

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Jumalludin (2014) meneliti tentang pengaruh variasi waktu pengapian terhadap kinerja motor bensin empat langkah Honda Megapro 160 cc berbahan bakar campuran premium – etanol dengan kandungan etanol 15%. Parameter yang dicari adalah daya, torsi dan konsumsi bahan bakar (mf). Hasil penelitian menunjukkan torsi mesin tertinggi pada CDI *racing* BRT dengan waktu pengapian  $\pm 40^0$  sebelum TMA yaitu sebesar 13,56 (N.m) pada putaran mesin 4530 (rpm) dan daya tertinggi pada CDI *racing* dengan waktu optimum pengapian  $\pm 40^0$  sebelum TMA yaitu sebesar 13,30 (HP) pada putaran mesin 7577 (rpm). Konsumsi bahan bakar (mf) dicari dengan uji statis hasilnya CDI standar lebih irit dibandingkan CDI BRT dengan waktu optimum.

Yudha (2014) meneliti tentang pengaruh *bore up*, *stroke up* dan penggunaan pengapian *racing* (busi TDR dan CDI BRT) terhadap kinerja motor Vega 105 cc. Parameter yang dicari adalah daya, torsi dan konsumsi bahan bakar (mf). Hasil penelitian menunjukkan motor dalam keadaan standar dengan torsi 7,06 (N.m) dan daya 6,0 (HP) mengalami peningkatan daya 1,1 (HP) dan torsi 0,34 (N.m) jika dibandingkan menggunakan motor standar namun CDI BRT dan busi TDR hasil torsi 7,40 (N.m) dan daya 7,1 (HP), mengalami peningkatan daya 6,8 (HP) dan torsi 3,51 (N.m) jika dibandingkan menggunakan motor *bore up* namun CDI dan busi standar hasil torsi 10,57 (N.m) dan daya 12,8 (HP), dan mengalami peningkatan daya 13,1 (HP) dan torsi 7,15 (N.m) jika dibandingkan menggunakan motor *bore up* namun CDI BRT dan busi TDR hasil torsi 14,21 (N.m) dan daya 19,1 (HP). Hasil tertinggi pada kondisi mesin *bore up*, penggunaan CDI BRT dan busi TDR yaitu torsi 14,21 (N.m) pada putaran 8904 (rpm), daya tertinggi pada 19,1 (HP) pada putaran mesin 10636 (rpm). Konsumsi bahan bakar (mf) dicari dengan uji statis hasilnya motor standar 0,726 (kg/jam), motor standar (CDI dan busi *racing*) 0,747 (kg/jam), motor *bore up* (CDI dan busi standar) 0,927

(kg/jam), dan motor *bore up* (CDI dan busi *racing*) 1,034 (kg/jam). Untuk konsumsi bahan bakar paling rendah pada motor standar.

Mahendro (2010) melakukan penelitian tentang pengaruh pemakaian bahan bakar shell super, petronas primax 92 dan pertamax terhadap unjuk kerja motor empat langkah. Adapun hasil dari penelitian tersebut menggunakan metode gas spontan bahan bakar Petronas Primax 92 menghasilkan daya, torsi dan BMEP tertinggi. Kinerja rata-rata terdapat perbedaan  $\pm 2,5\%$  antara penggunaan bahan bakar yang satu dengan yang lain. Sedangkan dengan metode gas per rpm bahan bakar Petronas Primax 92 menghasilkan daya tertinggi dan bahan bakar Shell Super menghasilkan torsi dan BMEP tertinggi. Kinerja rata-rata terdapat perbedaan  $\pm 7,3\%$  antara penggunaan bahan bakar yang satu dengan yang lain. SFC terendah didapat menggunakan Shell Super. Perbandingan SFC terdapat perbedaan  $\pm 9,7\%$  antara bahan bakar yang satu dengan yang lain. Effisiensi thermal ( $\eta_{bt}$ ) tertinggi didapat menggunakan Shell Super. Perbandingan effisiensi thermal ( $\eta_{bt}$ ) terdapat perbedaan  $\pm 4\%$  antara bahan bakar yang satu dengan yang lain. Dari pemaparan di atas dapat diambil kesimpulan penggunaan bahan bakar yang paling efisien dalam konsumsi bahan bakar menggunakan Shell Super, tapi jika menginginkan akselerasi yang cepat dapat menggunakan bahan bakar Petronas Primax 92.

Adita (2006) melakukan penelitian tentang pengaruh pemakaian cdi standar dan *racing* serta busi standar dan busi *racing* terhadap kinerja motor yamaha mio 4 langkah 110 cc tahun 2008. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil sebagai berikut, daya maksimal yang dihasilkan 7,76 kW sampai 7,86 kW pada putaran mesin 7000 rpm. Torsi maksimum yang dihasilkan 8,80 N.m sampai 9,49 N.m pada putaran mesin 5000-5750 rpm. Konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 1,1706 kg/jam pada putaran mesin 10.000 rpm.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Pengertian Motor Bakar**

Motor bakar adalah salah satu jenis mesin kalor, yaitu mesin yang mengubah energy termal untuk melakukan kerja mekanik atau mengubah tenaga kimia bahan bakar menjadi tenaga mekanis. Sebelum menjadi tenaga mekanis, energi kimia bahan bakar diubah dulu menjadi energy termal atau panas melalui pembakaran bahan bakar dengan udara. Pembakaran ini ada yang dilakukan di dalam mesin kalor itu sendiri dan ada juga yang dilakukan di luar mesin kalor.

Motor bakar Berdasarkan sistem pembakarannya dapat diklasifikasikan menjadi 2 (dua) macam, yaitu sebagai berikut:

a) Motor pembakaran dalam

Mesin pembakaran dalam atau sering disebut sebagai *Internal Combustion Engine* (ICE), yaitu dimana proses pembakarannya berlangsung di dalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus berfungsi sebagai fluida kerja.

b) Motor pembakaran luar

Motor pembakaran luar atau sering disebut *Eksternal Combustion Engine* (ECE) yaitu dimana proses pembakaran terjadi di luar mesin, energi dari gas hasil pembakaran dipindahkan ke fluida kerja mesin.

### **2.2.2 Prinsip Kerja Motor Bakar**

Prinsip kerja motor bakar dibedakan menjadi 2 yaitu motor 4 langkah dan 2 langkah.

#### **2.2.2.1 Motor Bensin 4 Langkah**

Motor bensin 4 langkah adalah setiap 4 kali langkah piston atau 2 kali putaran poros engko 1 berputar menghasilkan 1 kali langkah usaha, seperti yang terlihat pada gambar 2.1.

Langkah isap:

1. Torak bergerak dari TMA ke TMB
2. Katup masuk terbuka, katup buang tertutup
3. Campuran bahan bakar dengan udara yang telah tercampur di dalam karburator masuk ke dalam silinder melalui katup masuk
4. Saat torak berada di TMB katup masuk akan tertutup.

Langkah kompresi:

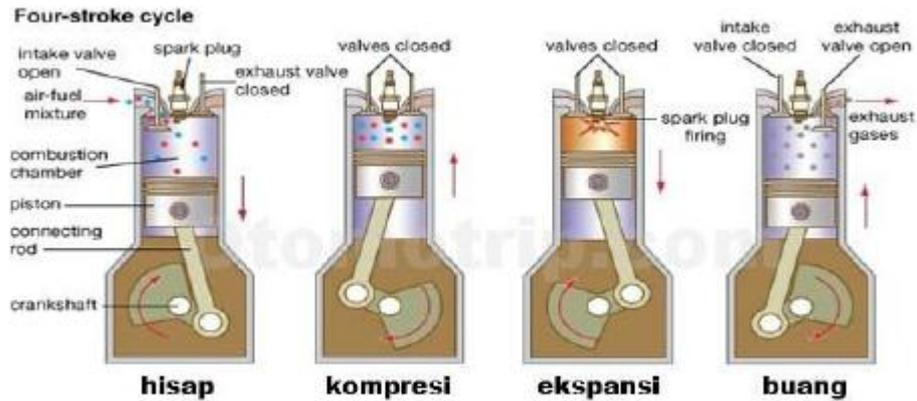
1. Torak bergerak dari TMB ke TMA
2. Katup masuk dan katup buang kedua-duanya tertutup sehingga gas yang telah diisap tidak keluar pada waktu ditekan oleh torak yang mengakibatkan tekanan gas akan naik
3. Beberapa saat sebelum torak mencapai TMA busi mengeluarkan percikan bunga api
4. Gas bahan bakar yang telah mencapai tekanan tinggi terbakar
5. Akibat pembakaran bahan bakar, tekanannya akan naik menjadi kira-kira tiga kali lipat.

Langkah kerja/ekspansi:

1. Katup masuk dan katup buang dalam keadaan tertutup
2. Gas terbakar dengan tekanan yang tinggi akan mengembang kemudian menekan torak turun ke bawah dari TMA ke TMB
3. Tenaga ini disalurkan melalui batang penggerak, selanjutnya oleh poros engkol diubah menjadi gerak berputar.

Langkah pembuangan:

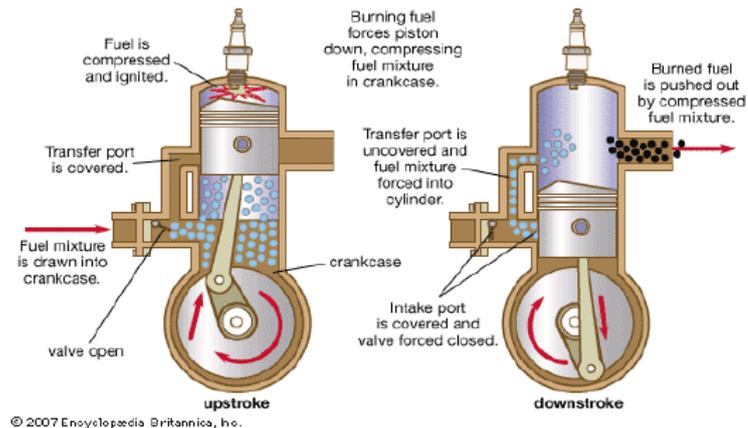
1. Katup buang terbuka, katup masuk tertutup
2. Torak bergerak dari TMB ke TMA
3. Gas sisa pembakaran terdorong oleh torak keluar melalui katup buang.



**Gambar 2.1** Skema Gerakan Torak Empat Langkah  
(Sumber : <http://otomotrip.com/2015>)

### 2.2.2.2 Motor Bensin 2 Langkah

Motor bakar 2 langkah adalah motor bakar yang membutuhkan 2 kali langkah piston atau 1 kali putaran poros engkol untuk menghasilkan 1 kali langkah usaha. Dinding silinder pada motor 2 langkah mempunyai 1 lubang untuk proses pemasukan gas baru dan 1 lubang lagi untuk proses pembuangan gas bekas pembakaran, seperti yang terlihat pada gambar 2.2.



**Gambar 2.2** Skema Gerakan Torak Dua Langkah  
(Sumber : [www.aifustars.wordpress.com/2012](http://www.aifustars.wordpress.com/2012))

Gambar ini menunjukkan skema langkah kerja pada motor 2 langkah, jika piston bergerak naik dari TMB ke TMA maka saluran bilas dan saluran buang akan tertutup. Dalam hal ini gas dalam ruang bakar dikompresikan, sementara itu gas baru masuk ke ruang engkol, beberapa derajat sebelum piston mencapai TMA, busi akan meloncatkan bunga api sehingga terjadi pembakaran bahan bakar.

Prinsip kerja dari motor 2 langkah adalah sebagai berikut:

Langkah isap:

1. Torak bergerak dari TMA ke TMB
2. Pada saat saluran bilas masih tertutup oleh torak di dalam bak mesin terjadi kompresi terhadap campuran bensin dengan udara.
3. Di atas torak, gas sisa pembakaran dari hasil pembakaran sebelumnya sudah mulai terbuang keluar saluran buang
4. Saat saluran bilas terbuka, campuran bensin dengan udara mengalir melalui saluran bilas terus masuk kedalam ruang bakar.

Langkah kompresi:

1. Torak bergerak dari TMB ke TMA
2. Rongga bilas dan rongga buang tertutup, terjadi langkah kompresi dan setelah mencapai tekanan tinggi busi memercikkan bunga api listrik untuk membakar campuran bensin dengan udara
3. Pada saat yang bersamaan, di bawah (di dalam bak mesin) bahan bakar yang baru masuk dalam bak mesin melalui saluran masuk.

Langkah kerja/ekspansi:

1. Torak kembali dari TMA ke TMB akibat tekanan besar yang terjadi pada waktu pembakaran bahan bakar
2. Saat itu torak turun sambil mengkompresi bahan bakar baru di dalam bak mesin.

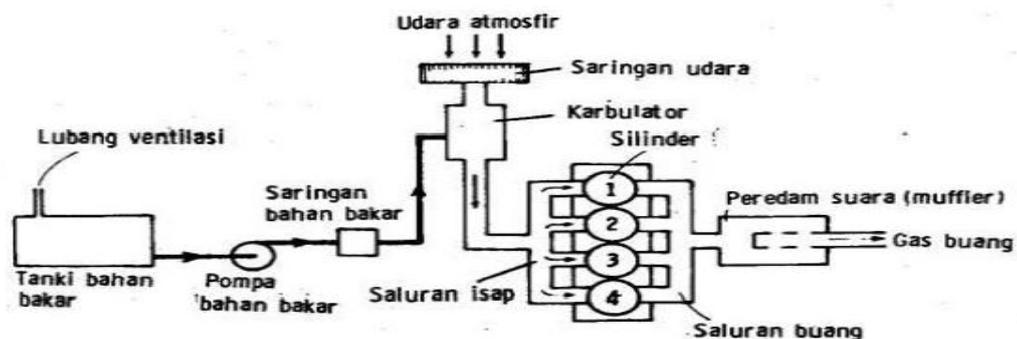
Langkah pembuangan:

1. Menjelang torak mencapai TMB, saluran buang terbuka dan gas sisa pembakaran mengalir terbang keluar
2. Pada saat yang sama bahan bakar baru baru masuk ke dalam ruang bahan bakar melalui rongga bilas.

## 2.3 Sistem Bahan Bakar Pada Motor Bakar

### 2.3.1 Sistem Bahan Bakar

Motor bensin merupakan jenis dari motor bakar, motor bensin kebanyakan dipakai sebagai kendaraan bermotor yang berdaya kecil seperti mobil, sepeda motor, dan juga untuk motor pesawat terbang. Pada motor bensin selalu diharapkan bahan bakar dan udara itu sudah tercampur dengan baik sebelum dinyalakan oleh busi. Pada motor bakar sering memakai sistem bahan bakar menggunakan karburator. Pada gambar (2.3) diterangkan skema sistem penyaluran bahan bakar.



**Gambar 2.3** Skema sistem penyaluran bahan bakar  
(Sumber: Arismunandar, 2005)

Pompa bahan bakar memompakan bahan bakar dari tangki bahan bakar ke karburator untuk memenuhi jumlah bahan bakar yang harus tersedia tersedia dalam karburasi. Pompa ini terutama di pakai apabila letak tangki lebih rendah dari pada letak karburator. Untuk membersihkan bahan bakar dari kotoran yang

dapat mengganggu aliran atau menyumbat saluran bahan bakar, terutama di dalam karburator, digunakan saringan atau *filter*. Sebelum masuk ke dalam saringan, udara mengalir melalui karburator yang mengatur pemasukan, pencampuran, dan pengabutan bahan bakar ke dalam, sehingga diperoleh perbandingan campuran bahan bakar dengan udara yang sesuai dengan keadaan beban dan kecepatan poros engkol. Penyempurnaan pencampuran bahan bakar udara tersebut berlangsung baik di dalam saluran isap maupun di dalam silinder sebelum campuran itu terbakar. Campuran itu haruslah homogen serta perbandingannya sama untuk setiap silinder, campuran yang kaya (*rich fuel*) diperlukan dalam keadaan tanpa beban dan beban penuh sedangkan campuran yang miskin (*poor fuel*) diperlukan untuk operasi normal.

### **2.3.2 Bahan Bakar**

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

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

Terdapat beberapa jenis bahan bakar, antara lain :

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

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

- a. Proses pembakaran bahan bakar dalam silinder harus secepat mungkin dan panas yang dihasilkan harus tinggi.

- b. Bahan bakar yang digunakan harus tidak meninggalkan endapan atau deposit setelah proses pembakaran terjadi karena akan mengakibatkan kerusakan pada dinding silinder.
- c. Gas sisa pembakaran harus tidak berbahaya pada saat dilepaskan ke atmosfer.

Karakteristik paling utama yang diperlukan dalam bahan bakar bensin adalah sifat pembakarannya. Dalam pembakaran normal, campuran uap bensin dan udara harus terbakar seluruhnya secara teratur dalam suatu *front* nyala yang menjalar dengan rata dari busi pada mesin. Sifat pembakaran bensin biasanya diukur dengan angka oktan.

### **2.3.3. Pertamax**

Pertamax merupakan bahan bakar ramah lingkungan (*unleaded*) dengan nilai oktan yang tinggi hasil dari penyempurnaan produk Pertamina sebelumnya. Formula barunya yang terbuat dari bahan baku berkualitas tinggi memastikan mesin kendaraan bermotor bekerja dengan baik, lebih bertenaga, “*knock free*”, rendah emisi, dan memungkinkan menghemat konsumsi bahan bakar. Pertamax ditunjukan untuk kendaraan yang mengharuskan penggunaan bahan bakar beroktan tinggi dan tanpa timbale (*unleaded*).

Pertamax juga direkomendasikan untuk kendaraan yang diproduksi di atas tahun 1990 terutama yang telah menggunakan teknologi setara dengan *electronic fuel injection* dan *catalytic converter*. Bagi pengguna kendaraan yang diproduksi tahun 1990 tetapi menginginkan peningkatan kinerja mesin kendaraanya juga dapat menggunakan produk ini. Pertamax memiliki nilai oktan 92 dengan stabilitas oksidasi yang tinggi dan kandungan *olefin*, *aromatic* dan *benzene* pada level yang rendah sehingga menghasilkan pembakaran yang sempurna pada mesin. Dilengkapi dengan aditif generasi 5 dengan sifat *detergency* yang memastikan *injector* bahan bakar, karburator, *inlet valve* dan ruang bakar tetap bersih untuk menjaga kinerja mesin tetap optimal. Pertamax sudah tidak menggunakan campuran timbal dan metal lainnya yang sering digunakan pada bahan bakar lain untuk meningkatkan nilai oktan sehingga pertamax merupakan bahan bakar yang bersahabat dengan lingkungan atau ramah lingkungan.

**Tabel 2.1** Spesifikasi Pertamax

NO	Sifat	Min	Max
1	Angka oktana riset RON	92	
2	Kandungan Pb (gr/lit)		0,3
3	Distilasi		
	10% vol penguapan (°C)		70
	50% vol penguapan (°C)	77	110
	90% vol penguapan (°C)		180
	Titik didih akhir (°C)		205
	Residu (°C)		2
4	Tekanan uap Reid pada 37,8 °C (psi)	45	60
5	Getah purawa (mg/100ml)		4
6	Periode induksi (menit)	480	
7	Kandungan belerang (% massa)		0,01
8	Korosi bilah tembaga (3 jam/50 °C)		No.1
9	Uji dokter atau belerang mercapatan		0
10	Warna	Biru	2

(Sumber : Keputusan Dirjen Migas No. 940/34/DJM/2002)

#### 2.3.4 Angka Oktan

Angka *oktana* adalah suatu bilangan yang menunjukkan sifat anti ketukan/detonasi. Semakin tinggi angka oktana suatu bahan bakar maka semakin besar kecenderungan mesin tidak mengalami ketukan. Angka oktana suatu bahan bakar dapat ditentukan dengan bantuan mesin CFRE (*Cooperative Fuel Research Engine*), dimana bahan bakar dibandingkan dengan bahan bakar rujukan yang terbuat dari n-heptana (angka oktana 0) dan iso-oktana (angka oktana 100). Angka oktana bensin yang didefinisikan sama dengan persentase iso-oktana dalam bahan bakar rujukan yang memberikan intensitas yang sama pada mesin uji.

Besar angka oktan bahan bakar tergantung pada presentase *iso-oktan* (C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>) dan normal heptana (C<sub>7</sub>H<sub>16</sub>) yang terkandung di dalamnya. Bensin yang cenderung ke arah sifat *heptana normal* disebut bernilai oktan rendah (angka oktan rendah) karena mudah berdetonasi, sebaliknya bahan bakar yang lebih cenderung ke arah *sifat iso-oktan* (lebih sukar berdetonasi) dikatakan bernilai oktan tinggi (angka oktan tinggi). Misalnya, suatu bensin dengan angka oktan 90 akan lebih sukar

berdetonasi daripada dengan bensin beroktan 70. Jadi kecenderungan bensin untuk berdetonasi dinilai dari angka oktanya *iso-oktan* murni diberi *indeks* 100, sedangkan *heptana normal* murni diberi indeks 0. Dengan demikian, suatu bensin dengan angka oktan 90 berarti bahwa bensin tersebut mempunyai kecenderungan berdetonasi sama dengan campuran yang terdiri atas 90% volume *iso-oktan* dan 10% volume *heptana normal*.

Untuk mendapat bensin dengan angka oktan cukup tinggi, produsen bensin dapat menempuh dengan beberapa cara, antara lain :

- a. Menambah aditif peningkat angka oktan seperti *timbal-tetra-etil* (TEL) dan *timbal-tetra-metil* (TML). Namun penambahan zat-zat aditif ini mengakibatkan gas-gas hasil pembakaran bensin dari kendaraan mengandung timbal yang pada konsentrasi tertentu dapat menimbulkan pencemaran dan mengganggu kesehatan.
- b. Menggunakan komponen beroktan tinggi sebagai bahan ramuan, misalkan alkohol atau eter.

**Tabel 2.2.** Angka Oktan Untuk Bahan Bakar

Jenis Bahan Bakar	Angka Oktan
Bensin	88
Pertamax	92
Pertamax Plus	95
Pertamax Racing	100
Bensol	100

(www. Pertamina.com 2015)

### **2.3.5. Kestabilan Kimia dan Kebersihan Bahan Bakar**

Kestabilan kimia dan bahan bakar sangat penting berkaitan dengan kebersihan bahan bakar yang selanjutnya berpengaruh terhadap sistem pembakaran dan sistem saluran. Pada temperatur tinggi, seiring terjadi *polimer* yang berupa endapan-endapan *gum*. Endapan *gum* (getah) ini berpengaruh terhadap sistem saluran baik terhadap sistem saluran masuk maupun sistem saluran buang katup bahan bakar.

### **2.3.6. Efisiensi Bahan Bakar dan Efisiensi Panas**

Nilai kalor (panas) bahan bakar harus perlu diketahui, agar panas dari motor dapat dibuat efisiensi atau tidak terjadi kinerja motor menjadi menurun. Ditinjau atas dasar nilai kalor bahan bakarnya, nilai kalor mempunyai hubungan dengan berat jenis. Pada umumnya makin tinggi berat jenis maka makin rendah nilai kalornya, maka pembakaran dapat berlangsung dengan sempurna. Tetapi dapat juga ke tidak sempurna pembakaran.

Pembakaran yang kurang sempurna dapat mengakibatkan sebagai berikut:

- a. Kerugian panas dalam motor menjadi besar, sehingga efisiensi motor menjadi menurun, usaha dari motor menjadi turun dan penggunaan bahan bakar menjadi tidak tetap.
- b. Sisa pembakaran dapat menyebabkan pegas-pegas melekat pada piston pada alurnya, sehingga tidak berfungsi lagi sebagai pegas torak.
- c. Sisa pembakaran dapat melekat pada lubang pembuangan antara katup dan dudukannya, terutama pada katup buang, sehingga katup tidak dapat menutup dengan baik.
- d. Sisa pembakaran dapat menjadi kerak dan melekat dapat bagian dinding piston sehingga dapat menghalangi sistem pelumasan, dan dapat menyebabkan silinder atau dinding silinder mudah aus.

Efisiensi bahan bakar dan efisiensi panas sangat menentukan bagi efisiensi motor itu sendiri. Masing-masing motor mempunyai efisiensi yang berbeda-beda.

## **2.4. Sistem Pengapian**

Fungsi pengapian adalah memulai pembakaran atau menyalakan campuran bahan bakar dan udara pada saat dibutuhkan, sesuai dengan beban dan putaran motor. Sistem pengapian dibedakan menjadi dua yaitu sistem pengapian konvensional dan sistem pengapian elektronik (Boentaro, 2001).

### **2.4.1. Sistem Pengapian Konvensional**

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

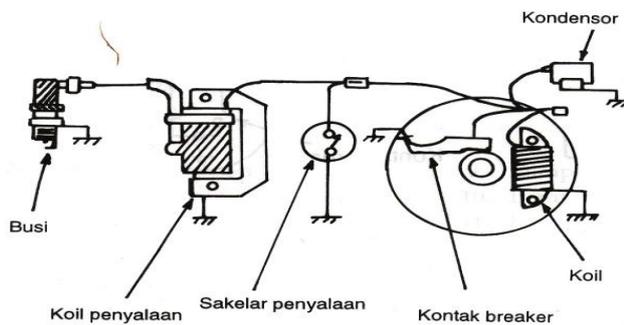
#### **a. Sistem Pengapian Magnet**

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

Ciri-ciri umum pengapian magnet :

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

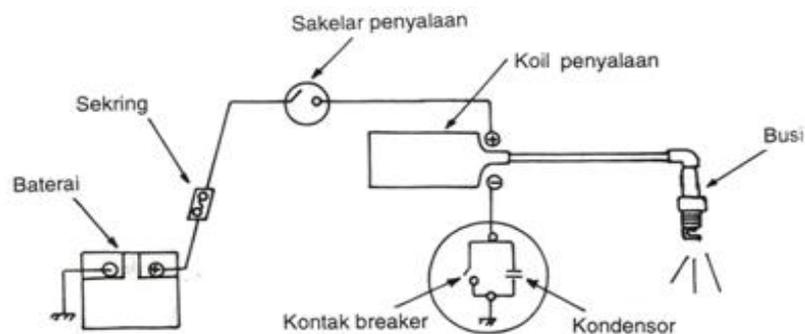
Sistem mempunyai dua kumparan yaitu kumparan *primer* dan *sekunder*, salah satu ujung kumparan *primer* dihubungkan ke masa sedangkan untuk ujung kumparan yang lain ke kondensor. Dari kondensor mempunyai tiga cabang salah satu ujungnya dihubungkan ke platina, sedangkan bagian platina yang satu lagi dihubungkan ke masa. Jika platina menutup, arus listrik dari kumparan *primer* mengalir ke masa melewati platina, dan busi tidak meloncatkan bunga api. Jika platina membuka, arus listrik tidak dapat mengalir ke masa sehingga akan mengalir ke kumparan *primer* koil dan mengakibatkan timbulnya api pada busi. Sistem pengapian dengan magnet seperti terlihat pada gambar 2.8. di bawah ini :



**Gambar 2.4.** Rangkaian Sistem Pengapian Magnet  
(Sumber : Daryanto, 2008)

### b. Sistem Pengapian Baterai

Sistem pengapian dengan baterai seperti terlihat pada (Gambar 2.8.) di bawah ini :



**Gambar 2.5.** Rangkaian Sistem Pengapian Baterai  
(Sumber : Daryanto, 2008)

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

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

Kutub negatif baterai dihubungkan ke masa sedangkan kutub positif baterai dihubungkan ke kunci kontak dari kunci kontak kemudian ke koil, antara

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

#### **2.4.2. Sistem Pengapian Elektronik**

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

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

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

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

Kelebihan sistem pengapian elektronik :

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

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

Komponen-komponen sistem pengapian *PEI* :

a. Koil

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

b. CDI (*Capacitor Discharge Ignition*)

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

c. Magnet

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

## **2.5 Komponen Sistem Penyalan**

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

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

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

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

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



**Gambar 2.6.** CDI (Capasitor Discharge Ignition)  
(Sumber : Wikipedia.com)

### 2.5.2 Koil

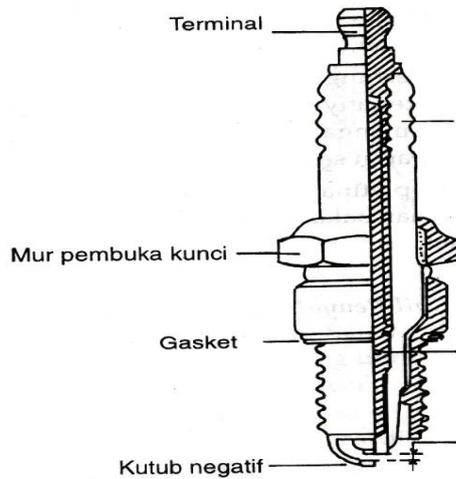
Koil merupakan sebuah kumparan elektromagnetik (transformator) yang terdiri dari sebuah kabel tempaga terisolasi yang solid (kawat tembaga) dan inti besi yang terdiri atas kumparan primer dan kumparan sekunder. Koil merupakan tranformator step up yang berfungsi menaikkan tegangan kecil 12 volt dari kumparan primer menjadi tegangan tinggi 15.000 volt pada kumparan sekunder.



**Gambar 2.7.** Koil  
(sumber : wikipedia.com)

### 2.5.3 Busi

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



**Gambar 2.8.** Busi  
(Sumber : [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com))

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

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

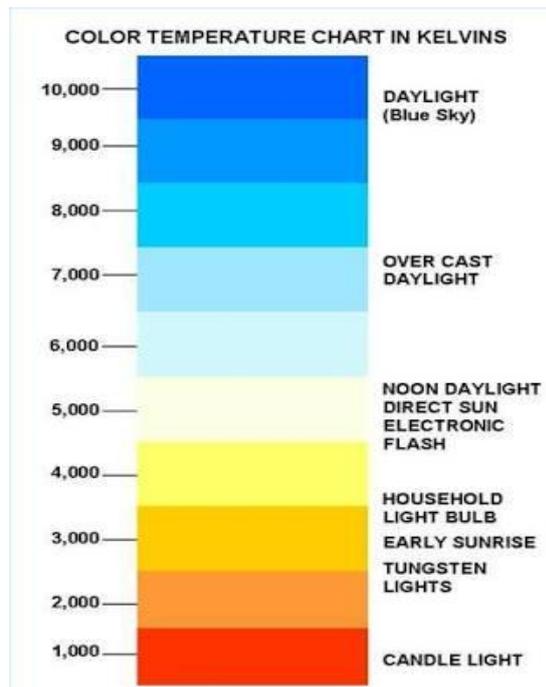
Sekarang ini sistem pengapian magnet konvensional sudah jarang digunakan. Sistem tersebut sudah tergantikan oleh banyaknya sistem pengapian CDI pada sepeda motor. Sistem CDI mempunyai banyak keunggulan dimana tidak dibutuhkan penyetelan berkala seperti pada sistem pengapian dengan platina.

Dalam sistem CDI busi juga tidak mudah kotor karena tegangan yang dihasilkan oleh kumparan sekunder koil pengapian lebih stabil dan sirkuit yang ada di dalam unit CDI lebih tahan air dan kejutan karena dibungkus dalam cetakan plastik. Pada sistem ini bunga api yang dihasilkan oleh busi sangat besar

dan relatif lebih stabil, baik dalam putaran tinggi maupun putaran rendah. Hal ini berbeda dengan sistem pengapian magnet di mana saat putaran tinggi api yang dihasilkan akan cenderung menurun sehingga mesin tidak dapat bekerja secara optimal. Kelebihan inilah yang membuat sistem pengapian CDI yang digunakan sampai saat ini.

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

Percikan bunga api pada busi juga menghasilkan warna bunga api yang berbeda – beda. Semakin biru bunga apinya maka semakin besar pula suhu yang dikeluarkan dari busi tersebut.



**Gambar 2.9.** Tingkatan Warna Suhu

#### **2.5.4 Pengaruh Pengapian**

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

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

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

Dalam sistem CDI busi juga tidak mudah kotor karena tegangan yang dihasilkan oleh kumparan sekunder koil pengapian lebih stabil dan sirkuit yang ada di dalam unit CDI lebih tahan air dan kejutan karena dibungkus dalam cetakan plastik. Pada sistem ini bunga api yang dihasilkan oleh busi sangat besar dan relatif lebih stabil, baik dalam putaran tinggi maupun putaran rendah. Hal ini berbeda dengan sistem pengapian magnet di mana saat putaran tinggi api yang dihasilkan akan cenderung menurun sehingga mesin tidak dapat bekerja secara optimal. Kelebihan inilah yang membuat sistem pengapian CDI yang digunakan sampai saat ini.

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

## 2.6. Dynamometer

Dalam dunia otomotif *dynamometer* adalah alat yang digunakan untuk mengukur torsi, rpm, dan *power* yang dihasilkan sebuah mesin sehingga tidak diperlukan test di jalan, jenis dinamo antara lain:

### a. Engine dyno

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

### b. Chassis dyno

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

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

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* (N)

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

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

$$P = \frac{2 \pi n T}{6000} \dots\dots\dots (2.2)$$

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:

$$1 \text{ HP} = 0,7457 \text{ kW}$$

$$1 \text{ kW} = 1,341 \text{ HP}$$

Konsumsi bahan bakar yang diambil dengan cara uji jalan yaitu dengan mengganti tangki mootor standar dengan tangki mini yang memiliki volume 420 ml lalu tangki diisi penuh dan digunakan untuk jalan memutar sampai premiumnya habis. Lalu dapat dirumuskan :

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

V = Volume bahan bakar yang dihabiskan (l)

s = Jarak tempuh (km)

$$K_{bb} = \frac{V}{t} \dots\dots\dots(2.4)$$

V = Volume bahan bakar yang dihabiskan (l)

t = waktu (s)

$$K_{bb} = \frac{m}{t} \dots\dots\dots(2.5)$$

m = massa bahan bakar (kg)

t = waktu (s)

