

## BAB II

### KAJIAN TEORI

#### 2.1 Kajian Pustaka

Indrayanto (2015) dalam judul tugas akhir analisa *troubleshooting* sistem pengapian DC dan pengisian suzuki satria FU 150 tahun 2010 menjelaskan untuk mengetahui cara kerja, komponen- komponen pada sistem pengapian DC dan sistem pengisian pada Suzuki Satria FU 150, karena kedua sistem sangat erat hubungannya. Komponen pada sistem pengapian DC pada Suzuki Satria FU 150 terdiri dari Sistem pengapian terdiri dari Alternator, Kumparan Pembangkit Pulsa (Pick-Up Coil), Baterai, Kunci Kontak, CDI-DC, Koil Pengapian, Busi. Cara Kerja Sistem pengapian pada Suzuki Satria FU 150 ini didalamnya terdapat CPU yang secara akurat mengontrol timing pengapian tergantung putaran mesin. Pada unit CDI-nya terdapat alat konversi arus DC yang dapat menaikkan tegangan baterai dan mengisi kapasitor (C). Komponen dalam sistem pengisian Suzuki Satria FU 150 antara lain : Generator atau Alternator, Regulator rectifier, Sekring dan Baterai. Cara Kerja Sistem Pengisian Suzuki Satria FU 150. Rangkaian pengisian dan penerangan pada Suzuki Satria FU 150 , terdiri dari generator AC (*Alternating Current*), regulator/ rectifier dan baterai. Arus AC yang dibangkitkan oleh generator AC (*Alternating Current*), dirubah menjadi arus DC (*Direct Current*) yang kemudian dialirkan ke baterai sesudah melewati sekring. Pada bagian lain, kumparan penerangan mengalirkan arus AC (*Alternating Current*).

## 2.2 Teori Kelistrikan

Listrik merupakan suatu bentuk energi yang tidak dapat dilihat oleh mata tetapi dapat dirasakan manfaatnya. Timbulnya listrik disebabkan karena adanya suatu gerakan elektron yang berputar secara beraturan mengelilingi inti dalam beberapa lapisan (orbit), sedangkan elektron-elektron yang orbitnya jauh dari inti namanya elektron bebas. Elektron bebas cenderung mudah berpindah ke atom lain, akibat perpindahan elektron bebas terjadilah kekosongan didalam atom dan segera diisi oleh elektron-elektron yang berasal dari atom lain. Apabila pergerakan elektron bebas ini teratur ke satu arah (aliran elektron), maka akan mengakibatkan timbulnya aliran listrik. (Dunia listrik, 2009)

Arus listrik adalah aliran dari muatan listrik dari satu titik ke titik yang lain. Arus listrik terjadi karena adanya media penghantar antara dua titik yang mempunyai beda potensial. Semakin besar beda potensial listrik antara dua titik tersebut maka semakin besar pula arus yang mengalir. Dari aliran arus listrik inilah diperoleh tenaga listrik yang disebut dengan daya. Dalam aplikasinya, arus listrik terjadi saat muatan pada tegangan listrik dialirkan melalui beban.

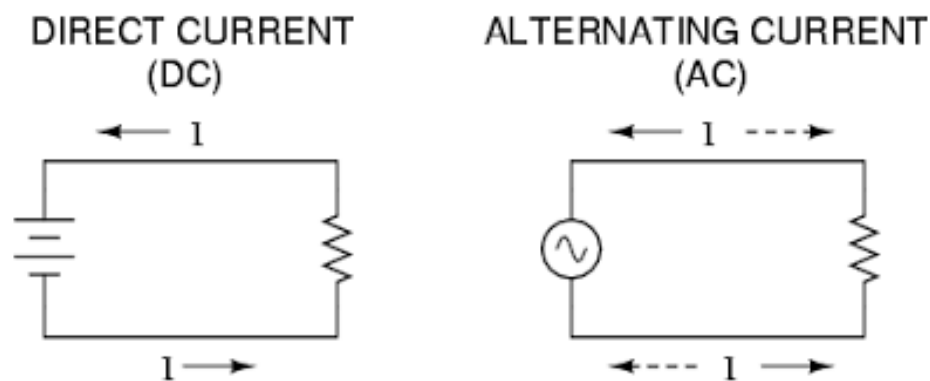
Dalam kendaraan sepeda motor sumber arus berfungsi menghidupkan sistem kelistrikan yang nantinya akan membuat mesin dapat menyala, motor dapat dinyalakan karena adanya arus listrik dari baterai sebagai sumber arus.

### 2.3 Sistem Kelistrikan

Sistem kelistrikan dipakai untuk proses kerja mesin dan sinyal untuk menunjang keamanan berkendara, Setiap sepeda motor dilengkapi dengan beberapa rangkaian sistem kelistrikan. Umumnya sebagai sumber listrik utama sering digunakan baterai (DC), namun ada juga yang menggunakan flywheel magnet (alternator) yang menghasilkan pembangkit listrik arus bolak-balik atau AC (alternating current). Dalam kelistrikan, Tegangan listrik dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

1. Tegangan listrik searah (*direct current /DC*)
2. Tegangan listrik bolak-balik (*alternating current / AC*)

Tegangan listrik DC memungkinkan arus listrik mengalir hanya pada satu arah saja, yaitu dari titik satu ke titik lain dan nilai arus yang mengalir adalah konstan/tetap. Sedangkan tegangan listrik AC memungkinkan arus listrik mengalir dengan dua arah, pada tiap-tiap setengah siklusnya Nilainya akan berubah-ubah secara periodik.



Gambar 2.1 Arus listrik AC dan DC(Miung, 2009)

Sistem kelistrikan pada sepeda motor terbuat dari rangkaian kelistrikan yang berbeda-beda, namun rangkaian tersebut semuanya berawal dan berakhir pada tempat yang sama, yaitu sumber listrik (misalnya baterai). Supaya sistem kelistrikan dapat bekerja, listrik harus dapat mengalir dalam suatu rangkaian yang komplit/lengkap dari asal sumber listrik melewati komponen-komponen dan kembali lagi ke sumber listrik. Aliran listrik tersebut minimal memiliki satu lintasan tertutup, yaitu suatu lintasan yang dimulai dari titik awal dan akan kembali lagi ke titik tersebut tanpa terputus dan tidak memandang seberapa jauh atau dekat lintasan yang tempuh. Jika tidak ada rangkaian listrik, maka tidak akan ada arus yang mengalir. Supaya suatu rangkaian bisa dinyatakan lengkap, maka setelah listrik mengalir dari terminal positif baterai kemudian melewati komponen sistem kelistrikan, listrik tersebut harus kembali lagi ke baterai dari arah terminal negatifnya, yang biasa disebut massa (*ground*). Untuk menghemat kabel, sambungan kabel, dan menghemat tempat, massa biasanya langsung dihubungkan langsung ke body atau rangka sepeda motor atau ke mesin.

Salah satu sistem kelistrikan yang terdapat pada sepeda motor adalah sistem pengapian dan pengisian. Fungsi sistem pengapian menyediakan bunga api pada ruang bakar. Terjadinya loncatan bunga api pada ruang bakar tersebut karena adanya perbedaan tegangan pada kedua elektroda busi. Loncatan bunga api pada elektroda busi terjadi pada saat celah platina membuka. Dengan adanya loncatan bunga api tersebut maka terjadilah pembakaran bensin pada ruang bakar. Sistem pengisian yang dimaksud dengan sistem pengisian adalah pengisian pada baterai dengan arus listrik dari pembangkit ( generator). Arus yang diisikan ke baterai

tersebut harus berupa arus searah ( DC). Oleh karena itu jika arus dari pembangkit masih berupa arus bolak - balik ( AC ) maka arus tersebut harus disearahkan terlebih dahulu.

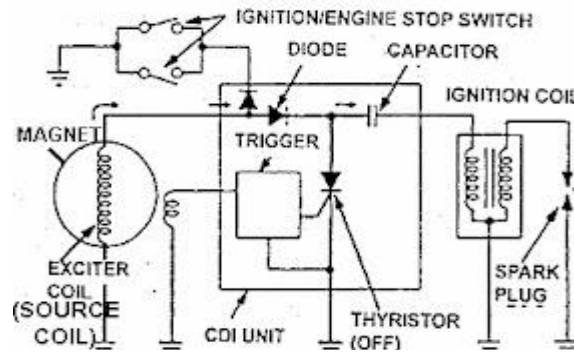
### **2.3.1 Sistem pengapian**

Sistem pengapian bertujuan untuk menghasilkan arus listrik bertegangan tinggi untuk kebutuhan pembakaran campuran bahan bakar dalam udara dalam ruangan bakar. Sistem pengapian dibagi menjadi 2 jenis :

1. Sistem pengapian jenis AC ( *Alternating current* )
2. Sistem pengapian jenis DC ( *Direct current* )

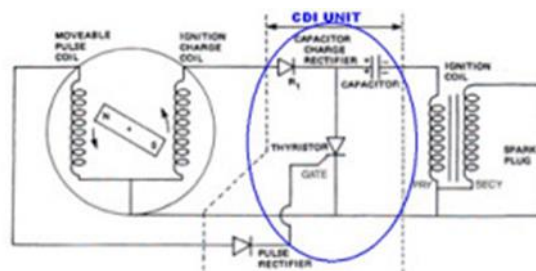
#### **1. Jenis Pengapian Sepeda Motor AC ( *Alternating Current* )**

Sistem pengapian AC bisa diartikan sederhana sebagai sistem pengapian yang bersumber dari motor(kumparan listrik yang terjadi karena medan magnet yang dialirkan ke spul) dan menyambung ke CDI dan Coil. Disini fungsi Baterai/aki dapat dihilangkan dalam proses pengapiannya. Sistem Pengapian AC Ketika kruk as berputar yang diiringi magnetnya (flywheel magnet), maka akan menciptakan gelombang magnet yang menghasilkan arus listrik AC dalam bentuk induksi listrik dari spul pengapian. Arus listrik kemudian diteruskan ke CDI dengan tegangan sebesar 100 - 400 volt. Arus yang diterima kemudian dirubah menjadi arus searah oleh diode, lalu arus tersebut disimpan dalam kondensor yang berada di CDI. Berikut detail gambar sistem pengapian AC pada sepeda motor :



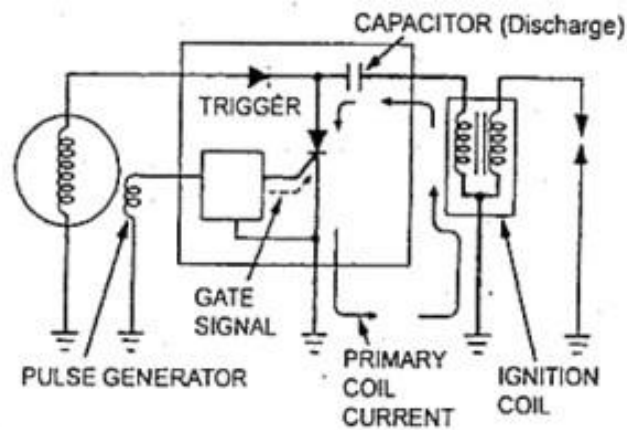
Gambar 2.2 Skema Sistem Pengapian AC(Mekanik motor, 2013)

Detail komponen CDI unit dapat kita perhatikan dibawah ini.Kapasitor mengubah arus menjadi 1 arah.



Gambar 2.3 Skema CDI unit AC(Mekanik motor, 2013)

Dalam proses pengapian, pulsa generator memberi arus sinyal. Arus sinyal ini kemudian diteruskan ke gerbang SCR. Perhatikan gambar dibawah ini:

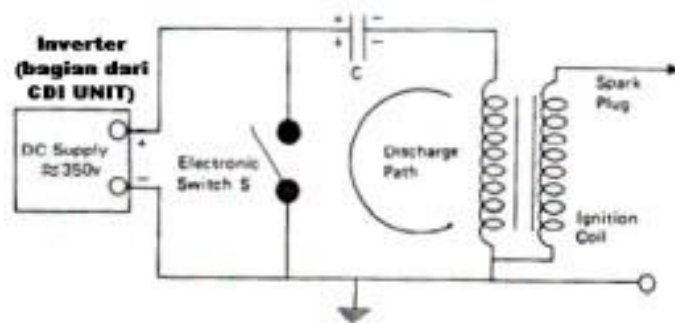


Gambar 2.4 Skema Proses Pengapian (Mekanik motor, 2013)

Karena adanya trigger/pemicu dari gate tersebut, maka SCR menjadi aktif (on) dan mengalirkan gelombang listrik dari anoda ke katoda. Karena aktifnya SCR tersebut, mengakibatkan kapasitor mengeluarkan arus yang cepat. Lalu arus tersebut menyalur ke kumparan primer/spul CDI untuk menghasilkan tegangan sekitar 100 - 400 volt sebagai tegangan induksi sendiri . Karena induksi diri dari lilitan primer tersebut, Terjadilah induksi dalam lilitan sekunder yang tegangan sebesar 15 KV - 20 KV. Tegangan tinggi tersebutlah yang mampu membakar bahan bakar oleh busi.

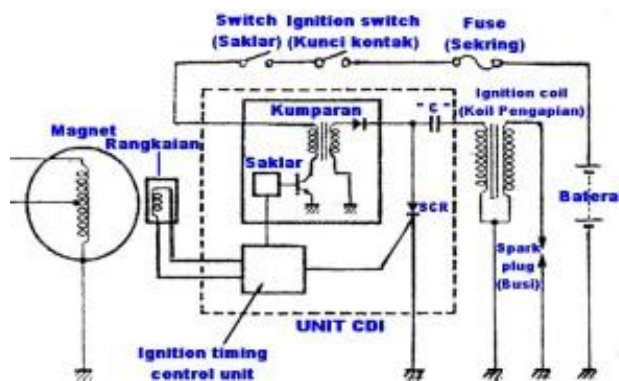
## 2. Jenis Pengapian Sepeda Motor Sistem DC( *Direct Current* )

Sistem pengapain DC adalah sebuah sistem pengapian yang bersumber dari baterai/aki yang dialirkan menuju CDI. Prinsip kerjanya adalah seperti gambar berikut:



Gambar 2.5 Prinsip Kerja Sistem Pengapian DC (Seputar Motor, 2009)

Dari gambar tersebut baterai mengalirkan arus 12Volt ke CDI, kemudian CDI meningkatkan arus menjadi 350Volt. Arus Volt ini kemudian menuju kondensor/kapasitor. Pada saat ada percikan bunga api dari busi, pick-up coil akan memberikan gelombang elektronik ke switch/saklar S untuk segera tertutup. Pada saat saklar telah menutup, kondensor dengan cepat segera mengosongkan muatannya melalui kumparan primer koil pengapian, maka timbul induksi pada kedua kumparan koil pengapian tersebut.



Gambar 2.6 Skema Sistem Pengapian DC (Seputar Motor, 2009)

Skema arus kelistrikan pada sistem DC adalah sebagai berikut. Arus DC pertama kali terjadi pada kumparan spul yang muncul karena putaran magnet, arus ini dilanjutkan ke regulator/kiprok yang tersambung ke baterai/aki dan melakukan



pengisian/charging. Arus dari baterai dilanjutkan ke kunci kontak dan CDI, koil dan terakhir ke busi.

Sistem pengapian DC terjadi saat kunci kontak di ON-kan, aliran listrik dari baterai ke sakelar. Setelah saklar ON otomatis arus mengalir ke kumparan penguat arus dalam CDI yang akan meningkatkan tegangan dari baterai yaitu dari 12 Volt DC menjadi 220 Volt AC. Kemudian arus melewati dioda dan menuju kondensor agar dapat tersimpan sementara. Karena ada putaran mesin, koil menghasilkan arus listrik yang kemudian mengaktifkan SCR, dan mengakibatkan kondensor/kapasitor mengalirkan arus ke kumparan primer koil pengapian. Ketika terjadi pemutusan arus yang mengisi kumparan primer koil pengapian, akibatnya timbul tegangan induksi pada kumparan primer dan kumparan sekunder dan menghasilkan loncatan bunga api pada busi untuk proses pembakaran kabut bensin. Komponen yang terdapat pada sistem pengapian sebagai berikut :

### 1. **Baterai**



Gambar 2.7 Baterai (Yayansukayan, 2012)

Baterai berfungsi sebagai sumber arus listrik, Baterai yang dirancang untuk kendaraan umumnya 6 Volt dan 12 Volt. Tetapi sekarang rata-rata baterai dibuat 12 Volt. Baterai yang 6 volt terdiri atas 3 sel, sedangkan yang 12 volt

mempunyai 6 sel yang dirangkai secara seri. Sel-sel tersebut tersimpan dalam sebuah kotak dan masing-masing sel diberikan lubang untuk mengisi elektrolit baterai.

## 2. Kunci Kontak ( *Switch Ignition* )

Kunci Kontak berfungsi sebagai sakelar penghubung dan pemutus aliran listrik, saat kunci kontak diputar pada posisi ON maka akan menghubungkan tegangan (+) baterai ke seluruh sistem kelistrikan (termasuk sistem pengapian) untuk mengoperasikan seluruh sistem kelistrikan yang ada. Pada posisi OFF dan LOCK kunci kontak memutuskan hubungan kelistrikan dari sumber tegangan (terminal (+) baterai) yang dibutuhkan oleh seluruh sistem kelistrikan, sehingga seluruh sistem kelistrikan tidak dapat dioperasikan.

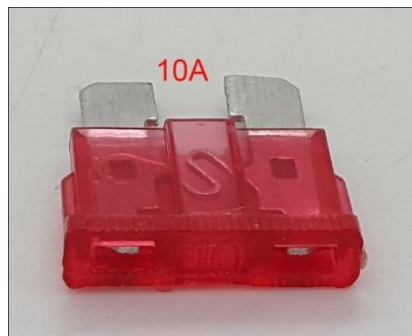


Gambar 2.8 Kunci Kontak Yamaha Mio (Otomotifnet, 2010)

## 3. Sekering ( *Fuse* )

Sekering adalah komponen yang berfungsi sebagai pengaman dalam rangkaian elektronika maupun perangkat listrik. Fuse (Sekring) pada dasarnya terdiri dari sebuah kawat halus pendek yang akan meleleh dan terputus jika dialiri oleh arus listrik yang berlebihan ataupun terjadinya hubungan arus pendek ( *Short Circuit* ) dalam sebuah peralatan listrik / elektronika. Dengan putusnya fuse

tersebut, arus listrik yang berlebihan tersebut tidak dapat masuk ke dalam rangkaian elektronika sehingga tidak merusak komponen – komponen yang terdapat dalam rangkaian elektronika yang bersangkutan. Karena fungsinya yang dapat melindungi peralatan listrik dan peralatan elektronika dari kerusakan akibat arus listrik yang berlebihan, fuse atau sekering juga sering disebut sebagai pengaman listrik.

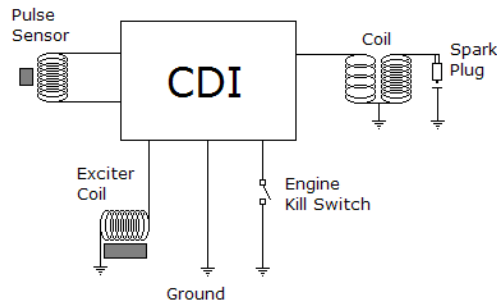


Gambar 2.9 Sekering ( *Fuse* ) 10A

#### 4. **CDI (Capacitor Discharge Ignition)**

CDI atau *Capacitor Discharge Ignition* adalah 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 di 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 didalam kapasitor maka semakin kuat spark yang dihasilkan di busi untuk memantik campuran gas bakar dengan catatan diukur pada penggunaan koil yang sama. Energi yang besar juga

akan memudahkan spark menembus kompresi yang tinggi ataupun campuran gas bakar yang banyak akibat dari pembukaan throttle yang lebih besar.



Gambar 2.10 Skema CDI Secara Umum (Crustyquinns, 2013)

Dari uraian di atas dapat kita simpulkan bahwa CDI yang kita pasang untuk pengapian sangat berpengaruh pada performa kendaraan yang kita gunakan. Karena disain dari mesin bakar itu sendiri, yaitu mengubah energi kimia menjadi energi panas untuk kemudian diubah menjadi energi gerak. Semakin panas hasil pembakaran di ruang bakar artinya semakin besar ledakan yang dihasilkan dari campuran gas di ruang bakar sehingga menghasilkan energi gerak yang besar pula di mesin. Panas disini adalah panas yang dihasilkan murni dari ledakan campuran gas bakar, bukan karena gesekan antar komponen didalam ruang bakar. Dengan kata lain panas yang dimaksudkan adalah panas ideal yang dapat dihasilkan dari pembakaran campuran gas bakar dengan energi dari sistem pengapian yang digunakan.

Bagaimana kita mengetahui besarnya energi dari sistem pengapian (pada kasus ini CDI) yang kita gunakan? Besarnya energi ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus dasar untuk menghitung energi kapasitor yaitu :  $e = \frac{1}{2} * c * v * v$ . Dimana c adalah besarnya kapasitor yang digunakan (dalam satuan Farad) dan V adalah tegangan yang disimpan di kapasitor tersebut. Misalkan saja

kapasitor yang digunakan 1 $\mu$ F dan tegangan yang disimpan 300V maka energi dari kapasitor tersebut dihitung menggunakan rumus tadi adalah 45 mili Joule. Energi inilah yang akan dikirimkan ke busi melalui koil yang kemudian akan digunakan untuk memantik campuran gas di ruang bakar. Oleh karena itu semakin besar energi ini, semakin kuat spark yang dihasilkan oleh busi.



Gambar 2.11 Spark Energy (Crustyquinns, 2013)

Besarnya energi ini biasanya disebutkan pada spesifikasi CDI yang kita gunakan. Kenapa? Karena inilah inti dari CDI itu sendiri, yaitu energi yang dihasilkan. Disinilah kita bisa membandingkan atau memberikan suatu justifikasi bahwa sebuah CDI lebih powerfull dibandingkan CDI lain ataupun CDI bawaan standar pabrikan kendaraan. Namun bagaimana jika spesifikasi dari CDI yang kita gunakan tidak menyebutkan besarnya energi yang dihasilkan? Tentunya produsen CDI yang baik akan memberikan besaran-besaran spesifikasi lain yang digunakan oleh CDInya. Biasanya produsen akan memberikan tegangan output CDI, arus yang dikonsumsi, dan range RPM yang bisa dilayani oleh CDI tersebut. Disini masih ada satu pertanyaan untuk mencari nilai C yang digunakan, karena besarnya energi dihitung dengan nilai C kapasitor sedangkan produsen CDI memang jarang menyebutkan berapa besar C kapasitor yang digunakan.

Bagaimana kita mendapatkan besaran nilai C kapasitor? Tentu saja dengan menggunakan kembali parameter spesifikasi CDI yang diberikan oleh produsen. Dari teori rangkaian listrik pada suatu sistem bahwa jumlah daya yang dikeluarkan maksimum sama dengan daya input (pada efisiensi 100%), maka kita dapat memperoleh selain nilai C kapasitor juga nilai energi yang digunakan. Daya input dihitung dengan  $P = V \cdot I$ , dimana V adalah sumber tegangan untuk mencatu CDI, yaitu baterai (accu) dan I adalah arus dari baterai yang dikonsumsi CDI pada RPM maksimum yang masih dapat dilayani CDI. Misalkan pada suatu CDI diketahui spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 2.1 Spesifikasi CDI (*Capacitor Discharge Ignition*)

Tegangan Kerja	11 – 14.5 V
Konsumsi Arus	0.1 – 0.75 A
Tegangan Output	300 V
Range Rpm	500 – 20000 rpm

Dari spesifikasi diatas dapat kita peroleh daya input CDI adalah  $P = 12 \cdot 0.75$ , hasilnya adalah 9 watt. Disini digunakan  $V = 12$  karena memang baterai (accu) yang umum digunakan di kendaraan (motor) adalah tipe 12 volt. Arus (I) yang digunakan adalah 0.75 A (arus maksimum dengan acuan spesifikasi di atas) karena arus inilah yang digunakan untuk mengisi kapasitor pada RPM maksimum CDI (20000 rpm). Kenapa menggunakan acuan pada kondisi rpm maksimum? Karena CDI tersebut didisain untuk bekerja pada range RPM rendah- tinggi (500

– 20000 rpm). Semua disain CDI dihitung pada kondisi maksimum agar dapat beroperasi pada range RPM, karena pada RPM maksimum sistem CDI harus mengisi kapasitor sampai tegangan out yang ditentukan (300 V) sebelum satu putaran crankshaft. Karena setiap satu putaran crankshaft pasti tegangan tersebut akan dilepaskan ke koil sebagai akibat posisi sensor yang ditempatkan di magnet. Sehingga pengapian terjadi setiap 360 derajat atau dengan kata lain pengapian terjadi pada langkah kompresi dan langkah buang. Agar kapasitor dapat terisi penuh sebelum sensor mentrigger di semua range RPM maka waktu maksimum untuk mengisi kapasitor harus kurang dari waktu putaran crankshaft pada RPM maksimum.

Pada kasus ini waktu pengisian harus  $< 0.003$  detik, yang didapatkan dari rumus  $T=1/f$ , dimana  $f$  adalah RPM maksimum ( $20000 \text{ rpm} = 333,333 \text{ Hz}$ ). Dengan daya out CDI yang telah diketahui yaitu 9 watt, dapat kita hitung berapa energi yang dilepaskan oleh CDI. Energi inilah yang menjadi jaminan kualitas CDI yang kita gunakan. Energi ini dihitung dengan rumus  $P = E/T$  atau menjadi  $E = P \cdot T$ .  $T$  disini adalah waktu pada RPM maksimum yaitu 0.003 sekon ( $T=1/f$ ,  $f=333.333\text{Hz}$ ). Sehingga diperoleh  $E = 9 \cdot 0.003$  sama dengan 0.027 Joule. Dengan rumus energi kapasitor maka diperoleh besaran  $C = 2 \cdot E / (V \cdot V)$  yaitu 0.0000006 Farad atau 0.6 mikro Farad.



Gambar 2.12 Capacitor (Crustyquinns, 2013)

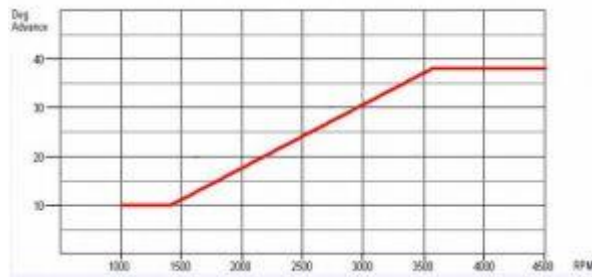
Dengan teori daya, maka daya yang dikeluarkan CDI maksimum sama dengan daya input yaitu 9 watt. Disini diasumsikan efisiensi sistem adalah 100 %. Pada kenyataannya tidak ada sistem yang memiliki efisiensi 100%. Pada prakteknya efisiensi untuk pembangkitan tegangan tinggi seperti CDI berkisar di 80-85%, namun dengan disain rangkaian dan penggunaan komponen yang baik dapat diperoleh efisiensi 90%. Efisiensi lebih dari 95% belum dapat dicapai dengan teknologi komponen yang ada saat ini. Efisiensi 100% digunakan hanya untuk mempermudah hitungan kita saja, namun untuk hasil perhitungan yang lebih akurat sebaiknya besarnya efisiensi juga harus diperhatikan.

Energi 0.027 Joule diperoleh dengan efisiensi 100%, bagaimana jika efisiensi bukan 100%? Katakanlah desain CDI memiliki efisiensi 85%, maka energi output CDI adalah 0.0229 Joule. Pada mesin bakar ada parameter MIE (*Minimum Ignition Energy*) atau energi minimum yang dibutuhkan agar mampu membakar gas di dalam ruang bakar. Besarnya MIE ini untuk tipikal mesin 1 silinder adalah 0.020 Joule. Dari sinilah kita bisa mengetahui sebenarnya seberapa baikkah CDI yang kita gunakan. Dari kasus diatas ternyata beda energi CDI hanya sekitar 0.0029 Joule yang artinya sangat kecil. Artinya apakah dengan mengganti CDI dengan yang kita gunakan saat ini telah sesuai dengan ekspektasi?



Seperti yang disebutkan sebelumnya bahwa produsen CDI yang baik harus mencantumkan energi dari CDI mereka karena hal inilah yang menjadi jaminan bahwa produk mereka memang bagus. Karena energi CDI ini sangat bergantung pada arus input, maka tak heran jika produsen CDI terkemuka selalu mengeluarkan spesifikasi CDI sesuai dengan keperluannya. Hal ini dimaksudkan agar tidak terjadi “tekor” pada accu yang digunakan. Sebagai contoh, pada aplikasi CDI untuk keperluan harian (daily use) harus dikompensasi antara energi yang digunakan dengan pemakaian arus yang tidak melebihi kapasitas pengisian accu. Contoh lainnya pada aplikasi pengapian untuk drag race. Untuk kasus ini mungkin saja tidak memperhitungkan berapa arus pengisian accu. Karena pada drag race mesin hanya hidup selama beberapa menit saja dan selama itu pula semua sumber daya yang ada di mesin di explore sebanyak-banyaknya termasuk penggunaan energi CDI sebesar-besarnya dengan arus maksimal dari accu yang digunakan.

Timing pengapian dan setingan lain tentu juga berpengaruh pada hasil akhir performa mesin, namun jika kita lihat dari sisi CDI itu sendiri, energi output lah yang menentukan kualitas CDI. Dengan timing dan setingan lain yang sama, CDI dengan energi yang lebih besar akan menghasilkan performa mesin yang lebih baik.



Gambar 2.13 Contoh Timing Pengapian(Crustyquinns, 2013)

Dari paparan diatas maka dapat disimpulkan bahwa tidak mungkin membuat CDI dengan spesifikasi “high energy” namun dengan konsumsi arus yang kecil, dan tentu saja hal ini bertentangan dengan hukum daya. Ingatlah bahwa rumus daya, tegangan, arus (hukum kekekalan energi) adalah sudah matang alias sudah tidak bisa diutak-atik lagi sehingga semua hitungan dari spesifikasi CDI jelas tidak berbohong. Berikut adalah komponen yang terdapat pada CDI :

a. Transformator

Komponen ini bertugas menaikkan tegangan dari baterai sebelum dilepaskan menuju kondensator

b. SCR ( *Sillicon Controlled Rectifier* )

Komponen yang termasuk dalam jenis thyristor ini berfungsi sebagai saklar elektronik pelepas arus yang di tampung pada kondensator untuk dilepaskan menuju Koil.

c. Kondensator

Kondensator merupakan komponen elektronik yang dapat menyimpan energi listrik dalam jangka waktu tertentu. Dikatakan dalam jangka waktu tertentu

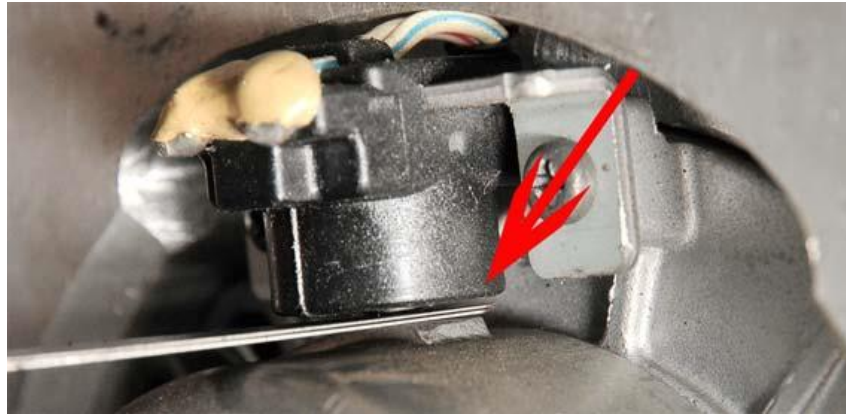
karena walaupun kondensator diisi sejumlah muatan listrik, muatan tersebut akan habis setelah beberapa saat. Oleh sebab itu kondensator berfungsi sebagai penampung sementara arus listrik yang akan di lepaskan ke koil di saat waktu pengapian.

d. Dioda ( *Diode* )

Dioda merupakan komponen semikonduktor yang memungkinkan arus listrik mengalir pada satu arah (forward bias) yaitu, dari arah anoda ke katoda, dan mencegah arus listrik mengalir pada arah yang berlawanan\sebaliknya (reverse bias). Bertugas atau berfungsi menyearahkan arus bolak - balik (AC) yang berasal dari kumparan (Spool) untuk di simpan di kondensator.

**5. Pulser ( *Pick-up coil* )**

Pulser berfungsi untuk membaca sinyal (pulse) untuk penentu waktu pengapian, letak pulser berada diluar alternator menempel pada *crankcase* (blok mesin) yang biasanya terdapat dibagian dalam *gearbox* mesin sebelah kiri. Pulser berbentuk kotak kecil berwarna hitam dan terdapat 2 baut di bagian kanan dan kirinya untuk agar terpasang di badan blok mesin. Pulse atau sinyal yang dibaca pulser didapat dari tonjolan pada lingkaran luar magnet (tonjolan ini disebut *pick-up coil*).



Gambar 2.14 Pulser ( *Pick-up Coil* ) (Bengkelmotor, 2016)

## 6. **Koil ( *Ignition Coil* )**

Koil merupakan komponen kelistrikan dari kendaraan bermotor, dimana fungsinya untuk menaikkan atau mempertinggi tegangan arus listrik yang keluar dari CDI, arus listrik yang besar tersebut di salurkan ke busi, sehingga busi tersebut dapat meletikan bunga api yang mampu membakar bahan bakar di ruang silinder. Pelipatgandaan arus listrik melalui koil tersebut dihasilkan oleh kerja dari dua jenis kumparan yang berada di dalam koil tersebut, kumparan pertama disebut primer sedangkan yang satunya lagi di sebut skunder. Koil standar bawaan pabrik rata-rata menghasilkan tegangan antara 12 ribu hingga 15 ribu volt, maka tidak heran jika kita kena percikan bunga api yang keluar dari koil tersebut akan kesetrum layaknya pegang strum listrik rumah.

Dengan tingginya tegangan dan percikan bunga api yang keluar dari koil dapat mengurangi kandungan emisi yang berbahaya. Namun perlu diingat tegangan yang besar bukan salah satu faktor penentu kualitas koil, koil yang baik adalah koil yang mampu menghasilkan tegangan listrik yang relatif besar dan stabil pada setiap putaran mesin, oleh karena itu setelah menghasilkan tegangan

maksimal pada putaran mesin tertentu, kurva tidak boleh menukik terlalu tajam. kurva yang menukik terlalu banyak, menunjukkan kinerja yang buruk pada putaran (RPM) tinggi.



Gambar 2.15 Koil ( *Ignition Coil* ) (Tifamotor, 2008)

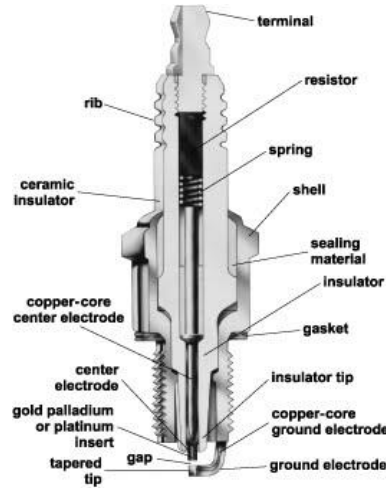
## 7. Busi (*Spark Plug*)

Busi atau dalam bahasa Inggris disebut spark plug merupakan salah satu komponen di dalam sistem pengapian pada mobil khususnya untuk motor bensin. Karena seperti yang kita ketahui bahwa pada mesin diesel campuran udara dan bahan bakar terbakar karena adanya panas yang disebabkan oleh langkah kompresi. Sedangkan pada mesin bensin campuran udara dan bahan bakar dibakar oleh percikan bunga api pada busi.

Dalam sistem pengapian busi berfungsi untuk memercikkan bunga api yang diperlukan untuk membakar campuran udara dan bahan bakar yang telah dikompresi, sehingga terjadi langkah usaha. Busi memiliki 2 elektroda, yakni elektroda tengah dan elektroda negatif (masa).

Setelah arus listrik dibangkitkan oleh ignition coil (koil pengapian) menjadi arus listrik tegangan tinggi, kemudian arus tersebut mengalir

menuju distributor, kabel tegangan tinggi dan ke busi, pada busi arus melompat dari elektroda tengah ke elektroda negatif (massa) sehingga menimbulkan loncatan bunga api yang dibutuhkan untuk membakar campuran udara dan bahan bakar. Dibawah ini diperlihatkan gambar dari kontuksi busi (*spark plug*) :



Gambar 2.16 Busi ( *Spark Plug* ) (Tifamotor, 2008

Berikut adalah bagian – bagian yang terdapat pada busi, sebagai berikut :

Tabel 2.2 Komponen Dan Fungsi Busi

No	Nama Bagian	Keterangan
1	Terminal	Berfungsi sebagai penghubung pada sistem pengapian
2	Insulator	Berfungsi memberikan topangan mekanik pada inti elektroda yang berada ditengahnya sekaligus sebagai isolator elektrik terhadap tegangan tinggi yang mengalir ke inti elektroda

3	Ribs	Berfungsi sebagai ground
4	Insulator tip	insulator tip ini akan mengalami peristiwa pembakaran yang terjadi pada ruang bakar...sehingga material yang digunakan harus tahan terhadap temperatur tinggi dan juga mampu menjadi insulator yang baik ujung dari insulator ini mampu menahan temperatur 650 derajat celcius dan mampu menahan tegangan 60.000 Volt Panjang pendeknya ujung insulator ini akan mempengaruhi jenis sebuah busi..apakah busi itu busi panas atau busi dingin.
5	Seal	berguna agar kompresi dari ruang bakar tidak ada yang keluar melalui celah derat busi.
6	Metal case	Casing metal atau disebut juga jaket..sering kita anggap hanya sebagai Sarana untuk mengunci busi ke silinder head, sebenarnya ada fungsi lainnya yaitu sebagai material konduksi yang memiliki daya hantar panas yang baik..sehingga panas dari busi dapat di konduksikan ke tempat lain selain itu casing

		<p>metal juga berfungsi sebagai ground pada busi. Mangkanya kalau mesin sedang dalam kondisi hidup jangan coba-coba pegang soalnya tegangan 50.000 volt akan lompat ke body anda sebab anda akan beraksi seolah-olah menjadi ground.</p>
7	Electrode Centre	<p>Inti elektroda terhubung dengan terminal kepala busi melalui penghubung internal yang di selubungi oleh keramic insulatornya. ujung dari inti elektroda ini bisa terbuat dari kombinasi tembaga, besi dan nickle, Chromium atau logam2 bagus lainnya. Pada umumnya material yang paling sering digunakan adalah cupprum atau copper atau tembaga.</p>
8	Side electrode	<p>Elektroda samping atau ground merupakan bagian dari ujung busi yang bersentuhan langsung dengan body atau ground kendaraan kita sehingga ini merupakan perjalanan terakhir dari api koil. Elektron akan melompat dari elektroda inti ke ground terdekat..dalam hal ini adalah elektroda samping. Bahan elektroda seharusnya mempunyai daya hantar panas yang</p>



		<p>bagus dan mampu menahan temperatur yang tinggi, gas-gas korosif (bersifat merusak) dan gangguan arus yang bersifat erosif. Logam yang mampu mengatasi persyaratan tersebut adalah campuran nikel-kromiumbarium, atau yang lebih tinggi dengan platinum, tungsten (wolfram) atau campuran iridium. Elektroda pusat menjadi panas dari pada elektroda pada massa dan karena itu semburan electron terjadi dan pemutusan tegangan dari celah berkurang. Salah satu faktor yang mempengaruhi dalam membuat busur api lewat celah udara busi adalah panjang celah dimana semakin panjang (besar) celah, makin lebar pemutusan tegangan yang diharapkan.</p>
--	--	---

Walaupun konstruksi dari busi itu sederhana tetapi kerja dari busi tersebut sangatlah berat, temperatur pada elektroda busi pada saat langkah pembakaran bisa mencapai suhu sekitar 2000 derajat celcius. Setelah temperatur tinggi kemudian temperatu turun drastis pada saat langkah hisap (bahan bakar dan udara masuk kedalam silinder). Perubahan temperatur ini terjadi berulang-ulang kali setiap 1 siklus langkah usaha. Selain itu busi juga menerima tekanan yang tinggi

terutama pada saat langkah pembakaran yang bisa mencapai 45 atm. Untuk itu busi dirancang dan dibuat dari bahan yang tahan panas yang sangat baik.

Busi merupakan komponen yang sangat vital pada sistem pengapian, biasanya busi diganti secara periodik kurang lebih setiap 20.000 KM. Setiap mobil di tune up maka busi biasanya juga diperiksa dan dibersihkan, ini untuk menjaga agar peran busi pada sistem pengapian tetap maksimal. Ada beberapa akibat jika busi tidak bekerja dengan baik, sudah jelek atau rusak (mati), diantaranya mesin pincang, mbrebet, tidak bertenaga, mesin sering mati sendiri, sulit hidup. Dan jika dikaitkan dengan emisi gas buang maka kandungan HC akan meningkat karena bahan bakar tidak terbakar dengan sempurna. Busi dibagi menjadi dua jenis sebagai berikut :

a. Busi panas

Busi panas mempunyai karakter susah melepas panas dan mudah menjadi panas. busi jenis ini tidak cocok bila bekerja pada ruang bakar yang memiliki temperatur tinggi. Bila dipaksakan akan terjadi *pre-ignition* yaitu bahan bakar yang menyala sendiri sebelum busi memercik api. Dan bisa membuat mesin menjadi *overheat*, dan ditandai dengan warna busi menjadi putih pucat.

b. Busi dingin

Busi dingin Memiliki karakter mudah melepas panas dan mudah dingin. Tidak dianjurkan untuk dipakai pada ruang bakar yang memiliki temperatur rendah. Bila dipaksakan akan menjadi *carbon fouling* yaitu bahan bakar tidak terbakar dengan sempurna sehingga akan menumpuk pada busi. Biasanya busi

akan berwarna hitam kering. Dan carbon ini lama kelamaan akan menyebabkan tumpukan kerak karbon yang bisa menyebabkan detonasi atau knocking.

Berikut adalah arti kode-kode pada busi, khususnya kode pada busi dengan merek NGK dan Denso.

- Busi denso dengan kode U22FSU9

Tabel 2.3 Pembacaan Kode Busi Denso

Kode	Penjelasan
U	Diameter ulir busi, U=10mm,X=12mm,W=14mm
22	Tingkat panas busi semakin kecil angka berarti disebut busi panas, angkanya antara 20,19 dst. Semakin besar berarti busi dingin, angkanya antara 24,26 dst.
F	Panjang ulir busi ( E=19mm,F=12,7 mm,L=11,2 mm)
S	Tipe rancangan busi
U	elektroda samping bentuk U
9	celah inti tengah elektroda (9=celah busi 0,9 mm,10=celah busi 1 mm)

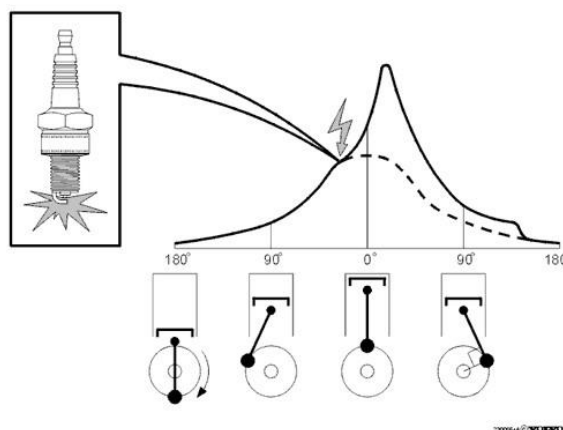
➤ Busi NGK dengan kode CPR7HS9

Tabel 2.4 Pembacaan Kode Busi NGK

Kode	Penjelasan
C .	Diameter ulir busi (B=14mm,C=10 mm,D=12 mm)
P	Tipe rancangan busi
R	Busi dengan resistor
7	Tingkat panas busi (semakin kecil angka, antara 6,5,4 dst merupakan busi panas, semakin besar angka, antara 8,9 dst merupakan busi dingin)
H	Panjang ulir busi (H=12,7 mm,E=19 mm,L=11,2 mm )
S	Tipe elektroda tengah ( IX=iridium,G=busi racing,P=platinum,S=tembaga)
9	Celah inti elektroda busi (9=celah busi 0,9 mm,10= celah busi 1 mm)

### 2.3.2 Waktu Pengapian ( *Ignition Timing* )

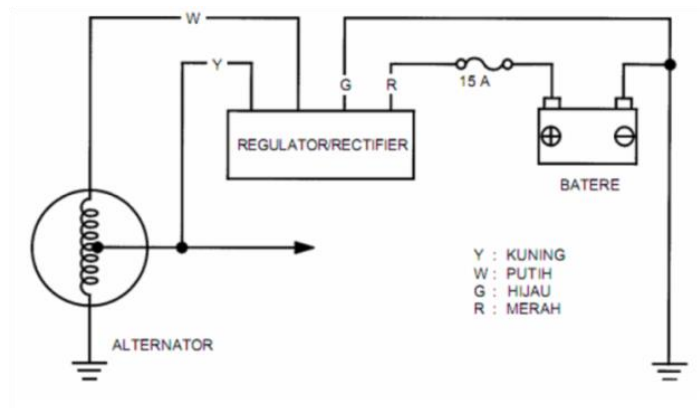
Waktu pengapian atau timing ignition adalah saat terjadinya percikan bunga api pada busi yakni pada waktu 10 derajat sebelum piston mencapai titik mati atas (TMA) di akhir langkah kompresi. Saat terjadinya percikan bunga api harus ditentukan agar pembakaran terjadi secara maksimal dan didapatkan energi yang maksimum. Ketika campuran bahan bakar dan udara dibakar oleh percikan bunga api, maka diperlukan waktu tertentu bagi api agar dapat merambat di dalam ruang bakar. Oleh karena itu akan terjadi sedikit keterlambatan antara awal pembakaran dengan capaian tekanan pembakaran yang maksimum. Maka agar didapatkan output yang maksimum pada mesin dengan tekanan pembakaran yang mencapai titik tertinggi, perambatan api harus diperhitungkan ketika menentukan saat pengapian. Dan oleh karena diperlukan waktu perambatan api, maka campuran bahan bakar dan udara harus sudah dibakar sejak sebelum piston mencapai titik mati atas (TMA). Saat mulai terjadinya proses pembakaran campuran antara bahan bakar dan udara itulah yang disebut dengan waktu pengapian atau timing ignition.



Gambar 2.17 Kurva Saat Pengapian ( *Ignition Timing* )

### 2.3.3 Sistem Pengisian

Sistem pengisian berfungsi sebagai pendukung fungsi baterai. Fungsi baterai pada sepeda motor adalah untuk mensuplai kebutuhan listrik pada komponen-komponen sistem kelistrikan seperti motor starter, lampu-lampu dan sistem kelistrikan lainnya.



Gambar 2.17 Skema Sistem Pengisian  
(Anggisuprayogi, 2013)

Komponen sistem pengisian sepeda motor sebagai berikut :

#### 1. Alternator

Berfungsi sebagai penyedia tegangan yang digunakan untuk mengisi baterai dan mensuplai kebutuhan sistem kelistrikan. Sumber tegangan yang digunakan pada sistem pengisian sepeda motor merupakan sumber tegangan AC (*Alternating Current*).



Gambar 2.18 Alternator (Bevolution86, 2013)

## 2. Baterai

Baterai merupakan penyimpan tenaga listrik yang dihasilkan oleh sistem pengisian, energi listrik diubah ke dalam bentuk energi kimia. Baterai juga berfungsi sebagai penyedia tenaga listrik sementara (dalam bentuk tegangan DC) yang diperlukan oleh sistem-sistem kelistrikan sepeda motor, dengan didukung oleh sistem pengisian.



Gambar 2.20 Baterai (Alaysejati, 2010)

### 3. Kiprok ( *Regulator/Rectifier* )



Gambar 2.21 Kiprok ( *Regulator/Rectifier* ) ( Bevolution89, 2013)

Kiprok ( *Regulator/rectifier* ) merupakan serangkaian komponen elektronik, fungsi utama regulator/rectifier adalah sebagai penyearah arus bolak-balik yang dihasilkan alternator menjadi arus searah dan juga berfungsi sebagai pengatur/pembatas arus dan tegangan pengisian yang masuk ke baterai pengisian maupun menuju sistem penerangan pada saat tegangan baterai sudah penuh maupun pada putaran tinggi.