

## **BAB II**

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

#### **2.1. Tinjauan Pustaka**

Ada banyak penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya untuk meningkatkan kinerja mesin bensin empat langkah. Penelitian dilakukan oleh Hapsoro (2016), tentang pengaruh variasi 2 jenis koil dan 4 jenis busi terhadap kinerja motor bensin 4 langkah 135 cc berbahan bakar premium, pengujian dilakukan dengan penggunaan variasi koil standar, koil *racing*, busi standar, busi *platinum*, dan busi *iridium*. Pengujian dilakukan dengan alat uji percikan bunga api busi, *dynotest*, dan uji jalan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa percikan bunga api yang paling baik terdapat pada penggunaan busi standar merk NGK dan koil *racing* dengan bunga api berwarna biru tua dengan suhu antara 8500 / 11000 °C, torsi dan daya terbesar terdapat pada penggunaan busi *platinum* merk NGK *G-Power* dan koil KTC *racing* dengan nilai kenaikan torsi sebesar 3,56 % dan nilai kenaikan daya sebesar 5,21 % dibandingkan dengan kondisi standar, dan konsumsi bahan bakar paling rendah terdapat pada penggunaan busi NGK *G-Power* dan koil KTC *racing* dengan nilai kenaikan konsumsi bahan bakar sebesar 1,05 %, dibandingkan dengan kondisi standar.

Sumasto (2016) meliputi kajian *experimental* tentang pengaruh variasi CDI terhadap kinerja motor bensin empat langkah 200 cc berbahan bakar pertalite. Pengujian dilakukan untuk mencari unjuk kerja mesin 4 langkah meliputi Torsi [N.m], Daya [Hp], dan konsumsi bahan bakar [km/l]. Serta membandingkan unjuk kerja kondisi diatas. Dari Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai Torsi tertinggi pada perbandingan torsi tertinggi didapat pada variasi CDI Siput Advan Tech yaitu 17,05 N.m pada putaran mesin 6294 rpm dan daya paling besar dihasilkan oleh CDI Siput Advan Tech yaitu 17,3 HP pada putaran mesin 7660 rpm dikarenakan penggunaan CDI *racing* menghasilkan percikan bunga api yang dihasilkan lebih besar dari standarnya. Konsumsi bahan bakar paling rendah didapat pada penggunaan CDI Standar,

sedangkan konsumsi bahan bakar paling tinggi pada CDI SAT. Penggunaan CDI *racing* mempengaruhi konsumsi bahan bakar karena percikan bunga api yang dihasilkan lebih besar jadi pembakaran lebih cepat dan lebih sempurna di ruang bakar.

Fithrio (2016) meneliti tentang pengaruh penggunaan CDI dan koil *racing* terhadap karakteristik percikan bunga api dan kinerja motor 4 langkah 160 cc berbahan bakar pertalite, pengujian dilakukan pada 4000 – 10000 RPM untuk pengujian daya dan torsi. Sedangkan untuk pengujian konsumsi bahan bakar dilakukan pada kecepatan +/- 60 km/jam dengan takaran bahan bakar 250 ml. Dari hasil penelitian, bunga api terbaik pada variasi CDI BRT dengan Koil Standar karena bunga api konstan dengan suhu sebesar 7000 – 8000 K. Torsi terbesar didapat pada variasi 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.

Maulana (2012) kajian eksperimental tentang pengaruh penggunaan variasi 2 jenis CDI *racing* terhadap kinerja motor dan konsumsi bahan bakar motor dan konsumsi bahan bakar motor bensin 4 langkah 125 cc berbahan pertalite. Pengujian dilakukan dengan menggunakan motor bensin 4 langkah 125cc dengan penggunaan koil standar, 2 buah CDI racing (CDI racing REXTOR dan CDI racing BRT I-MAX), busi NGK G-Power, dan bahan bakar Pertalite. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa CDI racing REXTOR Pertalite menghasilkan daya dan torsi tertinggi dari pada CDI standar dan CDI racing BRT I-MAX. Hal tersebut disebabkan karena pada CDI racing REXTOR memercikan bunga apinya lebih cepat, stabil dan menghasilkan percikan yang besar dibandingkan dengan CDI standar dan CDI racing BRT I-MAX dengan waktu 2.28 detik sudah mencapai torsi tertinggi sebesar 11,48 N.m pada 8649 rpm dan dengan waktu 2.96 detik sudah mencapai daya tertinggi sebesar 15,5 Hp pada 10436 rpm.

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

Birawanto (2016) melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan variasi 2 jenis koil dan variasi 4 jenis busi terhadap kinerja motor bensin 4 langkah 135 cc berbahan bakar Pertalite. Dari penelitian diperoleh hasil sebagai berikut, penelitian menggunakan mesin 135 cc Yamaha Jupiter MX. Penelitian menunjukkan bahwa hasil penelitian dengan bunga api terbesar terdapat pada Denso Iridium menggunakan koil KTC yang menghasilkan percikan bunga api paling besar dan stabil dengan temperatur tertinggi 12000 K. Pada torsi tertinggi terdapat pada busi TDR Ballistic dengan koil KTC yaitu 12,48 N.m pada putaran 6151 rpm, dan daya terbesar pada busi NGK Standar dengan koil KTC yaitu 12,1 Hp pada putaran 7662 rpm. Sedangkan konsumsi bahan bakar terendah terdapat pada busi NGK Standar dan TDR Ballistic yang menghasilkan konsumsi bahan bakar 44,44 km/l.

Momintan (2013) melakukan penelitian tentang pengaruh variasi *timing* pengapian terhadap kinerja motor bensin 4 langkah 100 CC berbahan bakar campuran premium-ethanol 40 %. Parameter yang dicari adalah nilai torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar antara kondisi CDI standar, CDI *racing timing standard* an CDI *racing timing non-standar*. Dari hasil penelitian diperoleh torsi tertinggi pada CDI *racing* dengan *timing* standar pada putaran mesin 3.838 rpm

dengan *timing* pengapian  $\pm 45^\circ$  sebelum TMA yaitu sebesar 7,22 N.m. Daya tertinggi pada CDI *racing* dengan *timing* non-standar pada putaran mesin 7.755 rpm dengan *timing* pengapian  $\pm 45^\circ$  sebelum TMA yaitu sebesar 5,9 HP. Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar pada CDI *racing* lebih boros dibandingkan CDI standar.

Pandu (2016), meneliti tentang pengaruh variasi 2 jenis koil dan 4 jenis busi terhadap kinerja motor bensin 4 langkah 135 cc berbahan bakar pertalite, pengujian dilakukan dengan penggunaan variasi koil standar, koil *racing*, busi standar, busi *platinum*, dan busi *iridium*. Pada penelitian ini metode yang digunakan dengan menggunakan alat uji percikan bunga api, *dynotest*, dan uji konsumsi bahan bakar. Dari hasil pengujian menunjukkan bunga api terbesar pada denso *iridium* menggunakan koil KTC yang menghasilkan percikan bunga api paling besar dan stabil dengan temperatur hingga 12000 k. Pada torsi tertinggi terdapat pada busi TDR Ballistic dengan koil KTC yaitu 12,1 Hp pada putaran 7662 rpm. Sedangkan konsumsi bahan bakar terendah terdapat pada busi denso *iridium* yang menghasilkan konsumsi bahan bakar 65,68 km/l dengan penghematan konsumsi bahan bakar sebesar 1,93% dari kondisi busi NGK standar dengan koil standar.

Priyatno dan Tuapetel (2017), meneliti tentang perbandingan unjuk kerja dan konsumsi bahan bakar motor yang memakai CDI *limiter* dan CDI *unlimiter*. Pada pengujian CDI *limiter* dan CDI *unlimiter* dengan motor Suzuki Satria F 150 cc. Pengambilan data dilakukan pada putaran mesin 5000 rpm, 7000 rpm, dan 9000 rpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya perbedaan daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar yang dilakukan, yaitu pada CDI *limiter* mendapatkan hasil daya (6,05 HP), (10,13 HP), (12,39 HP), hasil pengujian torsi sebesar (8,62 Nm), (10,30 Nm), (9,80 Nm), dan pada pengujian bahan bakar mendapatkan hasil (17,5 ml/menit), (24,9 ml/menit), (29,3 ml/menit). Sedangkan pada CDI *unlimiter* mendapat hasil torsi (6,45 HP), (10,49 HP), (12,72 HP), pada uji torsi mendapatkan (9,2 Nm), (10,67 Nm), (10,07 Nm), serta pada uji bahan bakar mendapatkan hasil sebesar (14,8 ml/menit), (23,1 ml/menit), (27,8 ml/menit). Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan CDI *unlimiter* dapat

meningkatkan daya, torsi, maupun dapat mendapatkan hasil yang lebih irit pada konsumsi bahan bakar.

Trisianto (2014) meneliti tentang pengaruh komponen dan pengapian terhadap kinerja motor 4 langkah 113 CC berbahan bakar campuran premiumethanol dengan kandungan ethanol 25%. Parameter yang dicari adalah Torsi, daya dan pengujian konsumsi bahan bakar. Dari pengujian itu sendiri didapatkan hasil torsi tertinggi diperoleh pada putaran 3707 rpm dengan torsi sebesar 12,43 Nm dengan menggunakan CDI standar dengan timing 33<sup>0</sup> pada mesin berbahan bakar premium ethanol 25%. Pada penggunaan CDI racing torsi diperoleh 3815 rpm dengan torsi sebesar 11.86 N.m dengan timing 35<sup>0</sup>. Dari pengujian daya meningkat seiring dengan bertambahnya putaran mesin dan torsi. Namun setelah mencapai titik daya maksimum pada kisaran putaran 7000 rpm, terjadi penurunan daya meskipun putaran mesin naik. Daya tertinggi diperoleh pada putaran 7828 rpm dengan daya sebesar 7,6 HP dengan kondisi motor standart menggunakan CDI racing optimal dengan timing 35<sup>0</sup>.

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

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Pengertian Motor Bakar**

Motor bakar adalah salah satu jenis mesin kalor, yaitu mesin yang mengubah energi *thermal* untuk melakukan kerja mekanik. Sebelum menjadi tenaga mekanis, energi kimia bahan bakar diubah dulu menjadi energi termal atau panas melalui pembakaraan bahan bakar dengan udara. Mesin pembakaraan ini ada yang dilakukan di dalam mesin kalor itu sendiri dan ada pula yang dilakukan di luar mesin kalor. (Arismunandar, 2005).

### 2.2.2. Klasifikasi Motor Bakar

Mesin kalor dapat diklasifikasikan menjadi 2 bagian yaitu:

#### 1. Motor bakar luar (*External Combustion Engine/ECE*)

Motor bakar luar (*external Combustion Engine/ECE*) adalah proses pembakaran bahan bakar terjadi diluar mesin itu sehingga untuk melakukan pembakaran digunakan mesin sendiri. Contohnya, mesin uap kereta api dan turbin uap.

#### 2. Motor bakar dalam (*Internal Combustion Engine/ICE*)

Motor bakar dalam (*Internal Combustion Engine/ICE*) adalah proses pembakarannya berlangsung di dalam motor bakar itu sendiri sehingga panas dari hasil pembakaran yang terjadi sekaligus berfungsi sebagai fluida kerja dan langsung bisa diubah menjadi tenaga mekanik. Contohnya, mesin bensin sepeda motor, mobil, mesin diesel, mesin *rotary*, turbin gas, dan mesin jet.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam menentukan motor yang akan digunakan :

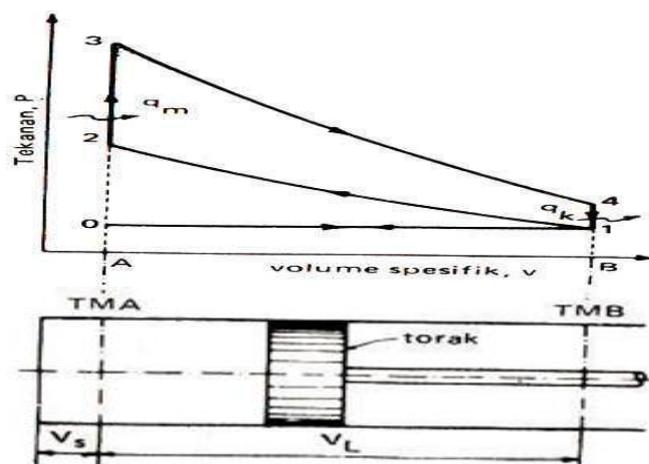
1. Motor dengan pembakaran luar yaitu :
  - a. Dapat memakai semua bentuk bahan bakar.
  - b. Dapat memakai bahan bakar yang bermutu rendah.
  - c. Cocok untuk melayani beban-beban besar dalam satu poros.
  - d. Lebih cocok dipakai untuk daya tinggi.
2. Motor dengan pembakaran dalam yaitu :
  - a. Pemakaian bahan bakar irit.
  - b. Berat setiap satuan mekanis lebih kecil.
  - c. Konstruksi lebih sederhana karena tidak memerlukan ketel uap kondensor dan sebagainya.

Motor pembakaran dalam khususnya motor bakar di bagi menjadi dua jenis Utama yaitu Motor Bensin (*Otto*) dan Motor Diesel. Perbedaan yang utama terletak pada sistem penyalanya, pada bahan bakar motor bensin dinyalakan oleh loncatan bunga api listrik diantara kedua *electroda* busi. Karena itu motor

bensin dinamai juga *Spark Ignition Engines*. Sedangkan pada motor diesel yang biasa juga disebut *Compression Ignition Engines*, terjadi proses penyalaan itu sendiri, yaitu karena bahan bakar disemprotkan oleh *Nozzle* ke dalam silinder berisi udara yang bertemperatur dan bertekanan tinggi, pada saat kombinasi antara jumlah udara, jumlah bahan bakar, dan temperatur dalam kondisi tepat maka campuran udara dan bahan bakar tersebut akan terbakar dengan sendirinya. (Arismunandar,2005 : 5)

### 2.2.3. Siklus Termodinamika

Siklus udara volume konstan (siklus *otto*), dapat digambarkan dengan grafik P dan V seperti terlihat pada gambar 2.1. Sifat ideal yang dipergunakan serta keterangan mengenai proses siklusnya adalah sebagai berikut.



Gambar 2.1 Diagram P dan V dari siklus volume konstan  
(Sumber : Arismunandar, 2005)

Proses siklus *otto* sebagai berikut :

$P$  : Tekanan fluida kerja (cm<sup>2</sup>)

$V$  : Volume spesifik (m<sup>3</sup>/kg)

$Q_m$  : Jumlah kalor yang dimasukkan (kg)

$Q_k$  : Jumlah kalor yang dikeluarkan (kCal/kg)

$V_L$  : Volume langkah torak (m<sup>3</sup>)

$V_S$  : Volume sisa (m<sup>3</sup>)

*TMA* : Titik mati atas

*TMB* : Titik mati bawah

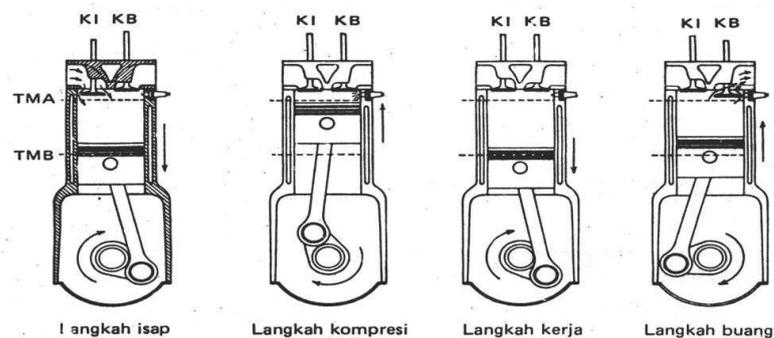
Penjelasan :

- a. Fluida kerja dianggap sebagai gas ideal dengan kalor spesifik yang konstan.
- b. Langkah isap (0-1) merupakan proses tekanan konstan.
- c. Langkah kompresi (1-2) ialah isentropik.  
Proses pembakaran (2-3) dianggap sebagai proses pemasukan kalor pada volume konstan.
- d. Langkah kerja (3-4) ialah proses isentropik.
- e. Proses pembuatan (4-1) dianggap sebagai proses pengeluaran kalor pada volume konstan.
- f. Langkah buang (1-0) ialah proses tekanan konstan.
- g. Siklus dianggap ‘tertutup’, artinya siklus ini berlangsung dengan fluida kerja yang sama, atau gas yang berada di dalam silinder pada waktu langkah buang, tetapi pada langkah isap berikutnya akan masuk sejumlah fluida kerja yang sama.

## 2.2.4. Prinsip Kerja Motor Bakar Empat Langkah

### 2.2.4.1. Motor Bensin 4 Langkah

Motor bensin empat langkah adalah motor yang setiap satu kali pembakaran bahan bakar memerlukan empat langkah torak dan dua kali putaran poros engkol. Berikut ini gambar skema gerakan torak empat langkah:



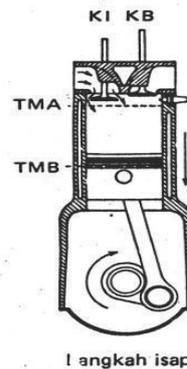
Gambar 2.2. Skema Gerakan Piston 4-langkah

(Sumber: Arismunandar, 2005)

Motor bensin empat langkah mempunyai langkah kerja yang meliputi langkah hisap, kompresi, kerja/ekspansi, dan buang. Beberapa langkah kerja motor bensin 4 langkah dijelaskan sebagai berikut :

### 1. Langkah Hisap (*intake*)

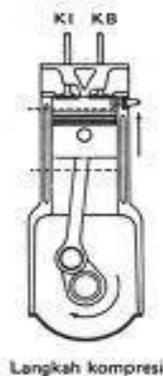
Pada langkah hisap posisi piston bergerak dari posisi TMA (Titik Mati Atas) menuju ke TMB (Titik Mati Bawah), pada saat langkah hisap katup masuk terbuka dan katup buang tertutup. Campuran bahan bakar dengan udara yang telah dikabukan oleh karburator masuk kedalam silinder melalui katup masuk/katup hisap. Saat piston berada pada posisi TMB (Titik Mati Bawah), maka katup masuk dan buang akan tertutup. Dapat dilihat pada gambar 2.3 merupakan langkah hisap pada mesin 4 langkah berikut.



Gambar 2.3. Proses langkah hisap motor 4 langkah  
(Sumber : Arismunandar, 2005)

### 2. Langkah kompresi

Pada langkah kompresi torak bergerak dari posisi TMB ke TMA , katub masuk dan katub buang tertutup sehingga gas yang telah dihisap tidak keluar. Pada waktu ditekan oleh torak megakibatkan naiknya tekanan gas pada ruang bakar. Beberapa saat sebelum torak mencapai TMA busi memercikan bunga api kemudian akibat terjadinya pembakaran bahan bakar, tekanannya naik menjadi tiga kali lipat. Pada gambar 2.4 merupakan langkah kompresi pada mesin 4 langkah.

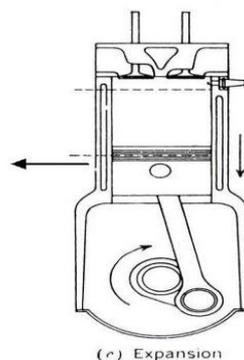


Gambar 2.4. Proses langkah kompresi motor 4 langkah

(Sumber : Arismunandar, 2005)

### 3. Langkah Kerja

Pada saat langkah kerja/ekspansi kondisi kedua katup dalam keadaan tertutup, gas terbakar dengan tekanan yang tinggi akan mengembang menimbulkan ledakan kemudian mendorong torak turun ke bawah dari TMA ke TMB. Tenaga ini disalurkan melalui batang penggerak, selanjutnya oleh poros engkol diubah menjadi gerak putar.

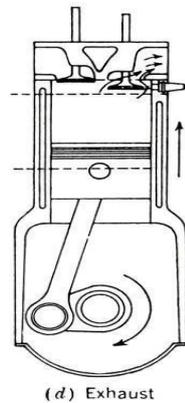


Gambar 2.5. Langkah Kerja motor 4 langkah

(Sumber : Arismunandar, 2005)

### 4. Langkah Buang

Pada langkah buang ini katup buang terbuka sedangkan katup hisap tertutup. Piston akan bergerak dari Titik Mati Bawah (TMB) menuju Titik Mati Atas (TMA) untuk mendesak gas pembakaran keluar dalam silinder melalui saluran buang. Proses Langkah Buang Motor 4 Langkah dapat dilihat pada Gambar 2.6.

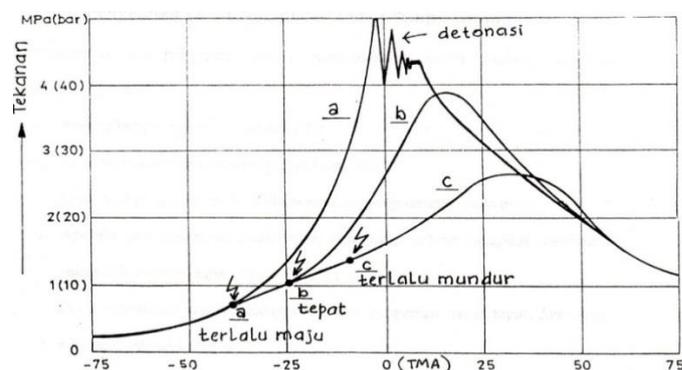


Gambar 2.6. Langkah Buang motor 4 langkah

(Sumber : Arismunandar, 2005)

### 2.2.5. Sistem Pengapian

Sistem pengapian adalah suatu sistem yang ada dalam setiap motor bensin yang digunakan untuk membakar campuran bahan bakar dan udara yang ada di dalam ruang bakarnya. Pada sepeda motor urutan sistem pengapian dapat dijelaskan menjadi beberapa tahap yaitu penyediaan dan penyimpanan energy listrik di baterai, penghasil tegangan tinggi, menyalurkan tegangan tinggi ke busi, dan pelepasan bunga api pada elektroda busi. Tanpa adanya tahapan tersebut maka pembakaran dalam sebuah motor bensin tidak akan terjadi. (Prabowo, 2005). Sistem pengapian dibedakan menjadi 2 yaitu sistem pengapian konvensional dan sistem pengapian elektronik.



Gambar 2.7. saat pengapian dan pembakaran

### 2.2.5.1. Sistem Pengapian Elektronik

Sistem pengapian elektronik ini menggunakan CDI (*Capacitor Discharge Ignition*) sebagai pemercik bunga api pada busi. CDI itu sendiri terbagi atas 2 jenis, yaitu CDI AC dan CDI DC.

#### 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



Gambar2.8. 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.

### 2.2.5.2.Sistem Pengapian Konvensional

Sistem pengapian konvensional dibedakan menjadi 2 macam yaitu sistem pengapian magnet dan sistem pengapian baterai.

#### 1) Sistem Pengapian Magnet

Sistem pengapian magnet ini menggunakan arus dari kumparan magnet (AC) sebagai pemercik bunga api pada busi.

#### 2) Sistem Pengapian Baterai

Sistem pengapian baterai ini sumber tegangan berasal dari baterai (*accu*) yang kemudian disalurkan ke CDI, dari CDI arus listrik di salurkan ke koil untuk mengubah tegangan rendah menjadi tegangan tinggi sebagai pemercik bunga api pada busi.

### 2.2.6. Koil

Koil berfungsi untuk membangkitkan sumber tagangan rendah dari 12 volt pada baterai menjadi sumber tegangan tinggi sebesar 10.000 volt atau lebih, yang kemudian disalurkan ke busi untuk menghasilkan percikan bunga api.

Koil memiliki inti besi yang dililitkan oleh 2 jenis gulungan kawat yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Pada kumparan sekunder jumlah lilitan pada kumparan kawat tersebut kurang lebih 20.000 lilitan dengan diameter 0,05-0,08 mm. Pada salah satu ujung lilitan digunakan sebagai terminal tegangan tinggi yang dihubungkan dengan komponen busi, sedangkan untuk ujung yang lainnya disambungkan dengan kumparan primer.

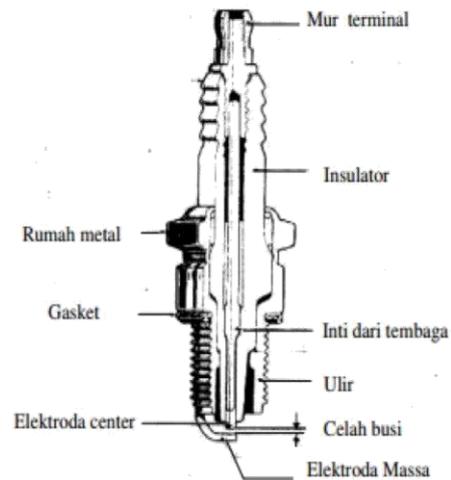


Gambar 2.9. Koil  
(Sumber: [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com))

Pada kumparan primer jumlah lilitannya sebanyak 200 lilitan dengan diameter 0,6-0,9 mm yang digulung pada bagian luar kumparan sekunder. Akibat perbedaan jumlah lilitan pada kumparan primer dan sekunder, maka pada kumparan sekunder akan timbul tegangan kurang lebih 10.000 volt. Arus tegangan tinggi ini timbul akibat terputus-putusnya aliran arus pada kumparan primer yang mengakibatkan timbul dan hilangnya medan magnet secara tiba-tiba. Hal ini mengakibatkan terinduksinya arus listrik tegangan tinggi pada kumparan sekunder. Arus tegangan tinggi tidak hanya terjadi pada kumparan sekunder, tetapi pada kumparan primer juga memiliki tegangan sekitar 300-400 Volt yang disebabkan adanya induksi sendiri.

#### **2.2.7. 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, busi sedang (*medium type*) 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.(Prabowo, 2005). Gambar bagian-bagian dari busi dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.10. Konstruksi busi

(Sumber : [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com))

Pada setiap jenis busi memiliki kemampuan tersendiri dalam menghasilkan besar kecilnya percikan dan warna bunga api yang tergantung pada celah dari tiap-tiap busi, jenis bahan elektroda, dan bentuk elektroda busi. Bunga api yang dihasilkan busi mempunyai warna masing-masing dan mempunyai temperatur yang berbeda pada tiap warna yang dihasilkan. Beberapa warna dan temperatur yang dihasilkan pada busi adalah sebagai berikut :



Gambar 2.11. Colour Temperature Chart

## 2.2.8. Bahan Bakar

### 2.2.8.1 Pertamina Turbo

Pertamax turbo merupakan bahan bakar superior Pertamina dengan kandungan energi tinggi dan ramah lingkungan, diproduksi menggunakan bahan baku pilihan berkualitas tinggi sebagai hasil penyempurnaan formula terhadap produk Pertamina sebelumnya. Pertamina turbo memiliki beberapa keunggulan yaitu: bebas timbal (*unleaded*) dan *Research Octane Number* (RON) sebesar 98 yang didalamnya terkandung energi besar yang akan membuat pembakaran kendaraan lebih bertenaga, berakselerasi tinggi, lebih responsif dan *knock free*. Pertamina turbo mampu membersihkan timbunan deposit pada *fuel injector*, *inlet valve*, ruang bakar yang dapat menurunkan performa mesin kendaraan dan mampu melarutkan air di dalam tangki sehingga dapat mencegah karat dan korosi pada saluran dan tangki bahan bakar. Pada table 2.1.dibawah ini menunjukkan spesifikasi dari Pertamina Turbo. ([www.pertamina.com](http://www.pertamina.com))

Tabel 2.1. Spesifikasi Pertamina Turbo

NO	Sifat	MIN	MAX
1	Angka Oktan riset RON	98	
2	Kandungan Pb (gr/lit)		0,013
3	Distilasi		
	10% VOI penguapan (°C)		70
	50% VOI penguapan (°C)	77	770
	90% VOI penguapan (°C)	130	180
	Titik Didih Akhir (°C)		205
	Residu (%Vol)		2,0
4	Tekanan Uap Reid pada 37,8 °C (psi)	45	60
5	Getah purawa (mg/100ml)		5
6	Periode Induksi (menit)	520	
7	Kandungan Belerang (% massa)		0,2
8	Korosi bilah tembaga (3jam/50°C)		
9	Uji dokter atau belerang mercapatan		0.0
10	Massa Jenis (kg/ )	715	770
11	Warna	Merah	

(Keputusan Dirjen Migas No. 3674 K/24/DJM/2006),(Mulyono, 2012)

### 2.2.8.2. Angka Oktan

Angka oktan pada bensin adalah suatu bilangan yang menunjukkan sifat anti ketukan/berdetonasi. Dengan kata lain, makin tinggi angka oktan maka semakin berkurang kemungkinan untuk menjadi detonasi (*knocking*). Dengan berkurangnya intensitas untuk berdetonasi, maka campuran bahan bakar dan udara yang dikompresikan oleh torak menjadi lebih baik sehingga tenaga motor akan lebih besar dan pemakaian bahan bakar menjadi lebih hemat. Pada tabel 2.2 menunjukkan nilai oktan pada tiap bahan bakar

Tabel 2.2. Angka Oktan untuk Bahan Bakar

Jenis Bahan Bakar	Angka Oktan
Premium	88
Pertalite	90
Pertamax	92
Pertamax turbo	98
Bensol	100

Sumber : (www.Pertamina.com, 2016)

### 2.2.9. Dynamometer

*Dynamometer* adalah alat yang digunakan untuk mengukur torsi, putaran mesin, dan daya yang dihasilkan dari sebuah mesin tanpa harus mengetes di jalan raya. Berikut ini jenis-jenis dari *Dynamometer* :

#### a. *Engine dyno*

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

#### b. *Chasis dyno*

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

## 2.2.10. Perhitungan Torsi, Daya, dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifikasi (SFC)

### 2.2.10.1. 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).

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

Dengan :

T = Torsi (N.m)

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

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

### 2.2.10.2. Daya

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

$$P = \frac{2\pi nT}{60.000} \dots\dots\dots (2.2)$$

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

### 2.2.11. 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).

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

Dengan :

$K_{bb}$  = Konsumsi bahan bakar yang terpakai (km/l)

$V$  = Volume bahan bakar yang terpakai (l)

$s$  = Jarak tempuh (km)