

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Kukuh (2013) meneliti tentang perbandingan penggunaan koil standar dan koil recing terhadap performa mesin vario Techno 110 CC. menyatakan bahwa torsi paling tinggi terjadi pada putaran 4000 rpm, koil standar torsinya mencapai 11,21 Nm sedangkan koil *racing* mencapai 11,50 Nm. Daya tertinggi pada putaran mesin 8000 rpm koil standar dayanya mencapai 8,21 PS sedangkan menggunakan koil *racing* mencapai 8,43 PS. Secara rata rata konsumsi bahan bakar spesifik terendah menggunakan koil standar mencapai 0,098 Kg/PS Jam, sedangkan menggunakan koil *racing* mencapai 0,090 Kg/PS Jam.

Fithrio (2016) meneliti tentang pengaruh penggunaan CDI dan Koil terhadap karakteristik percikan bunga api dan kinerja motor 4 langkah 160 CC berbahan bakar Pertalite. Menyatakan bahwa pada pengujian unjuk kerja variasi CDI standar dengan Koil standar , CDI standar dengan Koil KTC, CDI BRT dengan Koil standar dan CDI BRT dengan Koil KTC berbahan bakar pertalite daya tertinggi didapat pada variasi CDI BRT dengan Koil standar sebesar 13,3 HP pada putaran mesin 7881 RPM. Sedangkan torsi tertinggi pada variasi CDI BRT dengan Koil KTC sebesar 13,29 Nm pada putaran mesin 6154 RPM. Pada pengujian percikan bunga api yang paling sempurna pada variasi CDI standar koil standar dan CDI BRT Koil *racing* dengan suhu percikan bunga api 8000K-9000K dengan warna biru dan corak putih sedikit. Sedangkan variasi CDI standar Koil KTC dan CDI BRT Koil KTC hasilnya kurang sempurna dengan suhu yang dihasilkan 6000K-7000K dengan warna biru keputihan.

Sugeng dan Gunawan (2007) meneliti tentang pengaruh penggunaan premium dan pertamax terhadap unjuk kerja motor bakar bensin. Dengan penggunaan campuran bahan bakar yang 50% pertamax dan 50% premium

menghasilkan daya maksimal 6,5 kW, pada putaran 3500 sampai 4500 dan pada konsumsi bahan bakar minimum sebesar 0,43 kg/kWh pada putaran 5500.

Agung. Sumarli (2014) meneliti tentang analisis penggunaan koil *racing* terhadap daya pada sepeda motor dengan menggunakan koil standar menghasilkan putaran mesin dan daya sebesar 1500 rpm ; 670 Hp, 3000 rpm ; 9,45 Hp dan 4500 rpm ; 11,7 Hp. dan menggunakan koil *racing* menghasilkan putaran mesin dan daya sebesar 1500 rpm ; 7,28 Hp, 3000 rpm ; 11,05 Hp, 4500 rpm ; 12,35. Jadi terjadi kenaikan yang tidak begitu signifikan antara penggunaan koil standar dan koil *racing*.

Heri. Husin, (2012) menganalisa penggunaan CDI digital hyperband dan variasi putaran mesin terhadap torsi dan daya mesin pada sepeda motor yamaha Jupiter mx. Penggunaan CDI hyperband dapat meningkatkan putaran maksimal mesin. Putaran maksimal dalam penggunaan CDI standar sebesar 9100 rpm, sedangkan putaran maksimal dalam penggunaan CDI hyperband sebesar 10600 rpm atau lebih tinggi 1500 rpm meningkatnya putaran maksimal mesin akan meningkatkan kecepatan maksimal yang dicapai oleh kendaraan.

Siswanto (2010) meneliti tentang pengaruh CDI racing (*Programmable*) pada performa sepeda motor. Menyatakan bahwa sepeda motor dengan CDI Genuine menghasilkan daya tertinggi 8 Hp yang diperoleh pada RPM 6542 dan Torsi tertinggi adalah 10,12 pada RPM 5085. Sedangkan setelah CDI nya diganti dengan CDI Programmable daya tertinggi pada 8,2 HP pada RPM 6556 dan torsi 10,33 pada Rpm 4670.

Slamet (2015) Analisa penggunaan koil racing terhadap daya pada sepeda motor Honda Supra X 100 CC. Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa pada penggunaan koil standar dan koil *racing* dengan merk kawahara terdapat perbedaan daya pada putaran 1200-1400 rpm, dimana pada koil *racing* daya yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan koil standar, tetapi perbedaannya daya yang dihasilkan koil standar dengan koil *racing* tidak signifikan yaitu dengan nilai signifikan sebesar 0,217.

Wahyu (2013) meneliti tentang pengaruh variasi koil pengapian terhadap kinerja motor. Menyatakan bahwa Torsi paling besar terjadi pada jenis koil

KTC dengan putaran 7500 rpm, sedangkan paling rendah pada koil Blue Thunder pada putaran 6500 rpm. Daya yang paling besar terjadi pada koil standart dengan putaran 7000 rpm, sedangkan terendah jenis koil KTC pada putaran 6500 rpm. Pemakaian bahan bakar yang paling besar adalah jenis koil standar putaran 6500 rpm, irit pada jenis koil Blue Thunder dan KTC.

Didik (2010) menggunakan variasi busi dan campuran bensin methanol terhadap kinerja motor 4 tak. Penelitian ini menggunakan variasi busi yaitu busi fire dan NGK, dengan penambahan 10% methanol menghasilkan torsi daya yang lebih besar dan konsumsi bahan bakar lebih hemat dengan penggunaan busi split fire dari pada busi NGK. Penggunaan busi split fire dan NGK lebih bagus digunakan pada penambahan 10% methanol dibandingkan dengan penambahan 20% methanol karena pengaruh dari nilai kalor, dimana nilai kalor bensin lebih tinggi daripada nilai kalor methanol sehingga semakin banyak campuran methanol akan menurunkan panas pembakaran yang dibuktikan dengan kecilnya temperature gas buang pada 20% methanol dibanding campuran 10% methanol.

Subroto (2013) meneliti tentang pengaruh penggunaan koil *racing* terhadap unjuk kerja pada motor bensin. Menyatakan bahwa penggunaan koil *racing* menghasilkan daya yang lebih baik/tinggi pada setiap putaran mesin dibanding koil standart, hal ini disebabkan proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara yang terjadi dalam ruang bakar lebih baik atau lebih cepat, sehingga daya yang dihasilkan menjadi besar pula. Koil *racing* mengkonsumsi bahan bakar lebih sedikit (irit) dibandingkan koil standar pabrikan akan tetapi merek BOSCH mengkonsumsi bahan bakar yang paling sedikit (irit) dibanding kedua koil yang lain. Dalam penelitian diketahui bahwa koil *racing* BOSCH menghasilkan unjuk kerja mesin yang terbaik, diikuti oleh koil *racing* KITACO K2R dan ketiga dihasilkan oleh koil standar pabrikan.

Dari jurnal diatas penulis tertarik untuk mengembangkan penelitian karena variasi yang digunakan hanya sebatas pada variasi CDI dan koil penulis ingin menambahkan variasi busi ke dalam penelitian ini, penulis yakin bahwa busi juga sangat berpengaruh dalam sistem pengapian sepeda motor. Selain itu

pengujian bahan bakar penulis rasa kurang detail karena tidak dilakukan pengujian secara valid, penulis ingin mengukur konsumsi bahan bakar dengan buret agar didapatkan data konsumsi bahan bakar yang lebih detail.

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Pengertian Umum Motor Bakar

Motor bakar termasuk mesin pembakaran dalam, yaitu proses pembakarannya berlangsung dalam motor bakar itu sendiri, sehingga gas hasil pembakaran yang terjadi sekaligus berfungsi sebagai fluida kerja. Motor bakar torak mempergunakan silinder yang didalamnya terdapat torak yang bergerak secara translasi. Di dalam silinder itulah terjadi pembakaran campuran bahan bakar dengan udara sehingga menyebabkan tekanan naik dan mendesak ke segala arah, yang mengakibatkan piston bergerak ke arah poros engkolnya. Gerak translasi dari piston akan menghasilkan gerak rotasi pada poros engkol (*crankshaft*) dengan perantara batang torak (*connecting rod*). Pada salah satu ujung poros engkol dipasang sebuah roda penerus yang berfungsi menyimpan tenaga yang diperlukan untuk meneruskan dan meratakan putaran ketika mesin tidak menghasilkan usaha mekanis pada piston. Agar putaran tetap berlangsung, dibuat deretan proses yang selalu berulang kembali mengikuti proses yang sama.

### 2.2.2 Motor Bakar 4 Langkah

Mesin bakar 4 langkah merupakan mesin yang populer diaplikasikan oleh sebagian besar pabrik otomotif saat ini. Motor bakar 4 langkah memerlukan 4 kali gerakan naik turun piston untuk mendapatkan satu kali langkah usaha. Jika dibandingkan dengan motor bakar 2 langkah, motor bakar 4 langkah mempunyai akselerasi yang lebih lambat. Pada peralatan uji yang digunakan adalah motor Otto berbahan bakar pertamax, (*spark ignition engine*) dengan sistem 4 langkah. Mesin Otto adalah sebuah tipe mesin pembakaran dalam yang menggunakan nyala busi untuk proses pembakaran. Busi akan menyala saat campuran bahan bakar, udara mencapai rasio

kompresi, temperature, dan tekanan tertentu sehingga akan terjadi reaksi pembakaran yang menghasilkan tenaga untuk mendorong torak bergerak bolak balik. Siklus motor bakar 4 langkah atau siklus Otto lebih jelasnya sebagai berikut:

1. Langkah hisap.

Dalam langkah ini campuran udara dan bensin dihisap kedalam silender. Katup hisap terbuka sedangkan katup buang tertutup. Waktu torak bergerak ke bawah, menyebabkan ruang silinder menjadi vakum, masuknya campuran udara dan bensin ke dalam silinder disebabkan adanya tekanan udara luar (*atmospheric pressure*)

2. Langkah Kompresi.

Dalam langkah ini, campuran udara dan bensin dikompresikan. Katup isap dan katup buang tertutup. Waktu torak mulai naik dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA) campuran yang di hisap dikompresikan. Akibatnya tekanan dan temperaturnya menjadi naik, sehingga akan mudah terbakar. Poros engkol berputar satu kali, ketika torak mencapai titik mati atas (TMA).

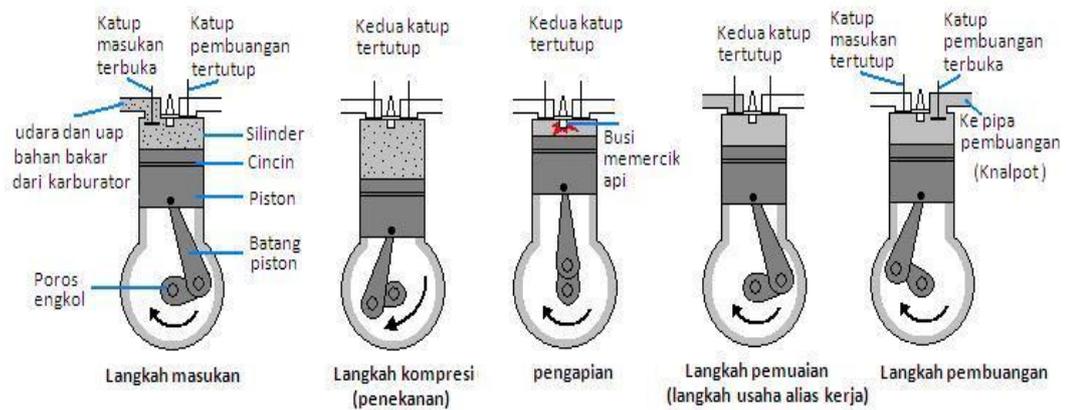
3. Langkah Usaha.

Dalam langkah ini, mesin menghasilkan tenaga untuk menggerakkan kendaraan. Sesaat sebelum torak mencapai titik mati atas (TMA) pada saat langkah kompresi, busi memberi percikan bunga api pada campuran bahan bakar bensin dan udara yang telah dikompresikan. Dengan terjadinya pembakaran, kekuatan dari tekanan gas pembakaran yang tinggi mendorong torak kebawah. Usaha ini yang menjadi tenaga mesin (*engine power*).

4. Langkah Buang.

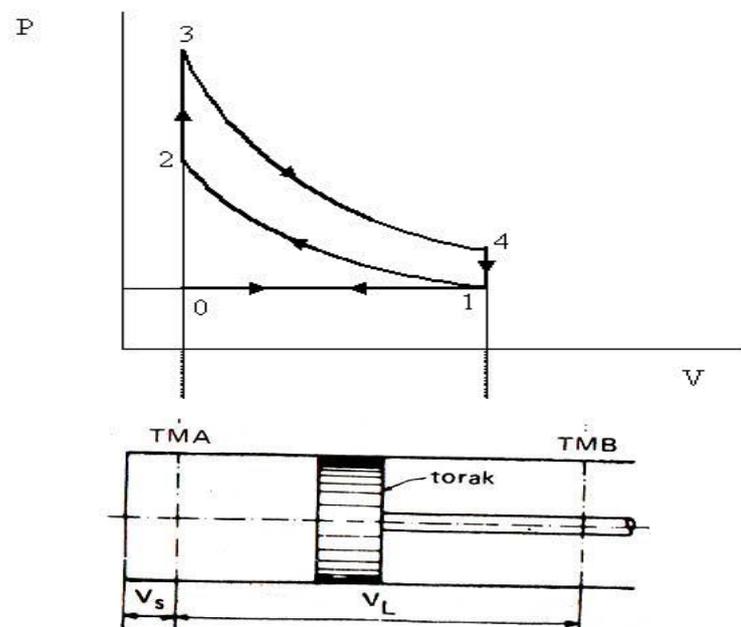
Dalam langkah ini, gas yang terbakar dibuang dari dalam silinder. Katup buang terbuka, torak bergerak dari TMB ke TMA, mendorong gas hasil pembakaran keluar dari silinder. Ketika torak mencapai TMA, akan mulai bergerak lagi untuk persiapan berikutnya, yaitu langkah hisap. Poros engkol telah melakukan 2 putaran penuh dalam satu siklus

terdiri dari 4 langkah hisap, kompresi, usaha, dan buang yang merupakan dasar kerja dari pada motor bakar 4 langkah.



Gambar 2.1 Prinsip kerja motor Otto 4 langkah (Mulyono,2017)

Siklus kerja otto dapat digambarkan pada diagram indikator yaitu diagram P-V (tekanan – volume) dan diagram T-S (temperature - entropi). Diagram indikator ini berguna untuk melakukan analisis terhadap karakteristik internal motor Otto.



Gambar 2.2 Diagram P-V dari siklus Volume konstan (Arismunandar, 2002)

$P$  : Tekanan fluida kerja ( $\text{kg/cm}^3$  ).

$V$  : Volume gas ( $\text{m}^3$  ).

$q_m$  : Jumlah kalor yang dimasukkan (J).

$q_k$  : Jumlah kalor yang dikeluarkan (J)

$V_L$  : Volume langkah torak ( $\text{m}^3$  ).

$V_S$  : Volume sisa ( $\text{m}^3$  ).

$TMA$  : Titik mati atas.

$TMB$ : Titik mati bawah

Penjelasan :

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.
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 Jenis Motor Bakar

Motor bakar torak terbagi menjadi dua jenis, yaitu:

1. Motor Bensin.

Pada motor bensin pembakaran campuran bahan bakar dan udara dengan loncatan bunga api listrik dari busi. Oleh karena itu motor bakar bensin disebut juga *Spark Ignition Engine*.

## 2. Motor Diesel.

Pada motor diesel disebut juga *Compression Ignition Engine*, terjadi proses penyalaan sendiri. Yaitu karena bahan bakar disemprotkan ke dalam silinder yang berisi udara bertemperatur dan bertekanan tinggi. Bahan bakar itu terbakar sendiri setelah temperatur campuran itu melampaui temperature nyala bakar.

### 2.2.4 Pengertian Sitem Pengapian

Sistem pengapian adalah suatu sistem yang ada pada setiap motor bensin, yang digunakan untuk menghasilkan loncatan bunga api pada busi, sehingga dapat membakar campuran bahan bakar dan udara yang ada di dalam ruang bakar. Akibat adanya pembakaran bahan bakar, maka timbul tenaga yang digunakan untuk menggerakkan motor.

Spesifikasi perangkat pendukung performa mesin sepeda motor yang telah diubah, contohnya pada motor balap akan menuntut penyesuaian pada perangkat pendukung performa mesin tersebut agar menghasilkan performa yang optimal pada setiap saat. Parameter input dari perangkat pendukung mesin, bahkan yang bersifat eksternal seperti perubahan suhu, cuaca dan kelembaban akan mengubah performa mesin. Agar pengaturan dapat dilakukan setiap saat dan lebih mudah, maka lahirlah sebuah produk yang dinamakan *Non Programmable CDI*. *Non Programmable CDI* memungkinkan pengguna mengatur perangkat pendukung mesin secara mudah agar menghasilkan performa mesin yang optimal. Hal hal yang diperlukan pada sistem pengapian agar berfungsi optimal, sebagai berikut :

#### a. Loncatan bunga api yang kuat

Saat campuran bahan bakar udara dikompresikan di dalam silinder, maka kesulitan utama yang terjadi adalah bunga api meloncat diantara 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 diantara celah elektroda busi.

Terjadi 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.

b. Saat pengapian yang tepat

Saat pengapian dari campuran bahan bakar udara adalah saat terjadinya percikan bunga api busi beberapa drajat sebelum titik mati atas (TMA) pada akhir langkah kompresi.

c. Kekuatan yang cukup

Sistem harus kuat dan taha terhadap perubahan yang terjadi setiap saat pada ruang mesin, harus tahan terhadap getaran, panas atau tahan terhadap tegangan tinggi yang dibangkitkan oleh sistem pengapian itu sendiri.

Bedasarkan sumber arus, sistem CDI dibagi menjadi dua yaitu sistem CDI-AC (arus bolak-balik) dan CDI-DC (arus searah)

1. Sistem pengapian CDI-AC

Sistem pengapian CDI-AC ini menggunakan sumber tegangan berasal dari dalam flywheel magnet yang berputar yang menghasilkan arus listrik AC dalam bentuk induksi listrik dari *source coil* yang nantinya arus tersebut akan dirubah menjadi setengah gelombang (menjadi arus searah) oleh diode, kemudian disimpan dalam kapasitor dalam CDI unit.

2. Sistem pengapian CDI-DC

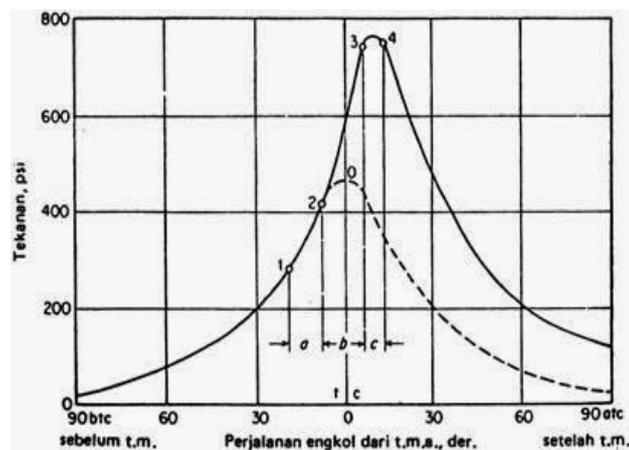


Gambar 2.3 CDI (*Capacitor Discharge Ignition*)

Sistem pengapian CDI-DC ini menggunakan sumber tegangan berasal dari dalam *flywheel* magnet yang berputar yang menghasilkan arus listrik AC dalam bentuk induksi listrik dari pulser yang nantinya arus tersebut akan disearahkan dengan menggunakan *rectifier* kemudian di hubungkan ke baterai untuk melakukan proses pengisian (*Charging System*). Dari baterai arus ini dihubungkan ke kunci kontak, CDI unit, koil pengapian sebagai pembangkit tegangan, dan kemudian ke busi.

### 2.2.5 Waktu Pengapian (*Ignition Timing*) dan Pembakaran

Setelah campuran bahan bakar dibakar oleh bunga api listrik, maka diperlukan waktu tertentu bagi bunga api untuk merambat di dalam ruang bakar. Oleh sebab itu akan terjadi sedikit kelambatan antara awal pembakaran dengan pencapaian tekanan pembakaran maksimum. Agar diperoleh output maksimum pada engine dengan tekanan pembakaran mencapai titik tertinggi (sekitar  $10^\circ$  setelah TMA), periode perlambatan api harus diperhitungkan pada saat menentukan saat pengapian (*Ignition timing*). Akan tetapi karena diperlukan waktu untuk perambatan api, maka campuran udara dan bahan bakar harus dibakar sebelum TMA. Saat terjadinya pembakaran ini disebut dengan saat pengapian (*Ignition Timing*).

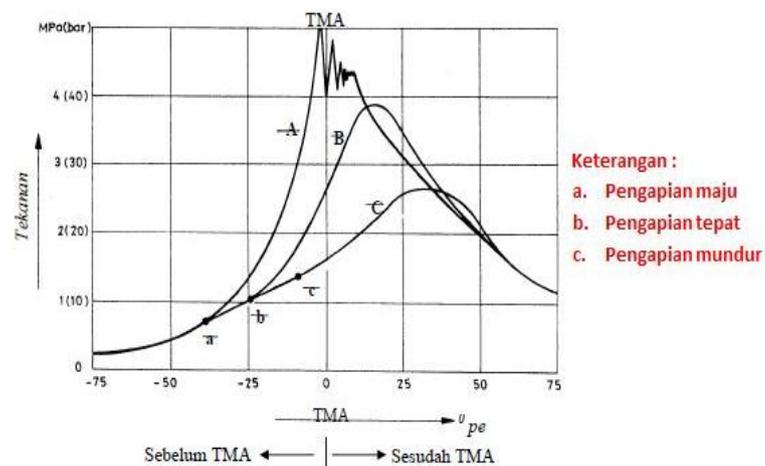


Gambar 2.4 Grafik tekanan versus sudut engkol (Machmud, 2013)

Percikan bunga api terjadi saat piston mencapai titik mati atas (TMA) sewaktu langkah kompresi. Proses loncatan api biasanya dinyatakan dalam derajat sudut engkol sebelum piston mencapai TMA.

### 2.2.6 Tiga Waktu Pengapian (*Ignition Timing*) dan Pembakaran

Tiga Macam Pembakaran Pengapian merupakan hal terpenting bagi terwujudnya pembakaran. Pengapian yang baik harus memenuhi beberapa syarat, yaitu pengapian yang kuat (bunga api yang dihasilkan besar) dan waktu pengapian yang tepat. Waktu pengapian merupakan waktu dimana busi mulai memercikkan bunga api sampai terjadi proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara secara penuh (selesai). Saat pengapian yang tidak tepat akan menimbulkan beberapa masalah, baik saat pengapian yang terlalu maju ataupun saat pengapian yang terlalu mundur. Oleh sebab itu diperlukan penyetelan saat pengapian agar saat pengapian dapat sesuai.



Gambar 2.5 Tiga Macam Waktu Pengapian dan Pembakaran (Gaco, 2008)

#### a. Pengapian Maju

Saat pengapian yang terlalu maju atau lebih awal yaitu saat pengapian yang lebih cepat dibandingkan dengan waktu pengapian yang seharusnya terjadi. Akibat dari saat pengapian yang terlalu maju adalah akan menghasilkan tekanan pembakaran seperti yang ditunjukkan pada grafik pembakaran di atas nomer A, yaitu menyebabkan terjadinya *knocking* atau

*detonasi* sehingga akan menyebabkan mesin bergetar, daya motor tidak optimal, mesin menjadi panas dan akan menyebabkan kerusakan pada komponen-komponen pada mesin, misalnya piston, batang piston, bantalan dan lain-lain.

- b. Saat pengapian yang terlalu mundur yaitu waktu pengapian yang lebih mundur dari waktu pengapian yang seharusnya (yang tepat) seperti yang ditunjukkan pada grafik pembakaran diatas pada nomer C. Akibat saat pengapian yang terlalu mundur yaitu tekanan pembakaran yang dihasilkan akan terjadi jauh sesudah TMA sehingga daya mesin yang dihasilkan tidak optimal dan pemakaian bahan bakar yang lebih boros.
- c. Saat pengapian yang tepat yaitu waktu pengapian yang terjadi sesuai dengan yang dianjurkan oleh pabrik pembuatnya (spesifikasinya). Saat pengapian yang tepat dapat dilihat pada grafik pembakaran diatas pada nomer B. Pada umumnya saat pengapian yang baik yaitu beberapa derajat sebelum piston mencapai TMA sehingga tekanan pembakaran maksimal dapat diperoleh ketika piston sudah melewati beberapa derajat setelah TMA Saat pengapian yang tepat akan menghasilkan tenaga yang optimal dan pemakaian bahan bakar yang lebih efisien.

### 2.2.7 Komponen Sistem Pengapian

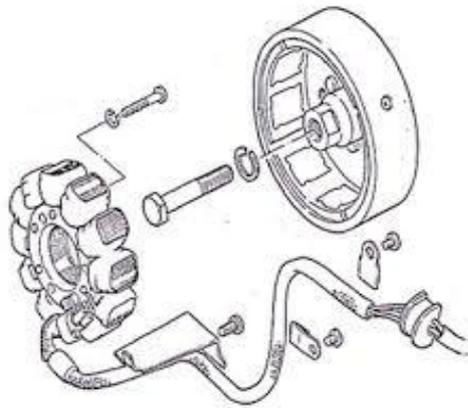
Dalam suatu sistem pengapian terdiri dari bagian-bagian yang penting yaitu sebagai berikut:

1. Baterai

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

## 2. Generator

Dalam sebuah generator terdiri dari dua bagian yaitu rotor yang berupa magnet dan beberapa kumparan. Generator ini bekerja berdasarkan prinsip bahwa pada saat terdapat garis gaya magnet yang terputus oleh lilitan kawat, maka pada lilitan kawat tersebut akan timbul gaya gerak listrik induksi. Arus listrik yang dihasilkan merupakan arus bolak balik atau AC (*Alternating Current*). Arus tersebut yang akan menyuplai sebagian besar arus saat motor berjalan. Gambar dari generator dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.6 Generator (Machmud, 2013)

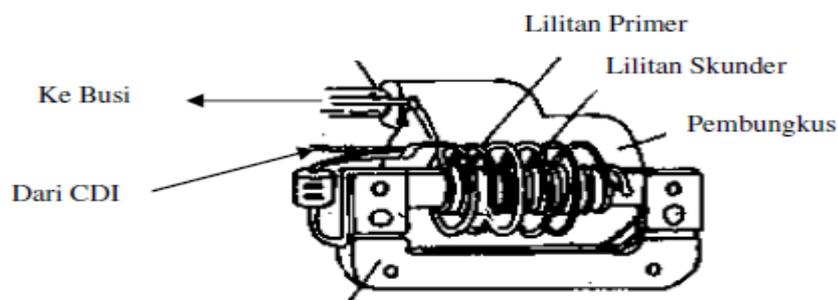
## 3. Pemutus arus

Pemutus arus ada dua macam yaitu dengan memakai platina atau dengan menggunakan sistem CDI. Pada penggunaan platina memakai sistem seperti pada sakelar. Platina berfungsi sebagai pemutus arus yang mengalir ke kumparan primer pada koil pengapian. Dengan bekerjanya platina ini maka medan magnet pada koil selalu berubah-ubah yang mengakibatkan timbulnya tegangan sekitar 10.000 volt pada kumparan sekunder. Bekerjanya platina ini diatur oleh poros kam, sehingga waktu atau saat penyalaan dari gas bahan bakar dalam silinder dapat diatur menurut ketentuan yang telah ditetapkan. Pada platina waktu akan terbuka, akan timbul bunga api. Untuk menghindari hal tersebut digunakanlah kondensator sebagai pengaman atau peredam. Selain

penggunaan platina juga ada sistem yang mampu bekerja untuk memutus arus ke kumparan primer koil pengapian tanpa adanya percikan api, yaitu sistem CDI. Pemutusan arus yang dilakukan oleh unit CDI adalah dengan cara menahan arus dalam kondensator saat SCR mati dan mengalirkannya ke kumparan primer koil saat hidup.

#### 4. Koil Pengapian

Arus listrik yang datang dari generator ataupun baterai akan masuk kedalam koil. Arus ini mempunyai tegangan sekitar 12 volt dan oleh koil tegangan ini akan dinaikkan sampai mencapai tegangan sekitar 10.000 volt. Dalam koil terdapat kumparan primer dan skunder yang dililitkan pada plat tembaga tipis yang bertumpuk. Pada gulungan primer mempunyai kawat yang dililitkan dengan diameter 0,6 sampai 0,9 mm dengan jumlah lilitan sebanyak 200 lilitan. Sedangkan pada kumparan skunder mempunyai lilitan kawat dengan diameter 0,05 sampai 0,08 mm dengan jumlah lilitan sebanyak 20.000 lilitan. Karena perbedaan pada jumlah gulungan pada kumparan primer dan sekunder maka pada kumparan skunder akan timbul tegangan kira-kira 10.000 volt. Arus dengan tegangan tinggi ini timbul akibat terputus-putusnya aliran arus pada kumparan primer yang mengakibatkan tegangan induksi pada kumparan sekunder. Karena hilangnya medan magnet ini terjadi saat terputusnya arus listrik pada kumparan primer, maka dibutuhkan suatu sakelar atau pemutus arus. Dalam hal ini bisa memakai platina (*contact breaker*) atau sistem CDI.

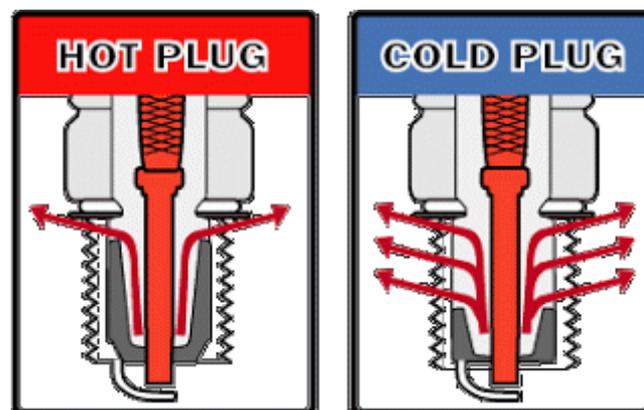


Gambar 2.7 Koil Pengapian (Marlindo, 2012)

## 5. Busi

Busi adalah suatu alat yang dipergunakan untuk meloncatkan bunga api listrik di dalam silinder ruang bakar. Bunga api listrik ini akan diloncatkan dengan perbedaan tegangan 10.000 volt diantara kedua kutup *elektroda* dari busi. Karena busi mengalami tekanan, temperatur tinggi dan getaran yang sangat keras, maka busi dibuat dari bahan-bahan yang dapat mengatasi hal tersebut. Pemakaian tipe busi untuk tiap-tiap mesin telah ditentukan oleh pabrik pembuat mesin tersebut. Jenis busi pada umumnya dirancang menurut keadaan panas dan temperatur didalam ruang bakar. Secara garis besar busi dibagi menjadi tiga yaitu busi dingin, dan busi panas.

Busi dingin adalah busi yang menyerap serta melepaskan panas dengan cepat sekali. Jenis ini biasanya digunakan untuk mesin yang temperatur dalam ruang bakarnya tinggi. Busi panas adalah busi yang menyerap serta melepaskan panas dengan lambat. Jenis ini hanya dipakai untuk mesin yang temperatur dalam ruang bakarnya rendah. Gambar bagian-bagian dari busi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.8 Busi Panas Dingin (Hidayadi, 2017)

### 2.2.8 Torsi

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin dari benda yang berotasi pada porosnya. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal

sebesar  $F$ , benda berputar pada porosnya dengan jari-jari sebesar  $b$  dengan data tersebut torsi adalah

$$T = F \times b \text{ (Nm)}$$

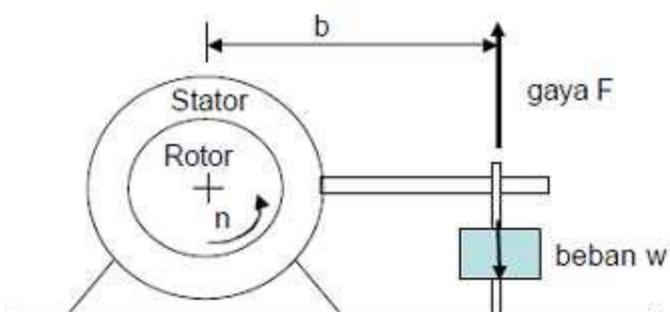
Dimana :

$T$  = Torsi benda berputar (Nm)

$F$  = Gaya benda yang berputar (N)

$b$  = Jarak benda ke pusat rotasi (m)

Menurut Kristanto (2015) torsi akan meningkat dengan meningkatnya kecepatan motor, saat motor ditingkatkan lebih lanjut, torsi mencapai maksimum dan kemudian berkurang, karena motor tidak mampu menambah muatan udara yang sudah maksimal. Cara untuk mengetahui menghitung torsi dan daya menggunakan alat yang dinamakan *dynamometer*. Prinsip kerja dari alat ini adalah dengan memberikan beban yang berlawanan terhadap arah putaran sampai mendekati 0 rpm. Beban ini nilainya sama dengan torsi poros. Menurut Kristanto, (2015: 21) jika torsi menyatakan kemampuan motor untuk melakukan kerja, maka daya menyatakan sebesar kerja yang dapat dilakukan dalam satu periode waktu tertentu.



Gambar 2.9 Prinsip kerja *dynamometer* (Kristanto, 2015)

### 2.2.9 Daya

Menurut Arends & Berenschot (1980: 19) daya efektif adalah daya untuk roda penerus. Sedangkan menurut Rizal, (2013: 83) daya mesin adalah

jumlah energi yang dihasilkan mesin setiap waktunya, sedangkan daya yang diukur pada poros mesin dayanya maka disebut daya poros. Sehingga daya adalah jumlah energi yang dikeluarkan untuk melakukan kerja dalam satu periode waktu tertentu. Menurut Kristanto (2015: 30) bahwa semakin tinggi putaran mesin, semakin banyak langkah kerja yang dilakukan maka daya akan meningkat secara linier terhadap putaran mesin. Sedangkan menurut Arends & Berenschot (1980:23) sebuah kurva daya semakin meningkat sebanding frekuensi putar, hal ini disebabkan semakin banyak langkah kerja yang dialami pada waktu yang sama, namun semakin frekuensi putar ditingkatkan kurva daya akan menurun, hal ini disebabkan frekuensi putar lebih tinggi kecepatan piston terhadap lama putaran katup terbuka terlalu besar, sehingga tekanan efektif menurun karena pengisian silinder tidak optimal. Jadi semakin tinggi torsi dan putaran mesin, maka semakin tinggi daya yang dihasilkan, jika putaran mesin ditingkatkan lebih tinggi maka dayanya akan turun karena tekanan efektif menurun karena pengisian silinder tidak optimal.

#### 2.2.10 Konsumsi Bahan Bakar

Menurut Kristanto, (2015) konsumsi bahan bakar diukur sebagai laju aliran massa bahan bakar per satuan waktu, maka untuk ukuran bagaimana motor menggunakan secara efisien untuk menghasilkan kerja disebut konsumsi bahan bakar spesifik. Sedangkan menurut Raharjo dan Karnowo (2008:115) konsumsi bahan bakar spesifik atau *Specific Fuel Consumption (SFC)* adalah jumlah bahan bakar (kg) per waktunya untuk menghasilkan daya. Jadi *SFC* adalah ukuran ekonomi pemakaian bahan bakar untuk menghasilkan daya mesin, semakin kecil nilai bahan bakar spesifik maka mesin dikatakan efisien atau irit.

#### 2.2.11 Mekanisme Percikan Bunga Api

Menurut Toyota (1994) saat bunga api melalui campuran bahan bakar dari elektroda pusat ke elektroda massa, sepanjang loncatan bunga api diaktifkan dan terjadi inti api (*flame nucleus*). Molekul-molekul campuran

bahan bakar disekitar *flame nucleus* menjadi aktif oleh perambatan panas dari loncatan api dan terdorong keluar dari *nucleus*. Kemudian molekul-molekul tersebut menjadi bagian dari *flame nucleus* yang mempunyai energi yang cukup untuk melanjutkan perambatan api dengan sendirinya. Namun perambatan api itu ditahan oleh suhu elektroda yang rendah dapat menyerap panas yang dihasilkan bunga api dan cenderung memadamkan *flame nucleus* sering dikenal *electrode quenching*. Bila *flame nucleus* terlalu kecil, akan padam dan campuran bahan bakar tidak aktif mengakibatkan *misfiring*. Oleh karena itu untuk menyempurnakan pembakaran campuran bahan bakar, perlu adanya pengurangan *electrode quenching* dan membuat *flame nucleus* dapat berkembang akan mempertinggi pembangkitan panas serta perambatan api, dengan demikian akan menyempurnakan pembakaran campuran bahan bakar dan udara.