parameter yang diujikan meneliti percikan bunga api, daya, torsi dan konsumsi bahan bakar dari variasi yang

dilakukan. Dari hasil pengujian bunga api terbaik pada variasi CDI BRT dengan KOIL standar karena bunga api konstan pada suhu 7000 – 80000 K. Dari hasil penelitian yang dilakukan bahwa torsi terbesar terdapat pada 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.

R.Candra, dkk (2017) telah melakukan penelitian Pengaruh Penggunaan CDI *Unlimiter* Terhadap daya dan torsi Pada Sepeda Motor Vario CW 110 cc Tahun 2012. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, CDI *unlimiter* memberikan peningkatan pada torsi dan daya. Pada percobaan CDI standar daya tertinggi pada putaran maksimal 8000 rpm sebesar 5,7 HP, sedangkan penggunaan CDI *unlimiter* pada putaran mesin rata-rata 8000 rpm sebesar 7,3 HP sehingga terjadi kenaikan daya sebesar 1,6 HP (21,91%). Selanjutnya torsi tertinggi menggunakan CDI standar pada putaran mesin rata-rata maksimal yaitu 6500 rpm sebesar 6,8 N.m sedangkan menggunakan CDI *unlimiter* pada putaran rata-rata maksimal 6500 rpm sebesar 7,12 N.m sehingga mengalami kenaikan sebesar 0,3 N.m (4,4%).

Paryono, dkk (2014) telah meneliti tentang analisis penggunaan Koil *Racing* terhadap daya pada sepeda motor. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa, penggunaan koil standar bawaan sepeda motor pada putaran mesin 1500 rpm dapat menghasilkan daya sebesar 6,70 HP, dan pada 3000 rpm mampu menghasilkan daya yang didapat sebesar 9,45 HP, pada putaran 4500 rpm didapatkan hasil daya tertinggi sebesar 11,17 HP, Penggunaan koil *racing* pada 1500 rpm mendapatkan hasil daya sebesar 7,28 HP, pada 3000 rpm mampu menghasilkan daya sebesar 11,05 HP, dan pada putaran mesin 4500 rpm mampu menghasilkan daya tertinggi sebesar 12,35 HP. Selain itu juga terdapat perbedaan pada penggunaan koil standar dengan penggunaan koil *racing* terhadap daya di putaran mesin 1500 sampai 4500 rpm.

Heri Purnomo dkk, (2012) meneliti tentang analisis penggunaan CDI digital *hyper band* dan variasi putaran mesin terhadap torsi dan daya mesin pada sepeda motor Yamaha Jupiter MX tahun 2008. Menyimpulkan bahwa kenaikan putaran

pada sebuah mesin dapat menaikkan torsi yang dihasilkan oleh poros roda hingga torsi maksimal. Torsi poros maksimal ini terjadi pada putaran mesin 5900 rpm yaitu sebesar 7,51 ft.lbs. Kenaikan putaran mesin diatas 5900 rpm membuat torsi yang dihasilkan akan semakin menurun. Penggunaan CDI digital *hyperband* tidak meningkatkan torsi, torsi poros maksimal yang dapat dicapai dari kedua CDI adalah sama, yaitu sebesar 7,51 ft.lbs pada putaran 5900 rpm. Kenaikan putaran mesin dapat menaikkan daya yang dihasilkan oleh poros roda hingga tercapai daya maksimal. Kenaikan putaran mesin setelah mencapai daya maksimal membuat daya yang dihasilkan pada poros roda menurun. Penggunaan CDI digital *hyperband* tidak meningkatkan daya maksimal yang dihasilkan pada poros roda. Daya poros maksimal yang dapat dicapai ketika menggunakan CDI standar terjadi pada putaran mesin 9050 rpm, yaitu sebesar 10,07 HP. Daya poros maksimal yang dapat dicapai ketika menggunakan CDI digital *hyperband* terjadi pada putaran mesin 9100 rpm, yaitu sebesar 10,04 HP atau lebih rendah 0,03 HP dari daya yang dihasilkan oleh CDI standar. Penggunaan CDI digital *hyperband* dapat meningkatkan putaran maksimal mesin. Putaran mesin maksimal yang dapat dicapai ketika menggunakan CDI standar sebesar 9100 rpm. Putaran mesin maksimal yang dapat dicapai ketika menggunakan CDI digital *hyperband* sebesar 10600 rpm atau lebih tinggi 1500 rpm dari putaran maksimal mesin yang dapat dicapai CDI standar. Meningkatnya putaran maksimal mesin akan meningkatkan kecepatan maksimal yang dicapai oleh kendaraan.

Dari hasil tinjauan pustaka yang diacu tentang sistem pengapian bahwa pada penggunaan CDI, koil, dan busi *racing* menghasilkan daya dan torsi lebih tinggi dan membutuhkan bahan bakar lebih banyak daripada penggunaan CDI, koil dan busi standar pabrikan dengan demikian dapat diambil kesimpulan semakin tinggi daya dan torsi maka membutuhkan konsumsi bahan bakar lebih banyak. sedangkan pengaruh dari jenis bahan bakar semakin tinggi angka oktan yang digunakan maka akan menghasilkan daya dan torsi lebih tinggi.

## 2.2. Dasar Teori

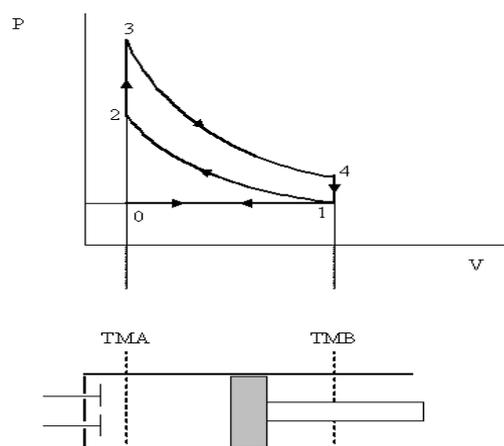
### 2.2.1. Pengertian umum motor bakar

Motor bakar termasuk mesin pembakaran dalam yaitu sebuah proses pembakaran yang berlangsung di dalam motor bakar itu sendiri, sehingga gas yang dihasilkan yang terjadi sekaligus berfungsi sebagai fluida kerja. Banyak jenis motor bakar, salah satunya yang sering digunakan adalah motor bakar bensin. Motor bakar bensin sering digunakan sebagai alat transportasi sehari-hari seperti motor dan mobil. Pada sistem bahan bakar motor bensin, bahan bakar harus sudah tercampur dengan udara sebelum busi memercikan bunga api ke ruang bakar. Pada motor bakar bensin memakai sistem bahan bakar dengan menggunakan karburator sebagai pencampur bahan bakar dengan udara.

Motor bakar terdibagi menjadi 2 jenis utama, yaitu Motor Bensin (Otto) dan Motor Diesel. Perbedaan yang paling utama motor bensin dan diesel terdapat pada sistem penyalanya dimana motor bensin menggunakan busi sebagai sistem penyalanya sedangkan pada motor diesel menggunakan suhu kompresi yang tinggi untuk dapat membakar bahan bakar solar tersebut.

### 2.2.2 Siklus Otto

Siklus udara volume konstan (siklus otto) dapat digambarkan oleh grafik P dan V di tunjukan pada gambar 2.1.



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

P	= Tekanan fluida kerja ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )
V	= Volume spesifik ( $\text{m}^3/\text{kg}$ )
$q_m$	= Jumlah kalor yang dimasukkan ( $\text{kcal}/\text{kg}$ )
$q_k$	= Jumlah kalor yang dikeluarkan ( $\text{kcal}/\text{kg}$ )
$V_L$	= Volume langkah torak ( $\text{m}^3$ atau $\text{cm}^3$ )
$V_s$	= Volume sisa ( $\text{m}^3$ atau $\text{cm}^3$ )
TMA	= Titik mati atas
TMB	= Titik mati bawah

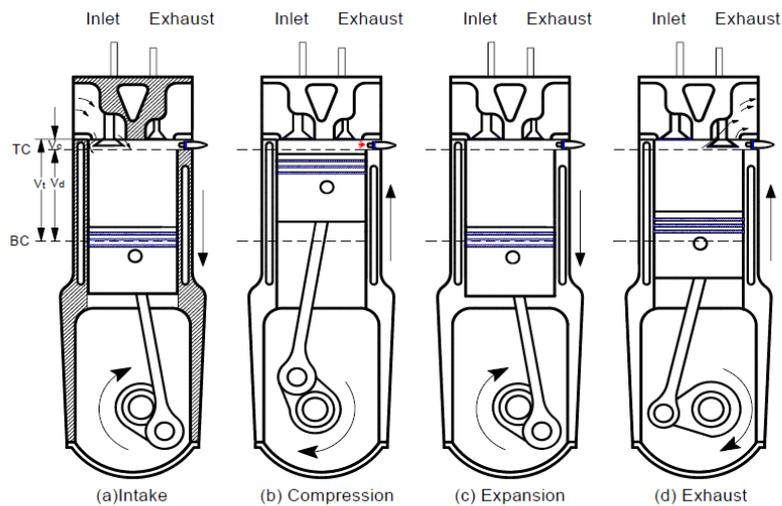
Penjelasan :

1. Fluida kerja dianggap sebagai gas yang 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.
8. Siklus dianggap 'tertutup', artinya siklus ini berlangsung dengan fluida kerja yang sama, atau gas yang berada di dalam silinder pada waktu langkah buang, tetapi pada langkah isap berikutnya akan masuk sejumlah fluida kerja yang sama.

### **2.2.3. Prinsip Kerja Motor Bakar**

#### **a. Motor Bensin 4 Langkah**

Sistem pembakaran pada ruang bakar dapat dilihat pada Gambar 2.2 di bawah ini.



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

### 1. Langkah Hisap

Pada langkah hisap 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 terisap dan masuk melalui katup masuk. Ketika piston hampir mencapai TMB, silinder sudah berisi sejumlah campuran bahan bakar dan udara.

### 2. Langkah kompresi

Setelah piston melakukan langkah hisap, katup masuk menutup piston dan kembali lagi pada posisi Titik Mati Atas (TMA). Dengan kedua katup hisap dan buang tertutup, campuran bahan bakar dan udara yang berada dalam silinder ruang bakar di kompresikan. Akibat proses kompresi, akan terjadi kenaikan suhu pada ruang bakar.

### 3. Langkah Usaha atau Ekspansi

Beberapa derajat sebelum terjadi TMA, busi memercikan bunga api. Maka api dari busi tersebut dapat membakar campuran bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar. Sehingga campuran bahan bakar dan udara terbakar mendorong piston bergerak menuju TMB.

#### 4. Langkah Buang

Setelah beberapa derajat sebelum piston mencapai TMB, katup buang akan mulai membuka. Piston mulai bergerak ke atas kembali memompa sisa hasil dari pembakaran melalui lubang katup buang. Ketika piston hampir mencapai TMA, katup hisap mulai membuka dan akan bersiap untuk memulai siklus berikutnya.

### 2.3 Sistem Pengapian

Fungsi dari pengapian yaitu untuk memulai pembakaran atau menyalakan campuran bahan bakar dan udara pada saat yang 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 terbagi menjadi dua macam yaitu sistem pengapian baterai dan sistem pengapian magnet.

##### a. Sistem Pengapian Magnet

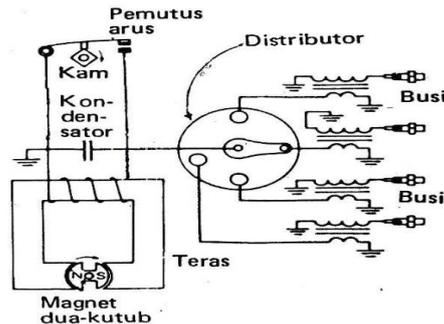
Sistem pengapian magnet adalah loncatan bunga api pada busi menggunakan arus yang dihasilkan dari kumparan magnet (AC).

Ciri-ciri umum pengapian magnet :

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

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

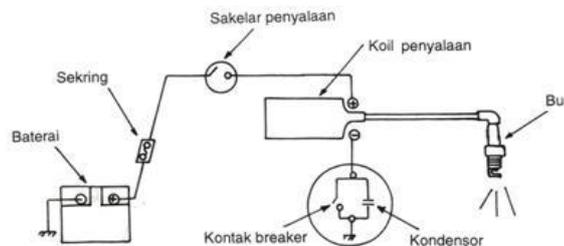
dihubungkan ke massa. Jika platina menutup, arus listrik dari kumparan *primer* mengalir ke masa melewati platina dan busi tidak meloncatkan bunga api. Jika platina membuka, arus listrik tidak dapat mengalir ke masa sehingga akan mengalir ke kumparan *primer* koil dan mengakibatkan timbulnya api pada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



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

#### b. Sistem Pengapian Baterai

Sistem pengapian dengan baterai seperti terlihat pada **Gambar 2.4** di bawah ini :



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

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

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 pengaman / 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 bertegangan tinggi yang kemudian diteruskan ke busi sehingga pada busi timbul loncatan api.

### **c. 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 merk 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, dimana pulsa ini berfungsi sebagai pemicu (*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 yang terdapat pada busi dapat menghasilkan daya yang cukup besar dan stabil, baik putaran mesin rendah maupun putaran 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. Sistem pengapian elektronik memiliki kelebihan, diantaranya:

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

Ada beberapa macam pengapian elektronik salah satunya adalah *PEI* ( *Pointless Elektronik Ignition* ). Sistem pengapian jenis ini menggunakan magnet dengan tiga buah kumparan untuk system pengisian baterai, 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 bertegangan tinggi.

2. Unit CDI

Unit CDI ialah rangkain komponen elektromik yang sebagian besar adalah *kondensor* 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 maka menghasilkan dua kali penyalaan, akan tetapi hanya satu yang dimanfaatkan yaitu yang tepat pada saat beberapa derajat sebelum TMA (Titik Mati Atas).

## 2.4 Komponen Sistem Penyalan

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

CDI merupakan sistem pengapian yang sangat perberan pada mesin pembakaran dalam, yaitu dengan memanfaatkan energi yang disimpan di dalam kapasitor yang digunakan untuk menghasilkan tegangan tinggi yang selanjutnya akan diteruskan pada koil pengapian sehingga *output* tegangan tinggi pada koil akan menghasilkan *spark* (percikan bunga api) pada busi. Besarnya energi yang tersimpan disebuah kapasitor inilah yang sangat menentukan kuatnya *spark* (percikan bunga api) dari sebuah busi untuk memantik campuran gas di dalam silinder. Semakin besar energi yang tersimpan di dalam kapasitor maka semakin kuat pula *spark* yang dihasilkan pada busi untuk membakar campuran bahan bakar dan udara. Energi yang besar juga memudahkan *spark* menembus kompresi tinggi ataupun campuran udara dan bahan bakar yang telah menjadi gas akibat dari pembukaan *throttle* yang lebih besar. Pada sistem pengapian CDI merupakan penyempurnaan dari sistem sebuah pengapian magnet konvensional, yang mempunyai kelemahan sehingga dapat mengurangi efisiensi kerja pada sebuah mesin. Sebelumnya pada sistem pengapian sepeda motor menggunakan sistem pengapian konvensional.

Dalam hal ini sumber arus yang digunakan 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*.

Pada saat ini sistem pengapian magnet konvensional sudah jarang sekali 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. Pada sistem CDI pengapian juga menjadi 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.

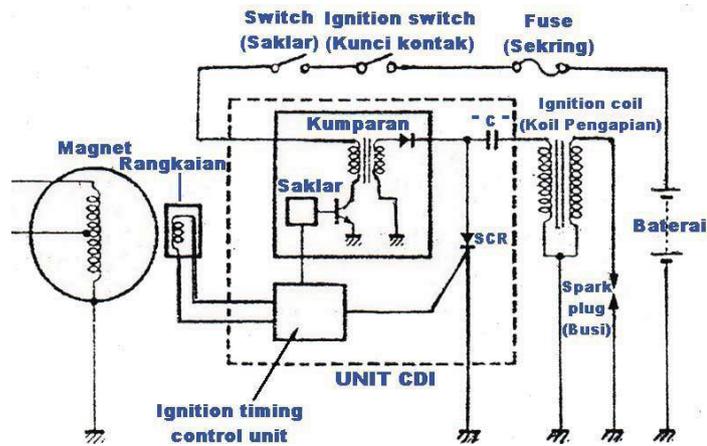
Sistem pengapian CDI pada sepeda motor sangat penting, dimana sistem tersebut berfungsi sebagai pembangkit atau penghasil tegangan tinggi untuk kemudian di teruskan pada busi. Bila sistem pengapian mengalami gangguan atau kerusakan, maka performa yang dihasilkan oleh mesin tidaklah maksimal.

Dari penjelasan diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa CDI yang digunakan sangat berpengaruh pada performa kendaraan. Hal ini dapat terjadi karena penggunaan system pengapian yang baik maka pembakaran di dalam ruang bakar akan menjadi lebih sempurna sehingga panas yang dihasilkan dari pembakaran akan maksimal. Panas sangatlah 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 diruang bakar maka semakin besar ledakan yang dihasilkan dari campuran gas di ruang bakar sehingga menghasilkan energi gerak yang besar pula pada sebuah mesin.

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

1. Tidak perlu melakukan penyetelan ulang pada sistem pengapian CDI, karena sistem pengapian CDI secara otomatis mengatur keluar dan masuknya tegangan listrik.
2. Pengapian lebih stabil, karena CDI tidak diatur oleh poros *chamshaft* seperti pada sistem pengapian konvensional (platina).
3. Mesin lebih mudah distart, karena sudah tidak tergantung pada kondisi platina.
4. Pada unit CDI dikemas di dalam kotak plastik yang dicetak sehingga tahan terhadap air dan guncangan.

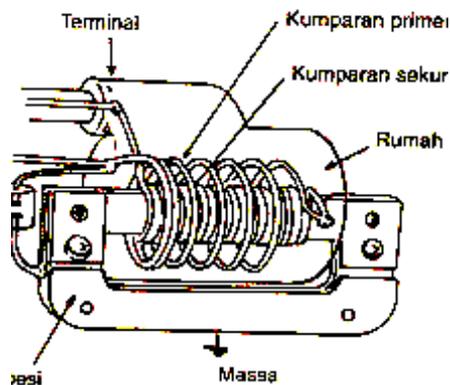
Sistem pengapian dengan baterai seperti terlihat pada Gambar 2.5 di bawah ini.



**Gambar 2.5** Rangkaian pengapian dengan baterai (Purnomo, 2016)

### 2.4.2 Koil

Koil merupakan sebuah kumparan elektromagnetik (*transformator*) yang terdiri dari sebuah kabel tembaga yang terisolasi solid (kawat tembaga) dan inti besi yang terdiri atas kumparan primer dan kumparan sekunder. Koil merupakan *transformator step up* yang berfungsi menaikkan tegangan yang mulanya 12 volt dari kumparan primer menjadi tegangan yang lebih tinggi yaitu 15.000 volt pada kumparan sekunder. Koil ditunjukkan pada Gambar 2.6.

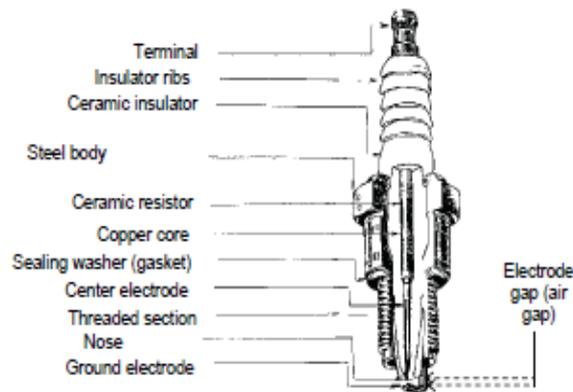


**Gambar 2.6** Koil (Hasporo, 2016)

### 2.4.3 Busi

Busi adalah komponen utama untuk menyalakan campuran bahan bakar dan 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 di antara 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** Busi Konstruksi Busi (jama, 2008)

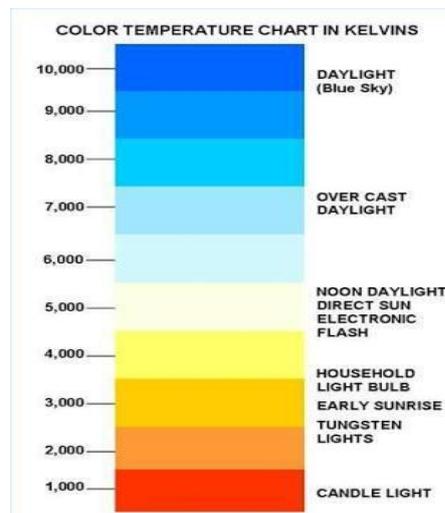
Keterangan gambar:

1. Bagian ulir.
2. Loonkasi.
3. Paduan nikel.
4. Paduan alumina.
5. Bagian ini kosong atau berisi tahanan.
6. Perakat.
7. Paking datar atau kerucut.
8. Celah elektroda.

Walaupun konstruksi dari busi bisa dikatakan sangat sederhana akan tetapi kerja dari sebuah busi sangatlah berat, temperatur pada elektroda busi pada saat langkah pembakaran bisa mencapai suhu sekitar 2000°C. Setelah temperatur yang sangat tinggi kemudian temperatur turun drastis pada saat dilakukannya 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 akan menerima tekanan yang sangat tinggi terutama pada saat langkah pembakaran yang bisa mencapai 45 atm.

Busi menghasilkan warna Percikan yang berbeda – beda. Semakin biru bunga apinya maka semakin tinggi pula suhu yang dikeluarkan dari busi tersebut. Tingkatan suhu percikan bunga api ditunjukkan pada **Gambar 2.8**.

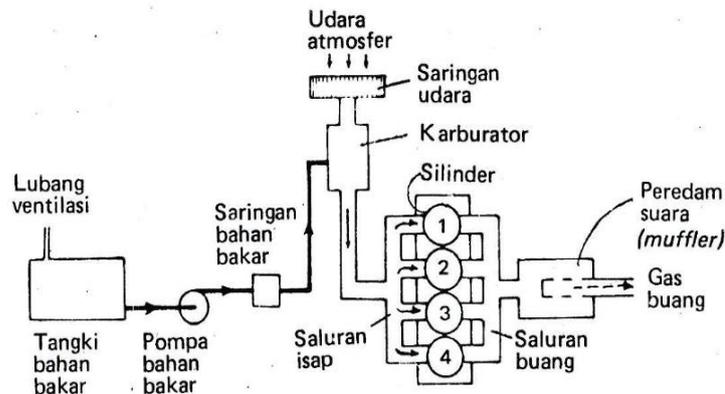


**Gambar 2.8** Tingkatan Warna Suhu (Sidiq, 2016)

## 2.5 Bahan Bakar

### 2.5.1 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 2.9**.



**Gambar 2.9** 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 dipakai 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.

### 2.5.2 Bahan Bakar Jenis Premium

Premium adalah senyawa organik yang dibutuhkan dalam pembakaran dengan tujuan untuk mendapatkan energi atau tenaga. Premium ini mempunyai RON sebesar 88. Spesifikasi bahan bakar jenis Premium ditunjukkan pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Spesifikasi Premium

NO	Sifat	Batasan	
		Min	Max
1	Angka oktan riset		
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	Kuning	

(Keputusan Dirjen Migas No. 313.K/10/DJM.T.2013)

## 2.6 Perhitungan Torsi, Daya, dan Konsumsi Bahan Bakar spesifik (SFC)

### 2.6.1 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 (Heywood, 1988).

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

Dengan :

T = Torsi (N.m)

F = Gaya yang terukur pada *Dynamometer* (N)

r = Jarak Panjang lengan (m)

### 2.6.2 Daya

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

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

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

### 2.6.3 Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar spesifik adalah pemakaian bahan bakar yang terpakai per jam untuk setiap daya yang dihasilkan pada motor bakar. Konsumsi bahan bakar spesifik didefinisikan dengan persamaan (Arismunandar, 2002)

$$SFC = \frac{mf}{p} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan:

- $Mf$  = Laju aliran bahan bakar masuk mesin
- $mf = \frac{3600}{1000} \cdot \rho bb$  (kg/jam)
- b = Volume *buret* (cc)
- t = Waktu (s)
- bb = Massa jenis bahan bakar (bensin: 0,74 kg/l)
- P = Daya (kW)

## **2.7 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:

### **2.7.1 Percikan Bunga Api Harus Kuat**

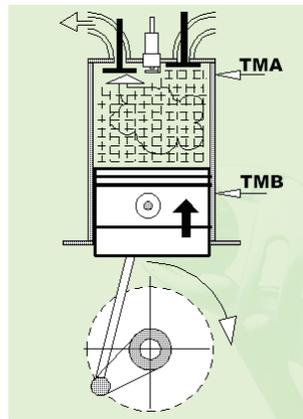
Pada saat campuran bensin-udara dikompresi di dalam silinder, maka kesulitan utama yang terjadi adalah bunga api meloncat di antara celah elektroda busi sangat sulit, hal ini disebabkan udara merupakan tahanan listrik dan tahanannya akan naik pada saat dikompresikan. Tegangan listrik yang diperlukan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

### 2.7.2 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 2.10

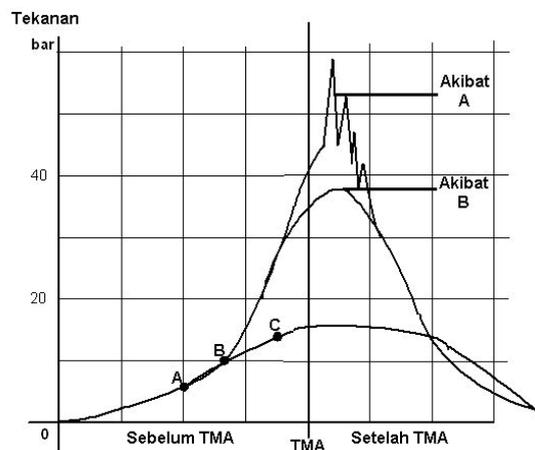


**Gambar 2.10** Batas TMA dan TMB piston (jama, dkk. 2008)

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  $10^0$  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 2.11.



**Gambar 2.11** Posisi saat pengapian (jama, dkk. 2008)

Bila saat pengapian *dimajukan terlalu jauh* (lihat gambar 2.11 titik A) maka tekanan pembakaran maksimum akan tercapai sebelum  $10^\circ$  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 2.11 titik C) maka tekanan pembakaran maksimum akan terjadi setelah  $10^\circ$  setelah TMA (saat dimana torak telah turun cukup jauh). Bila

dibandingkan dengan pengapian yang waktunya tepat (gambar 2.11 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.