

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 yang pernah dilakukan oleh Sidiq (2016) membahas hasil penelitian tentang pengaruh penggunaan CDI BRT dan koil *racing* KTC terhadap percikan bunga api dan kinerja motor 4 langkah berbahan bakar Pertamina 92. Dari hasil pengujian percikan bunga api dapat disimpulkan bahwa penggunaan CDI BRT dan koil standar adalah hasil yang paling baik, karena warna api pada busi berwarna biru keputihan dan fokus pada 1 titik. Untuk pengujian daya terbaik dihasilkan dengan menggunakan CDI BTR dan koil standar yaitu 13,1 Hp pada putaran mesin 7723 rpm. Hal ini terjadi karena CDI BRT dan koil standar lebih besar menghasilkan percikan bunga api. Dan torsi terbaik dihasilkan pada variasi CDI BRT dan koil standar yaitu sebesar 12,97 N.m pada putaran mesin 4641 rpm. Sedangkan konsumsi bahan bakar dapat dihaluskan konsumsi bahan bakar tertinggi yaitu menggunakan CDI standar dan koil standar yaitu sebesar 52,6 Km/Ltr. Sedangkan paling rendah yaitu menggunakan CDI BRT dan koil *racing* KTC yaitu sebesar 44,4 Km/Ltr.

Sugiyanto (2014) dalam Penelitian yang berjudul “pengaruh variasi busi dan campuran Bensin Metanol terhadap kinerja motor 4 langkah” menyimpulkan bahwa menggunakan busi *Split Fire* dan campuran methanol 10 % torsi terbaik yang dihasilkan sebesar 8,95 Nm dan pada busi NGK sebesar 8,525 Nm. Dan untuk daya tertinggi yang dihasilkan oleh busi *Split Fire* dan campuran methanol 10 % yaitu sebesar 10,045 Hp pada putaran mesin 8000 rpm. menggunakan busi NGK yaitu sebesar 9,65 Hp pada putaran 8000 rpm. Untuk konsumsi bahan bakar paling irit

yaitu dengan penambahan methanol 10 % dan menggunakan busi *Split Fire* yaitu sebesar 0,066 Kg/HP.jam. dan paling boros yaitu dengan penambahan methanol 20 % dan menggunakan busi NGK sebesar 0,093 Kg/HP/jam. Temperatur gas buang tertinggi yaitu menggunakan busi *Split Fire* dan campuran methanol 10 % yaitu sebesar 524,75 C pada putaran mesin 8000 rpm dan untuk temperatur gas buang terendah yaitu menggunakan busi NGK dan campuran methanol 20 % sebesar 507,5 C pada putaran mesin 8000 rpm. Hal ini terjadi karena percikan bunga api yang dihasilkan busi *Split Fire* lebih baik dan fokus ada 1 titik dan campuran methanol 10% lebih baik karena methanol memiliki nilai kalor yang lebih tinggi dibandingkan bensin. Sehingga lebih banyak campuran methanol menyebabkan menurunnya nilai kalor. Temperatur gas buang akan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya putaran dan daya mesin dan akan menurun setelah mencapai titik maksimum.

Hapsoro (2016) menjelaskan tentang perbandingan penggunaan jenis koil standar pabrikan dengan koil KTC dan empat jenis busi yang berbeda busi yang digunakan adalah NGK standar, NGK G-Power, TDR Ballistic, dan *Denso iridium* terhadap kinerja motor bensin 4 langkah 135 cc menggunakan bakar premium. Dari hasil pengujian percikan bunga api yang paling baik pada penggunaan busi NGK dan koil racing dengan bunga api berwarna biru tua dengan suhu antara 8500 sampai 1100 K. Torsi dan daya terbesar terdapat pada busi NGK G-Power dan koil racing KTC 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 racing KTC dengan nilai kenaikan konsumsi bahan bakar sebesar 1,05% di bandingkan dengan kondisi standar.

Ariawan (2016) meneliti tentang pengaruh penggunaan bahan bakar Peralite terhadap unjuk kerja daya, torsi dan konsumsi bahan bakar pada sepeda motor bertransmisi otomatis. Pada pengujian ini bahan bakar Peralite akan dibandingkan dengan pemakaian bahan bakar Premium dan bahan bakar Pertamina. Pengujian dilakukan dengan variasi putaran mesin yang berbeda. Dari hasil pengujian penggunaan bahan bakar Peralite menghasilkan uji kerja daya, torsi, dan konsumsi

bahan bakar yang lebih baik dibandingkan Premium, namun masih kalah unjuk kerjanya dibandingkan bahan bakar Pertamina. Peralite lebih hemat bahan bakar, dan menghasilkan daya yang lebih besar dibandingkan Premium, sehingga menghasilkan SFC yang lebih baik dibandingkan Premium. Bila dibandingkan Pertamina, SFC Peralite lebih rendah.

Ramadhani (2016) menjelaskan tentang pengapian dengan pengujian penggunaan CDI *racing* dan koil *racing* terhadap karakteristik percikan bunga api dan kinerja motor 160 cc berbahan bakar peralite. Dari hasil pengujian bunga api terbaik pada variasi CDI BRT dengan koil standar karena bunga api konstan pada suhu 7000 – 80000 K. Dari hasil penelitian yang dilakukan bahwa torsi terbesar terdapat pada CDI BRT dengan koil *racing* 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. Hal ini terjadi karena percikan bunga api yang dihasilkan lebih besar dari CDI standar, sehingga mempercepat proses pembakarannya.

Alwi dkk (2017) melakukan penelitian tentang perbandingan daya dan torsi antara motor yang menggunakan CDI standar (*Limiter*) dan menggunakan CDI *Unlimiter* Pada motor Vario cw 110 cc tahun 2012. Pengaruh penggunaan CDI standar daya yang tertinggi dihasilkan pada putaran mesin rata – rata maksimal 8000 rpm memiliki daya sebesar 5,7 HP, sedangkan menggunakan CDI *unlimiter* daya yang dihasilkan pada putaran mesin rata – rata maksimal 8000 rpm memiliki daya sebesar 7,1 HP sehingga terjadi kenaikan daya 1,6 HP. Pengaruh penggunaan CDI standar terhadap torsi yang tertinggi dihasilkan pada putaran mesin rata-rata maksimal 6500 Rpm memiliki torsi sebesar 6,53 N.m, sedangkan menggunakan CDI *Unlimiter* torsi yang tertinggi dihasilkan pada putaran mesin rata – rata maksimal 6500 rpm mendapatkan torsi sebesar 7,1 N.m, terjadi kenaikan sebesar 0,57 N.m. penggunaan CDI *unlimiter* mengalami kenaikan yang sangat signifikan terhadap daya dan torsi sepeda motor Vario cw 110 cc 2012, sedangkan penggunaan CDI standar tidak mengalami kenaikan yang signifikan, karena CDI *unlimiter* pengapian yang dihasilkan lebih baik dibandingkan CDI standar.

Ruswanto (2016) melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan CDI dan koil *racing* terhadap karakteristik percikan bunga api dan kinerja motor 4 langkah 160 cc berbahan bakar premium. Hasil percikan buanga api terbaik didapat pada variasi CDI standar, koil standar dan CDI BRT, koil standar dengan warna suhu dianta 7000 – 8000 K. Torsi tertinggi pada variasi CDI BRT dan koil KTC pada putaran mesin 6320 rpm dengan nilai torsi sebesar 13, 43 N.m. Sedangkan daya tertinggi yaitu pada variasi CDI BRT dan koil standar yaitu sebesar 13,5 HP pada putan mesin 7830 rpm. Dan untuk konsumsi bahan bakar paling hemat yaitu pada penggunaan CDI standar dan Koi standar yaitu sebesar 45, 73 km/liter.

Fiandry (2016) menjelaskan tentang perbedaan penggunaan variasi 3 jenis busi terhadap karakteristik percikan bunga api dan kinerja motor honda blade 110 cc berbahan bakar premium dan pertamax 95. Percikan bunga api terbaik yaitu pada penggunaan busi *DURATION Double Iridium* dengan tingkatan warna suhu sekitar 8000 – 9000 K. Daya tertinggi didapat pada penggnaan busi *DURATION Double Iridium* yaitu sebesar 10,26 HP pada putaran mesin 5747 rpm. Sedangkan torsi tertinggi yaitu pada penggunaan busi *DURATION Double Iridium* pada putaran mesin 7029 rpm dengn nilai torsi sebesar 9,3 HP. Untuk konsumsi bahan bakar menggunakan premium dan pertamax paling hemat yaitu pada penggunaan busi *DURATION Double Iridium* berbahan bakar pertamax yaitu sebesar 66,4 km/liter.

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

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Motor Bakar

Motor bakar adalah salah satu jenis mesin kalor, yaitu mesin yang mengubah energi *thermal* untuk melakukan kerja mekanik atau mengubah tenaga kimia bahan

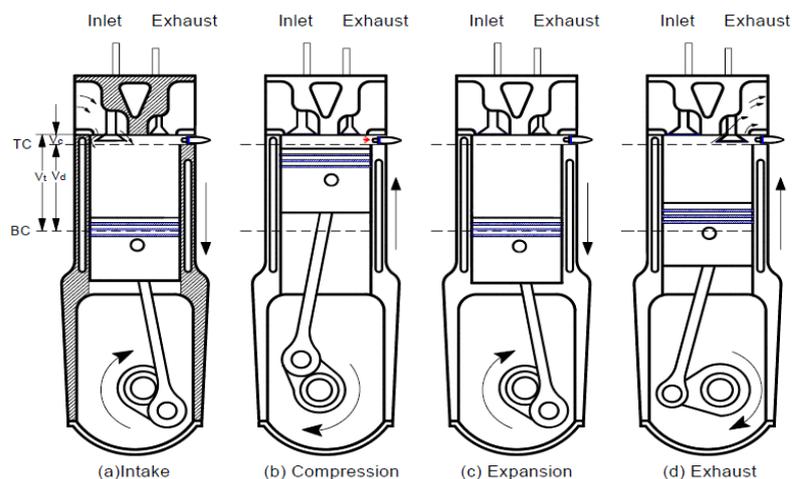
bakar menjadi tenaga mekanis. Sebelum menjadi tenaga mekanis, energi kimia bahan bakar di ubah dulu menjadi energi termal atau panas melalui pembakaran bahan bakar dengan udara. Mesin pembakaran ini ada yang dilakukan di dalam mesin kalor itu sendiri dan ada pula yang dilakukan di luar mesin kalor. (Arismunandar, 2005).

Motor pembakaran dibagi menjadi 2 jenis utama, yaitu Motor Bensin (Otto) dan Motor Diesel. Perbedaan kedua motor bakar tersebut yaitu pada penggunaan bahan bakarnya. Motor bensin menggunakan bahan bakar Premium, Peralite, Pertamina sedangkan motor diesel menggunakan bahan bakar Solar. Perbedaan yang utama juga terletak pada sistem penyalanya dimana motor bensin digunakan busi sebagai sistem penyalanya sedangkan pada motor diesel memanfaatkan suhu kompresi yang tinggi untuk dapat membakar bahan bakar solar (Arismunandar, 2002).

2.2.2. Prinsip Kerja Motor Bakar

2.2.2.1. Motor Bensin 4 Langkah

Sistem pembakaran pada ruang bakar dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Skema Gerak Torak 4 langkah (Arismunandar, 2002)

1. Langkah Hisap

Pada langkah ini katup masuk terbuka kemudian piston bergerak ke Titik Mati Bawah (TMB). Gerakan tersebut mengakibatkan tekanan yang rendah atau terjadi kevakuman di dalam silinder. Karena itu campuran udara dan bahan bakar terisap dan masuk melalui katup masuk. Ketika piston hampir mencapai TMB, silinder sudah berisi sejumlah campuran bahan bakar dan udara.

2. Langkah kompresi

Setelah piston menyelesaikan langkah hisap, katup masuk menutup piston kembali ke Titik Mati Atas (TMA). Dengan kedua katup hisap dan buang tertutup, campuran bahan bakar – udara yang berada dalam silinder di kompresikan. Akibat proses kompresi tersebut, terjadi kenaikan suhu di dalam silinder.

3. Langkah Usaha atau Ekspansi

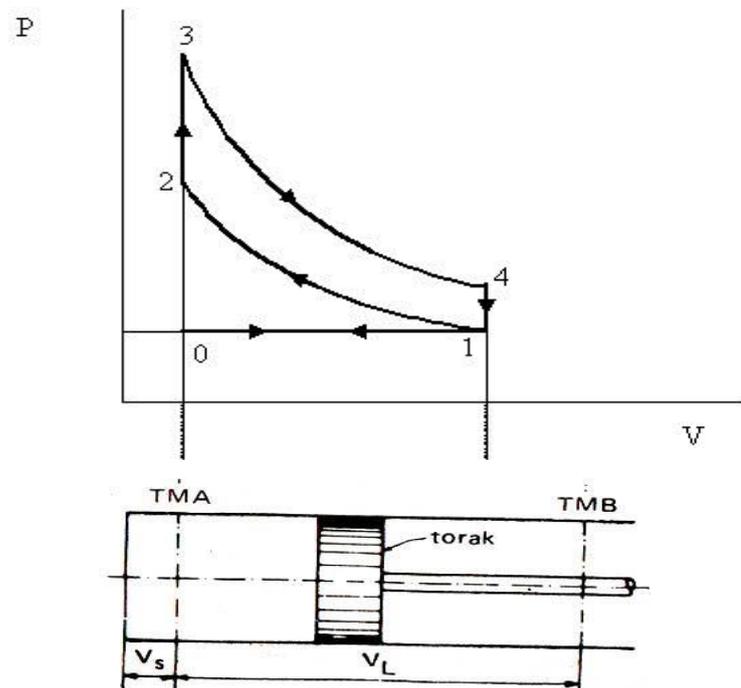
Beberapa derajat sebelum TMA, busi memercikan bunga api. Api dari busi tersebut membakar campuran bahan bakar dan udara. Sehingga campuran bahan bakar dan udara terbakar mendorong piston bergerak menuju TMB.

4. Langkah Buang

Beberapa derajat sebelum piston mencapai TMB, katup buang mulai membuka. Piston mulai bergerak ke atas. Memompa sisa hasil pembakaran melalui lubang katup buang. Ketika piston hampir mencapai TMA, katup hisap mulai membukakan dan bersiap untuk memulai siklus berikutnya.

2.2.3 Siklus Thermodinamika

Siklus Otto dapat digambarkan dengan grafik P dan V seperti terlihat pada Gambar 2.2. Sifat ideal yang dipergunakan serta keterangan mengenai proses siklusnya adalah sebagai berikut.



Gambar 2.2 Diagram P dan V dari siklus volume konstan (Arismunandar, 2002)

P : Tekanan fluida kerja (kg/cm^3).

V : Volume gas (m^3).

q_m : Jumlah kalor yang dimasukkan (J).

q_k : Jumlah kalor yang dikeluarkan (J)

V_L : Volume langkah torak (m^3).

V_s : Volume sisa (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.

2.2.4 Sistem Pengapian

Sistem pengapian adalah suatu sistem yang ada dalam setiap motor bensin, di gunakan untuk membakar campuran bahan bakar dan udara yang telah dikompresikan oleh torak di dalam silinder.

Sistem pengapian sendiri memiliki beberapa tahap atau proses yaitu tahap penyediaan dan penyimpanan energi listrik di baterai, menghasilkan tegangan tinggi kemudian menyalurkan tegangan tinggi tersebut ke busi, untuk selanjutnya busi melepaskan bunga api pada elektrodanya. Tanpa adanya tahapan tersebut maka pembakaran yang terdapat di dalam sebuah motor bensin tidak akan terjadi.

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.

2.2.4.1. Sistem Pengapian Konvensional

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

1. 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 massa. Jika platina menutup, arus listrik dari kumparan *primer* mengalir ke masa melewati platina dan busi tidak meloncatkan bunga api. Jika platina membuka, arus listrik tidak dapat mengalir ke masa sehingga akan mengalir ke kumparan *primer* koil dan mengakibatkan timbulnya api pada busi.

2. Sistem Pengapian Baterai

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 kondensor dan platina. Jika platina dalam keadaan tertutup maka arus listrik ke masa. Jika platina dalam keadaan membuka arus listrik akan berhenti dan di dalam kumparan *sekunder* akan diinduksikan arus listrik tegangan tinggi yang diteruskan ke busi sehingga pada busi timbul loncatan api.

2.2.4.2. 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* :

1. Koil

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

2. Unit CDI

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.

3. Magnet

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

2.2.5 Komponen Sistem Penyalaan

2.2.5.1 Baterai

Baterai merupakan komponen yang menjadi sumber arus bagi lampu-lampu pada kendaraan. Selain itu, baterai memiliki peranan dalam menyediakan arus pada sistem pengapian. Prinsip kerja dari baterai adalah ketika kutub positif dan kutub negatif bereaksi dengan larutan elektrolit yang berupa asam sulfat maka akan terjadi pelepasan muatan elektron. Elektron yang bergerak dari kutub negatif ke kutub positif itulah yang akan menjadi arus listrik (Jama, 2008).

batrai dapat dilihat pada Gambar 2.4 di bawah ini



Gambar 2.3 Baterai

2.2.5.2 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 di ruang bakar maka semakin besar ledakan yang dihasilkan dari campuran gas di ruang bakar sehingga menghasilkan energi gerak yang besar pula pada mesin (Jama, 2008).

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 *chamshaft* 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.

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



Gambar 2.4 CDI (*Capasitor Discharge Ignition*)

2.2.5.3. Koil

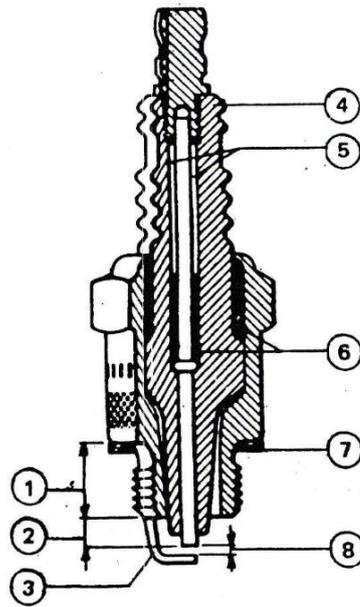
Koil merupakan sebuah kumparan elektromagnetik (*transformator*) yang terdiri dari sebuah kabel tembaga terisolasi yang solid (kawat tembaga) dan inti besi yang terdiri atas kumparan primer dan kumparan sekunder. Koil merupakan *transformator step up* yang berfungsi menaikkan tegangan kecil 12 volt dari kumparan primer menjadi tegangan tinggi 15.000 volt pada kumparan sekunder (Jama, 2008). Koil di tunjukan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.5 Koil

2.2.5.4. Busi

Busi (*spark plug*) merupakan salah satu komponen di dalam sistem pengapian pada motor bensin. Busi memiliki dua elektroda yakni tengah dan elektroda negatif (*massa*). Dalam sistem pengapian busi berfungsi untuk memercikkan bunga api yang diperlukan untuk membakar campuran bahan bakar dan udara yang telah dikompresi sehingga terjadi langkah usah. Setelah arus listrik dibangkitkan oleh koil pengapian (*ignition coil*) menjadi arus listrik tegangan tinggi yang kemudian arus tersebut mengalir menuju distributor lalu menuju kabel tegangan tinggi dan akhirnya ke busi. Loncatan bunga api yang terjadi di celah elektroda busi memiliki tegangan sekitar 10.000 volt. Karena busi mengalami tekanan, temperatur tinggi dan getaran yang sangat keras maka material yang digunakan untuk pembuatan busi haruslah tahan terhadap hal-hal tersebut. Pada umumnya perancangan busi diperuntukkan untuk keadaan panas (temperatur tinggi) dalam ruang bakar motor bensin. Secara garis besar jenis busi ada 3 macam yaitu busi panas, busi sedang (*medium type*) dan busi dingin. Pemakaian jenis busi ini pada mesin yang memiliki temperatur tinggi di dalam ruang bakarnya (Arismunandar, 2002). Berikut ini merupakan gambaran konstruksi sebuah busi ditunjukkan pada Gambar 2.6.



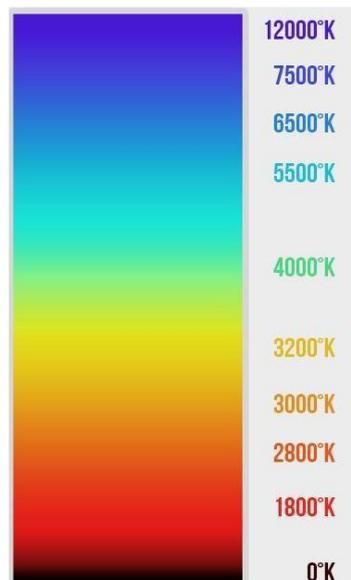
Gambar 2.6 Konstruksi Busi (Arismunandar, 2002)

Keterangan gambar:

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

Walaupun konstruksi dari busi bisa dibilang sederhana tetapi kerja dari busi tersebut sangatlah berat, temperatur pada elektroda busi pada saat langkah pembakaran bisa mencapai suhu sekitar 2000°C . Setelah temperatur tinggi kemudian temperatur turun drastis pada saat langkah hisap (bahan bakar dan udara masuk ke dalam silinder). Perubahan temperatur ini terjadi berulang-ulang kali 26 setiap 1 siklus langkah kerja. Selain itu busi juga menerima tekanan yang tinggi terutama pada saat langkah pembakaran yang bisa mencapai 45 atm.

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. Tingkatan suhu percikan bunga api di tunjukan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.7 Tingkatan Warna Suhu (Sidiq, 2016)

Bedasarkan kemampuan mentransfer panas, busi dibagi dalam dua tipe yaitu:

a. Panas

Busi tipe panas adalah busi yang lebih lambat untuk mentransfer panas yang diterima. Cepat mencapai temperatur kerja yang optimal tetapi jika untuk pemakaian berat dapat terbakar. Biasa digunakan pada motor standar untuk penggunaan jarak dekat.

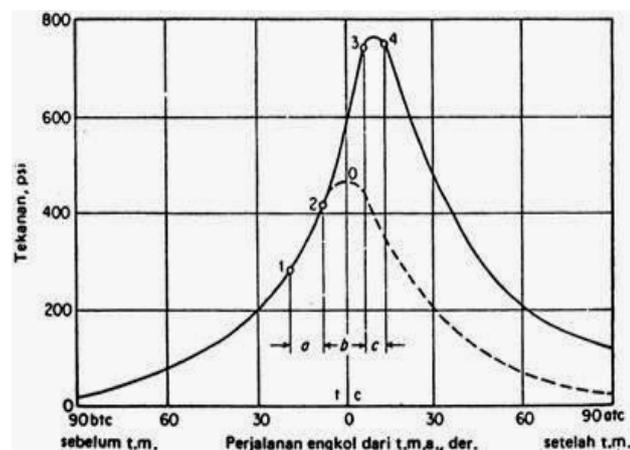
b. Dingin

Busi tipe dingin lebih mudah mentransfer panas ke bagian silinder kepala. Biasanya digunakan untuk penggunaan yang lebih berat misalnya untuk pemakaian jarak jauh karena sifatnya mudah dalam pendinginan.

2.2.6. 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° 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).

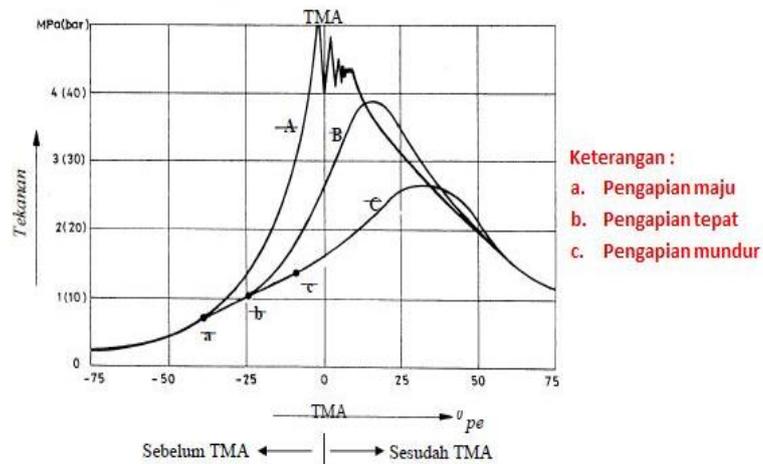


Gambar 2.8 Grafik tekanan versus sudut engkol (Machmud, 2013)

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.

2.2.6.1 Tiga Macam 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 2.9 Tiga Macam Waktu Pengapian (Ignition Timing) 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 diatas 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 Sistem Bahan Bakar Pada Sepeda Motor

2.2.7.1. 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 (Arismunandar, 2002).

2.2.7.2 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 memuai 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.
- d. 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.

2.2.7.3. Pertamina Turbo

Pertamax Turbo adalah jenis bahan bakar minyak untuk kendaraan dengan oktan 98. Bahan bakar ini dikeluarkan untuk segmen masyarakat yang membutuhkan BBM dengan oktan di atas 95, seperti mereka yang memiliki kendaraan dengan mesin turbocharge (www.pertamina.com)

Spesifikasi Pertamina Turbo dapat dilihat seperti tabel 2.2 di bawah ini.

Tabel 2.2. Spesifikasi Pertamina Turbo

NO	Sifat	Batasan	
		Min	Max
1	Angka oktan riset	98.0	-
2	Kandungan pb (gr/lt)	-	0,013
3	DESTILASI		
	-10% VOL.penguapan (°C)	-	70
	-50% VOL.penguapan (°C)	77	110
	-90% VOL.penguapan (°C)	120	180
	-Titik didih akhir (°C)	-	205
	-Residu (% vol)	-	2.0
4	Tekanan Uap rail pada 37.8C (psi)	45	60
5	Getah purawa (mg/100ml)	-	5
6	Periode induksi (menit)	480	-
7	Kandungan Belerang (% massa)	-	0,002
8	Korosi bilah tembaga (3jam/50°C)	Kelas 1	
9	Warna	Merah	

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

2.2.8. Perhitungan Torsi, Daya, dan Konsumsi Bahan Bakar

2.2.8.1. 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* (N)

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

2.2.8.2. 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

2.2.8.3. Konsumsi Bahan Bakar

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

Secara sistematis konsumsi bahan bakar dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$K_{bb} = \frac{s}{v} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

K_{bb} = Konsumsi Bahan Bakar (km/L)

s = jarak tempuh (km)

v = volume bahan bakar yang digunakan (L)