

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Beberapa peneliti telah melakukan pengujian tentang mesin *bore-up* untuk mendapatkan unjuk kerja mesin yang lebih baik, seperti yang dilakukan Yudha (2014), melakukan penelitian pengaruh *bore up*, *stroke up* dan penggunaan pengapian racing terhadap kinerja motor vega 105 cc. Hasil dari penelitian tersebut yaitu pada kondisi mesin *bore up* dengan pengapian *racing* diperoleh torsi 14,21 N.m pada putaran mesin 8904 rpm, sedangkan pada pengapian standar torsi tertinggi adalah 10.57 N.m pada putaran 8456 rpm. Daya tertinggi pada pengapian racing adalah 19.1 Hp pada putaran mesin 10636 rpm dan pada pengapian standar daya tertinggi 12,8 Hp pada putaran 8785 rpm. Konsumsi bahan bakar pada pengapian racing 1,034 kg/jam pada putaran 8000 rpm.

Burhanudin (2013) melakukan penelitian tentang perubahan volume silinder dari 100 cc menjadi 125 cc. Dalam hal ini, peneliti melakukan modifikasi yang berbeda yaitu dengan cara memodifikasi kapasitas mesin motor 100 cc ke kapasitas yang sama dengan motor 125 cc dan menggunakan blok silindernya, kepala silinder, poros engkol dan tensioner dari sepeda motor 125 cc. Hasil dari penelitian ini meliputi konsumsi bahan bakar yang meningkat hingga 19,63% dalam kondisi stasioner di rotasi 1400 Rpm dan 4000 Rpm, pada kecepatan 60-80 km/jam juga mengalami penurunan waktu yang dialokasikan sekitar 37%, selanjutnya pada percepatan dan rotasi maksimum menghasilkan percepatan sebesar 3,7 % dan rotasi maksimum sebesar 1,66%. Maka dapat disimpulkan bahwas terjadi peningkatan percepatan dan rotasi maksimum serta peningkatan konsumsi bahan bakar dan waktu jarak tempuh yang menurun pada sepeda motor yang dimodifikasi dari 100 cc ke 125 cc.

Wardana (2016) melakukan penelitian tentang pengaruh variasi CDI terhadap kinerja motor bensin 4 langkah 200 CC berbahan bakar Premium. Pada sepeda motor Honda Tiger, parameter yang diuji yaitu daya, konsumsi bahan bakar dan torsi. Dari studi tersebut, disimpulkan bahwa baik torsi maupun daya

yang telah didapatkan pada kondisi menggunakan CDI Siput Advance Tech masing-masing adalah sebesar 17,38 Nm (Putaran mesin 7750 rpm) dan 17,5 Hp (Putaran mesin 7750 rpm). Hal tersebut dikarenakan listrik yang dihasilkan oleh CDI racing lebih besar dari pada CDI standar, yang mengakibatkan proses pembakaran bahan bakar pada mesin lebih cepat dan lebih sempurna dalam pembakaran. Untuk konsumsi bahan bakar kondisi yang paling irit adalah menggunakan CDI standar, tercatat dengan menggunakan CDI standar dapat menghasilkan konsumsi bahan bakar 35,87 km/l.

Selanjutnya, Mahendro (2015) melakukan penelitian tentang pengaruh pemakaian bahan bakar shell super, petronas primax 92, dan pertamax terhadap unjuk kerja motor 4 langkah, dengan hasil bahwa dengan metode gas spontan bahan bakar petronas primax 92 menghasilkan daya, torsi, dan BMEP tertinggi. Kinerja mesin rata-rata terdapat perbedaan $\pm 2,5\%$ antara penggunaan bahan bakar yang satu dengan yang lain.

Hartono (2014) melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan bahan bakar pertamax, premium, dan pertamax plus terhadap prestasi motor bakar bensin, dengan hasil bahwa torsi maksimum didapat dengan penggunaan bahan bakar pertamax plus, diikuti dengan bahan bakar pertamax, dan bahan bakar premium. Sedangkan daya maksimum didapat dengan penggunaan bahan bakar pertamax, diikuti dengan bahan bakar pertamax plus, kemudian bahan bakar premium. Untuk konsumsi bahan bakar spesifik minimal didapat dengan penggunaan bahan bakar pertamax plus, diikuti bahan bakar pertamax, dan kemudian bahan bakar premium.

Berdasarkan beberapa penelitian diatas, maka dapat disimpulkan untuk mendapatkan rasio kompresi yang tinggi dan laju bahan bakar yang baik perlu dilakukan modifikasi mesin yaitu dengan cara *bore up* dan penyesuaian tentang penggunaan jenis bahan bakar yang digunakan dengan nilai oktan yang sama dan CDI dengan pengapian yang baik.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Motor Bakar

Motor bakar adalah salah satu jenis dari mesin kalor, dimana mesin yang bekerja dengan mengubah energi thermal menjadi energi mekanik, serta energi kimia pada bahan bakar dirubah menjadi energi mekanik, lalu energi kimia diubah menjadi energi panas dan berfungsi pada proses pembakaran yang tercampur dengan udara di dalam ruang bakar (Kiyaku dan Murdhana, 1998).

Berdasarkan lokasi pembakaran motor bakar dibedakan menjadi 2 yaitu:

1. ECE (*External Combustion*) yaitu proses pembakaran yang terjadi diluar mesin, sehingga dalam pembakaran ini diperlukan lagi mesin tersendiri. Energi thermal tidak secara langsung diubah menjadi energi mekanik. Seperti: turbin uap.
2. *Internal Combustion Engine* yaitu proses pembakaran yang dilakukan di dalam mesin, sehingga energi panas dari hasil pembakaran langsung diubah menjadi energi mekanik seperti motor bakar torak.

Jenis motor bakar dibagi menjadi menjadi 2 yaitu:

1) Motor bakar bensin

Motor bakar mesin merupakan pembakaran dengan menggunakan percikan bunga api pada saat langkah kompresi dan saat langkah hisap bahan bakar dan udara yang dihisap kedalam ruang pembakaran oleh piston.

2) Motor bakar diesel

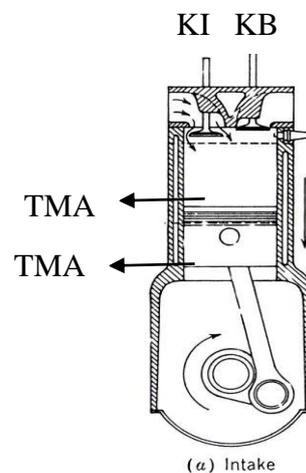
Motor bakar diesel merupakan pembakaran secara langsung dengan cara udara dihisap oleh piston ke ruang pembakaran lalu dikompresikan dengan udara di dalam ruang bakar menjadi sangat panas lalu disemprotkan bahan bakar solar dengan nozzel dengan tekanan tinggi di ruang pembakaran, sehingga menghasilkan ledakan pada ruang pembakaran.

Prinsip kerja dari motor bakar dibedakan menjadi 2 jenis yaitu motor bakar empat langkah dan motor bakar dua langkah.

Motor Bakar Empat Langkah (4 Tak)

Secara garis besar cara kerja motor empat langkah yaitu mula-mula gas yang merupakan campuran antara bahan bakar dan udara yang dihasilkan dari karburator dihisap masuk kedalam silinder, kemudian dimampatkan dan dibakar seperti pada Gambar 2.1. Adapun beberapa langkah-langkah pada sepeda motor 4 langkah sebagai berikut:

1) Langkah Hisap

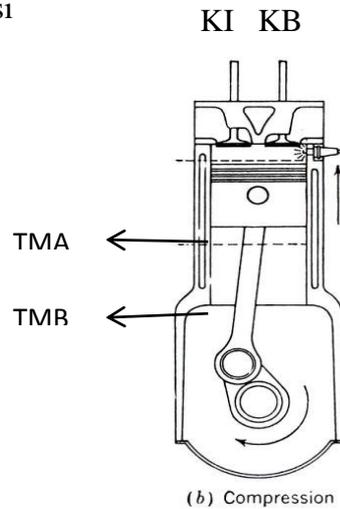


Gambar 2.1. Proses langkah hisap motor 4 langkah (Arismunandar, 1988)

Penjelasan :

1. Piston bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB).
2. Katub masuk terbuka dan katub buang menutup.
3. Bahan bakar yang sudah tercampur dengan udara di dalam karburator masuk ke ruang silinder melalui katub inlet.
4. Saat piston berada di TMB, maka katub masuk akan menutup.

2) Langkah Kompresi

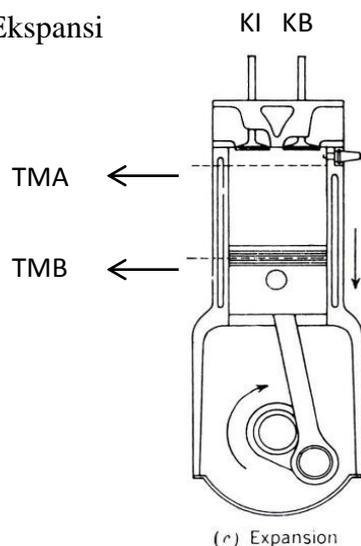


Gambar 2.2. Proses langkah kompresi motor 4 langkah (Arismunandar, 1988)

Proses penjelasan :

Proses langkah kompresi adalah untuk meningkatkan suhu yang berada di dalam ruang silinder sehingga campuran udara dan bahan bakar dapat tercampur dengan baik, pada proses ini bunga api sebagai sumber pemicu percikan api yang berasal dari busi.

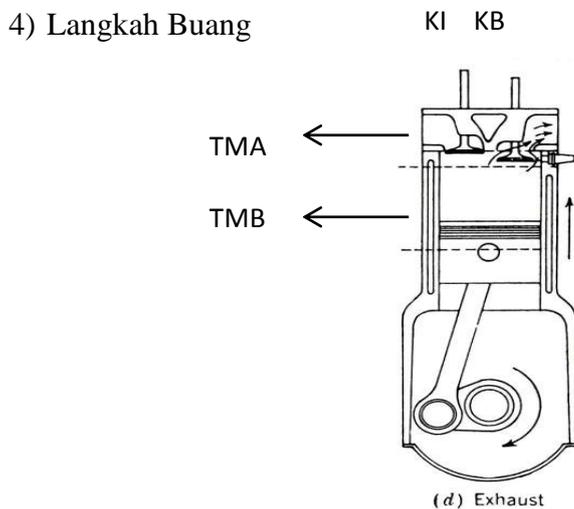
3) Langkah Kerja/Ekspansi



Gambar 2.3. Proses langkah kerja motor 4 langkah (Arismunandar, 1988)

Proses Penjelasan:

1. Katub masuk dan katub buang dalam posisi tertutup.
2. Gas yang terbakar dalam tekanan tinggi akan menekan piston turun ke bawah dari TMA ke TMB.
3. Tenaga ini kemudian disalurkan menggunakan batang penggerak, selanjutnya poros engkol bergerak secara berputar.



Gambar 2.4. Proses langkah buang motor 4 langkah (Arismunandar,1988)

Proses penjelasan :

Piston bergerak dari titik mati bawah (TMB) menuju titik mati atas (TMA) dalam keadaan katup hisap tertutup dan katub buang terbuka. Gerakan tersebut mengakibatkan gas sisa pembakaran akan terdorong ke luar melalui katub buang, saluran buang terus ke knalpot.

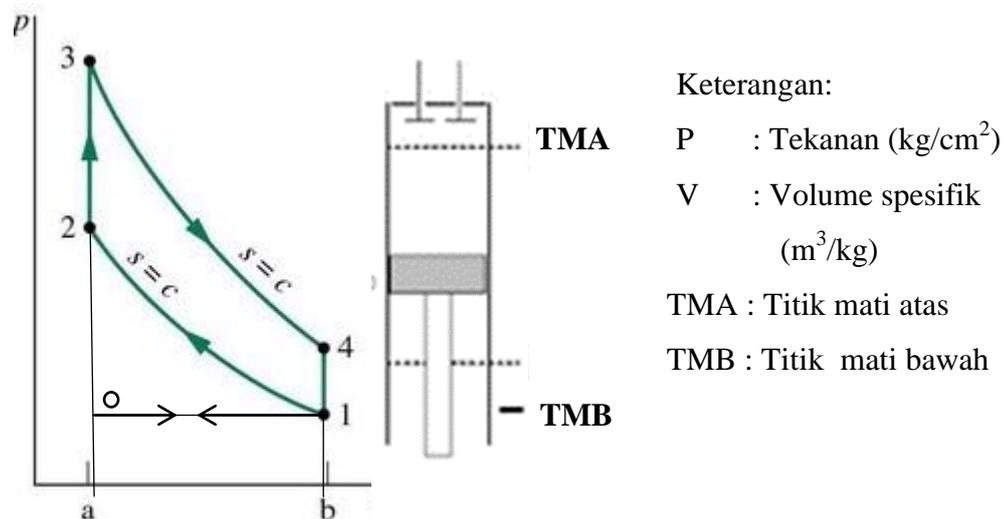
Setelah langkah buang, motor akan melakukan langkah hisap, kompresi, kerja, buang demikian seterusnya sehingga motor berputar terus menerus.

2.2.2. Siklus Termodinamika

Proses termodinamika dan proses kimia yang terjadi pada motor bakar torak sangat kompleks untuk dianalisis menurut teori. Untuk mempermudah proses analisis tersebut perlu diberikan gambaran tentang suatu keadaan ideal. Untuk dapat menganalisis motor bakar digunakan siklus udara sebagai siklus yang ideal. Di dalam siklus udara terdapat 3 jenis siklus, yaitu:

1. Siklus *otto*

Siklus *otto* merupakan siklus yang terjadi pada motor bensin dan dapat digambarkan oleh grafik P dan V pada Gambar 2.5.



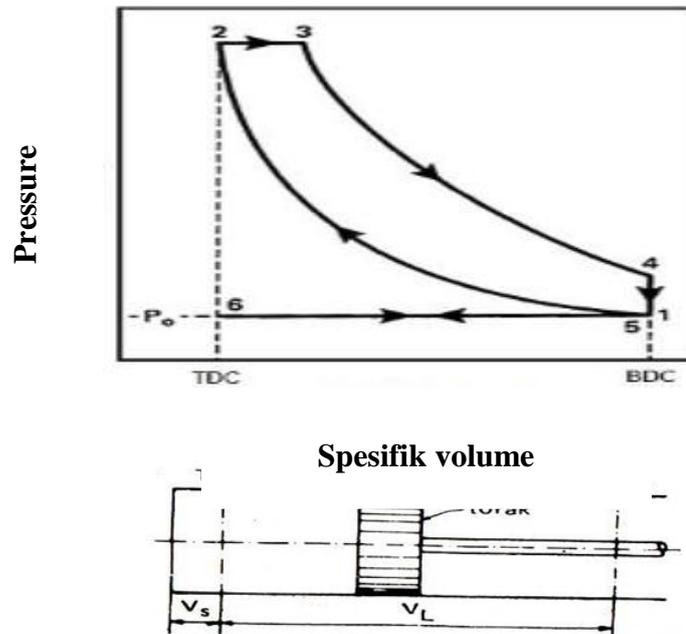
Gambar 2.5 Diagram P dan V dari siklus *Otto* (Heywood, 1998)

Penjelasan:

1. Langkah 0-1 merupakan langkah hisap, yang dimana udara dan bahan bakar masuk ke dalam silinder.
2. Langkah 1-2 merupakan langkah pemampatan, dimana udara dan bahan bakar ditekan dengan cara adiabatik.
3. Langkah 2-3 merupakan langkah pembakaran dengan volume konstan.
4. Langkah 3-4 merupakan langkah ekspansi gas dari proses pembakaran.
5. Langkah 4-1 merupakan pembuangan gas panas dari proses pembakaran.
6. Langkah 1-0 merupakan langkah buang energi panas.

2. Siklus *diesel*

Siklus *diesel* merupakan siklus yang terjadi pada mesin *diesel* atau mesin yang menggunakan bahan bakar solar, siklus ini pada diagram V dan P pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Diagram P dan V dari siklus *diesel* (Heywood, 1998)

Keterangan :

V : Volume spesifik (m^3/kg)

V_s : Volume sisa

P : Tekanan fluida kerja (kg/cm^2)

TMA : Titik mati atas

V_1 : Volume langkah piston

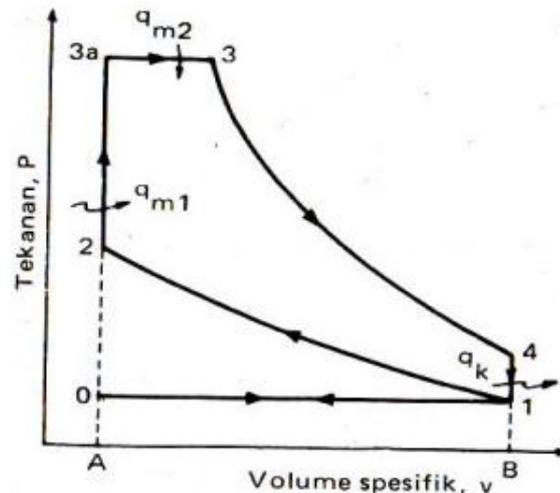
TMB : Titik mati bawah

Penjelasan :

1. Fluida yang bekerja merupakan gas ideal dalam kalor spesifik yang konstan.
2. Langkah hisap (0-1) adalah proses bertekanan konstan.
3. Langkah kompresi (1-2) adalah isentropik
4. Proses terjadinya pembakaran sebagai proses pemasukan volume yang konstan.
5. Langkah kerja (2-3) adalah langkah isentropik
6. Proses pembuatan (4-1) yang dianggap proses pembuangan energi panas pada suatu volume yang konstan.
7. Pada langkah buang (1-0) adalah proses tekanan yang konstan.

3. Siklus gabungan

Siklus gabungan adalah adanya persamaan antara siklus motor bensin dengan siklus motor diesel di dalam proses pembakaran dalam silinder, Siklus gabungan dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Siklus gabungan (Heywood, 1998)

Penjelasan

1. Langkah 0-1 adalah pemasukan bahan bakar pada P konstan
2. Langkah 1-2 terjadinya kompresi
3. Langkah 2-3 ialah waktu pemasukan kalor pada P konstan
4. Langkah 3-4 terjadinya ekspansi isentropik
5. Langkah 4-1 terjadinya pembuangan kalor pada V konstan
6. Langkah 1-0 adalah pembuangan gas buang pada P konstan

2.2.3 Proses Pembakaran

Proses pembakaran terjadi di dalam ruang bakar (*combustion chamber*) merupakan gabungan dari proses kimia dan fisika yang kompleks, proses tersebut meliputi proses persiapan sebelum pembakaran, proses perkembangan sebelum pembakaran, dan proses setelah pembakaran. Proses di atas bergantung pada kecepatan reaksi kimia dan jenisnya, keadaan panas dan pertukaran masa selama proses, serta perambatan panas ke sekelilingnya (Faisal, 1997). Agar

dapat menghasilkan proses suatu pembakaran, dibutuhkan minimal tiga komponen utama, komponen tersebut yaitu bahan bakar, udara (oksigen) , dan panas.

Panas didapatkan dari percikan bunga api (*Spark Ignition Engine*) atau tekanan yang tinggi pada motor diesel (*Compression Ignition Engine*). Tanpa adanya ketiga komponen diatas maka proses pembakaran tidak akan berlangsung. Torsi dan daya merupakan indikator dari prestasi mesin. Parameter ini terbilang penting untuk mesin dengan tujuan variasi kecepatan. Daya poros maksimum menggambarkan kemampuan maksimum mesin digambarkan oleh daya poros maksimum. Torsi poros maksimum pada putaran mesin tertentu menggambarkan kemampuan untuk mendapatkan campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke dalam mesin pada putaran mesin tersebut.

2.2.4. Sistem Pengapian

Pengapian berfungsi sebagai awal mulainya pembakaran atau penyalaan antara campuran bahan bakar dan udara pada saat langkah kompresi dengan *timing* yang telah ditentukan sesuai dengan putaran mesin. Sistem pengapian terdiri dari 2 jenis, yaitu pengapian dengan sistem konvensional dan pengapian dengan sistem elektronik. Perbedaan mendasar kedua sistem pengapian ini terletak pada pengatur sistem pengapiannya. Pada pengapian konvensional menggunakan platina sebagai pengatur pengapiannya, sedangkan pengapian elektronik menggunakan CDI sebagai pengatur pengapiannya.

Sistem Pengapian Konvensional

Sistem pengapian konvensional dibagi menjadi dua macam, yaitu sistem pengapian magnet dan sistem pengapian baterai.

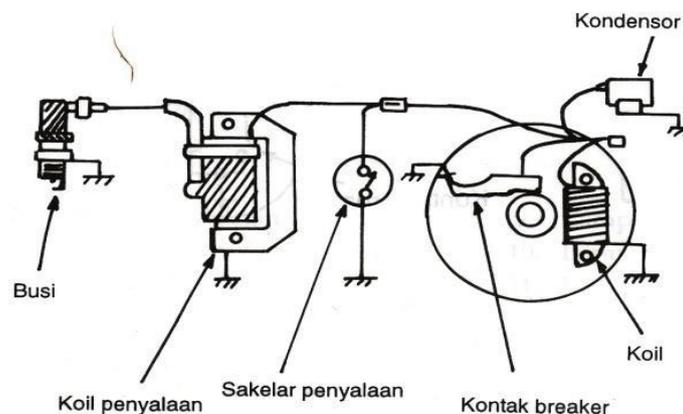
a) Sistem Pengapian Magnet

Sistem pengapian magnet yaitu loncatan bunga api pada pemantik busi dengan menggunakan arus dari kumparan magnet (AC)

Ciri ciri pengapian magnet yaitu :

1. Penghidupan mesin dengan menggunakan arus listrik bersumber dari Magnet dan lilitan.
2. Letak platina berada di dalam rotor.
3. Penggunaan koil dengan tipe AC
4. Penggunaan kiprok model plat tunggal.
5. Arus dari lampu utama kendaraan diambil dari arus putaran mesin. Sehingga semakin tinggi rpm maka akan semakin terang cahaya yg dihasilkan.

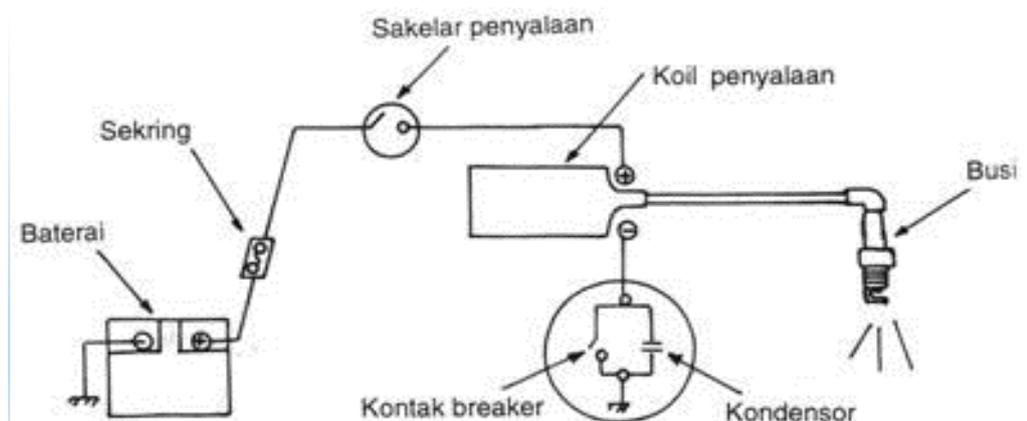
Sistem ini mempunyai dua kumparan yaitu kumparan *sekunder* dan *primer*, dimana salah satu ujung kumparan *primer* harus dihubungkan ke massa sedangkan ujung lainnya dihubungkan dengan kondensor. Pada kondensor memiliki tiga cabang, pada salah satu ujungnya disambungkan ke platina, dan bagian platina yang satunya disambungkan pada masa. Pada saat platina menutup, arus listrik yang berasal dari kumparan *primer* akan mengalir melalui platina menuju masa dan pada busi tidak memercikkan bunga api. Pada saat Platina membuka arus listrik tidak akan bisa mengalir menuju masa dan akhirnya arus listrik mengalir ke kumparan *primer* koil dan akibatnya timbul percikan bunga api pada busi.



Gambar 2.8 Sistem pengapian magnet (Daryanto, 2004)

b) Sistem Pengapian Baterai

Sistem pengapian dengan baterai seperti ini terlihat pada Gambar 2.9 sebagai berikut :



Gambar 2.9 Sistem pengapian baterai (Daryanto, 2004)

Sistem pengapian baterai adalah percikan bunga api pada elektroda busi dengan menggunakan arus listrik yang bersumber dari baterai. Ciri dari sistem pengapian baterai yaitu :

1. Letak platina berada di luar rotor atau magnet.
2. Penggunaan koil tipe DC
3. Penggunaan kiprok tipe plat ganda.
4. Sinar lampu pada lampu utama di ambil dari arus baterai.

Sistem Pengapian Elektronik

Sistem pengapian elektronik yaitu sistem pengapian yang baru dalam dunia otomotif, sistem pengapian ini sangat diminati dan sangat umum digunakan untuk keperluan balap. Di Indonesia perkembangan sistem pengapian elektronik sangat berkembang pesat, dibuktikan dengan banyaknya merk yang beredar di dunia balap.

Maksud dan tujuan penggunaan pengapian elektronik ini yaitu agar platina lebih tahan lama dan bekerja lebih efisien, atau bahkan platina dihilangkan sama sekali. Jika platina dihilangkan, sebagai ganti dari platina adalah berupa

gelombang listrik yang relatif kecil, dimana arus listrik ini memiliki fungsi sebagai pemicu (*trigger*).

Rangkaian elektronik dari model sistem ini terdiri dari *diode*, *transistor*, *capasitor*, *SCR*, dan dibantu oleh beberapa komponen lainnya. Pemakaian sistem pengapian elektronik pada kendaraan sepeda motor sama sekali tidak perlu dilakukan penyetelan secara berkala seperti pada sistem pengapian yang konvensional. Bunga api pada busi dapat dihasilkan dengan besar serta stabil pada rpm rendah hingga rpm tinggi.

Pemicu rangkaian elektronik yang berasal dari putaran magnet bertugas sebagai pengganti hubungan di sistem pengapian konvensional. Arus listrik dari magnet akan melewati kumparan kawat yang relatif kecil, dan mengakibatkan memutuskan dan menyambungkan arus pada kumparan *primer* yang letaknya pada dalam koil. Jadi pada sistem pengapian elektronik koil tetap digunakan.

Kelebihan dari sistem pengapian elektronik adalah :

1. Penghematan konsumsi bahan bakar.
2. Putaran mesin lebih stabil dan mudah untuk dihidupkan.
3. Komponen Pengapian elektronik ini tidak perlu dilakukan penyetelan secara berkala dan lebih awet dalam pemakaian.
4. Gas buang yang dihasilkan lebih ramah lingkungan dari pada pengapian konvensional.

Ada beberapa sistem pengapian elektronik yang antara lain, yaitu *PEI* (*Pointless Electronic Ignition*). Sistem pengapian *PEI* menggunakan magnet yang memiliki tiga buah kumparan untuk pengisiannya. Untuk pengapian *PEI* memiliki dua buah kumparan, yaitu kumparan pada putaran mesin rendah dan kumparan pada putaran mesin kecepatan tinggi.

Komponen sistem pengapian *PEI* :

a) Koil

Koil menggunakan koil khusus untuk sistem *PEI* dan didesain khusus untuk sistem ini. Sehingga koil sistem pengapian *PEI* berbeda dengan koil yang digunakan pada sistem pengapian konvensional.

b) Magnet

Magnet yang dipakai pada sistem yang ini memiliki 4 buah kutub, 2 buah kutub utara dan 2 buah kutub selatan. Letak dari kutub – kutub tersebut bertentangan satu sama lain. Pada saat satu kali putaran magnet, menghasilkan dua kali penyalan, tetapi hanya satu saja yang digunakan, yaitu yang tepat berada dibberapa derajat sebelum piston mencapai TMA.

c) CDI (*Capasitor Discharge Ignition*)

CDI merupakan suatu rangkaian dari komponen elektronik, CDI sebagian besar merupakan *kondensor* dan sebuah SCR (*Silicon Controler Rectifier*). SCR bekerja layaknya katup listrik, pada saat katup membuka dan aliran listrik akan mengalir menuju pada kumparan *primer* koil, yang bertujuan agar kumparan silinder mempunyai arus induksi. Dari induksi pada kumparan listrik tersebut arus listrik akan diteruskan menuju elektroda pada busi.

CDI (*Capasitor Discharge Ignition*)

CDI bekerja dengan cara mengatur *timing* pengapian pada mesin. CDI bekerja didukung dengan pulser sebagai sensor dimana posisi piston dan sinyal dari pulser akan mengirimkan arus pada SCR yang akan membuka, jadi arus yang berada di dalam kapasitor akan dilepaskan dalam CDI. Tidak hanya pulser, CDI bekerja juga harus didukung dengan Aki (pada sistem CDI DC) atau lilitan spul (sistem CDI AC). Oleh karena itu sebagian arus listrik kemudian akan diolah pada CDI. Kerja CDI juga harus didukung oleh koil sebagai pembesar arus listrik dan kemudian didistribusikan ke Busi.

Komponen komponen pada CDI yaitu :

a) Inverter

Inverter berfungsi seperti koil yaitu dengan mengubah arus 12 volt DC menjadi 250 volt AC. Perbedaannya yaitu jika koil tetap dengan arus DC dan tidak berubah arusnya.

b) Regulator

Penyusun dari regulator sendiri adalah dari elco atau *Aluminium capasitor* dan SCR (*Silicon Rectifier*). Berfungsi sebagai penyetabil tegangan aki agar tetap berada di 12 Volt.

c) Penyearah

Tegangan yang besarnya 250 Volt kembali dijadikan arus DC yang searah. Komponen nya sendiri yaitu dioda, dengan mengubah tegangan 250 volt AC dan diubah menjadi tegangan 250 Volt DC.

d) Kapasitor

Kapasitor merupakan inti dari CDI. Nama CDI (*Capasitor Discharge Ignition*) yang asal namanya dari kapasitor. Pada umumnya dalam rangkaian yang berwarna merah atau disebut juga *metal film*. Fungsinya yaitu untuk penyimpanan sementara arus listrik jika sensor pulser tidak memberikan sinyalnya.

e) Pembangkit *Iscillator*

Berfungsi sebagai pembangkitan kontrol sinyal menuju *inverter*. Dengan cara menghitung sinyal yang berasal dari pulser dan *feed back control*.

f) *Feed Back Control*

Berfungsi sebagai pendeteksi arus atau tegangan, yang kemudian dibalikkan ke kontrol *oscilator*.

g) IC (*Integrated Computer*)

Perbedaan dari CDI analog dan CDI digital sebenarnya hanya terletak pada IC atau *micro computer* ini. Untuk IC analog yang berasal dari bawaan pabrikan sepeda motor itu sudah ada isi programnya sedangkan untuk IC digital sendiri masih kosong belum tersedia programnya.

2.2.5 Pengaruh Pengapian

Sistem pengapian dengan CDI adalah penyempurnaan dari pengapian konvensional (sistem pengapian dengan platina) yang banyak memiliki kelemahan. Celah platina yang sering berubah ubah membuat *performa* kendaraan menjadi tidak maksimal, alasan itulah yang menjadikan sistem pengapian CDI digunakan sampai saat ini dan menggantikan sistem pengapian platina.

Untuk jenis pengapian terbagi menjadi 2 (DC dan AC). Sumber arus yang digunakan ada 2 macam, yaitu yang berasal dari baterai dan magnet. Perbedaannya yaitu, untuk sistem pengapian baterai memiliki sumber arus yang

berasal dari baterai, sedangkan untuk pengapian magnet sumber arus yang dipakai yaitu berasal dari arus AC yang asalnya dari magnet.

Untuk saat ini sistem pengapian yang menggunakan sistem pengapian platina sudah tidak digunakan. Sebagai gantinya, pemakaian sistem pengapian CDI yang digunakan jauh lebih baik dari sistem pengapian Platina. Pengapian CDI memiliki banyak keunggulan karena pengapian CDI merupakan penyempurnaan dari pengapian platina.

Pada sistem pengapian CDI busi pada kendaraan juga tidak mudah berkerak atau kotor, dikarenakan tegangan yang dihasilkan oleh kumparan sekunder koil pengapiannya jauh lebih stabil dan sirkuit yang berada di dalam unit CDI jauh lebih tahan terhadap air karena dibungkus oleh casing plastik. Pada sistem pengapian CDI bunga api yang dihasilkan oleh busi lebih besar dan lebih stabil pada putaran mesin rendah hingga putaran mesin tinggi. Hal ini menjadi alasan kenapa jenis pengapian CDI yang selalu di pakai untuk saat ini.

Sistem pengapian CDI menjadi sangat penting, karena sistem CDI bekerja sebagai pengatur pembakaran pada kendaraan. Jika sistem pengapian CDI mengalami kerusakan, maka *performa* yang dihasilkan oleh mesin tidak maksimal, bahkan jika dibiarkan dalam jangka panjang akan merusak komponen mesin lainnya.

2.2.6 Bahan Bakar

1. Pengertian bahan bakar

Bahan bakar adalah suatu cairan yang memiliki energi kimia yang akan menghasilkan energi panas setelah melewati proses pembakaran. Bahan bakar dapat meneruskan pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar dan akan mengeluarkan panas akibat gesekan yang terjadi di ruang bakar. Untuk melakukan pembakaran diperlukan 3 (tiga) unsur, yaitu :

1. Bahan bakar.
2. Oksigen.
3. Suhu untuk memulai pembakaran.

Kriteria umum yang harus dipenuhi bahan bakar yang akan digunakan dalam pembakaran yang terjadi di ruang bakar adalah sebagai berikut:

- 1) Proses pembakaran di dalam silinder harus cepat, selain itu panas yang dihasilkan harus tinggi.
- 2) Bahan bakar yang digunakan tidak boleh meninggalkan endapan setelah terjadinya pembakaran dikarenakan menyebabkan kerusakan pada dinding silinder.
- 3) Sisa pembakaran harus aman pada saat gas buang akan dibuang ke atmosfer.

2. Angka Oktan

Angka oktan pada bahan bakar adalah suatu bilangan satuan yang menunjukkan sifat anti Knocking. Dapat dikatakan, semakin tinggi nilai atau angka oktan maka akan semakin berkurang kemungkinan terjadinya detonasi atau knocking. Seiring berkurangnya kemungkinan untuk detonasi atau Knocking, maka komposisi campuran antara bahan bakar dan udara yang bercampur di dalam ruang bakar yang akan dikompresikan oleh piston akan menjadi lebih baik dan tenaga mesin akan lebih tinggi dan berakibat bahan bakar semakin lebih hemat.

Besar kecilnya angka oktan bahan bakar sangat tergantung kepada presentase iso – oktan dan normal heptana yang di sebut oktan rendah. Dikarenakan mudahnya terjadi detonasi, alangkah baiknya bahan bakar yang lebih cenderung menuju ke arah sifat iso – oktan (lebih susah untuk detonasi) dapat disebut beroktan tinggi. Contohnya, suatu bahan bakar dengan nilai angka oktan 90 akan lebih susah untuk detonasi dari pada dengan bahan bakar yang mempunyai oktan 80. Dapat dikatakan kecenderungan bahan bakar untuk detonasi dapat diukur dari nilai oktannya, iso oktan murni dapat diberi nilai 100. Sedangkan Heptana normal murni indeks diberikan nilai 0. Dengan demikian, suatu bahan bakar yang memiliki angka oktan 90 mempunyai arti bahwa bahan bakar tersebut mempunyai kecenderungan untuk berdetonasi sama dengan campuran yang terdiri dari 90% volume iso oktan dan nilai 10% nya volume heptana normal.

3. Cara Menentukan Angka Oktan Bahan Bakar

Menentukan angka oktan dapat dilakukan dengan melakukan perbandingan bahan bakar khusus dengan bahan bakar standar menggunakan alat *Coordination Fuel Research* (CFR). CFR merupakan sebuah mesin silinder tunggal dengan perbandingan kompresi 4:1 sampai 14:1. Bahan Bakar Standar:

1) *Iso Oktan*

Iso oktan adalah bahan bakar dengan kecenderungan detonasi kecil bahan bakar inilah yang mempunyai angka oktan 100.

2) *Normal Heptane*

Bahan bakar yang mempunyai kecenderungan detonasi besar, bahan bakar ini berangka oktan nol. Bilangan oktan dari suatu bahan bakar diukur dengan mesin CFR. Pengujian dilakukan dengan cara bahan bakar dalam mesin dan perbandingan kompresi dinaikan perlahan-lahan hingga diperoleh ketukan (*Knocking*) tertentu atau pembacaan *detonasi* dari sebuah *detektor variasi*.

4. Pengaruh Bahan Bakar Terhadap Tekanan Masuk dan Perbandingan Kompresi

Untuk mesin yang tanpa super charger, tekanan masuk direncanakan mendekati atmosfer pada katub terbuka penuh, bahan bakar dengan oktan tinggi dapat mempertinggi efisiensi mesin. Sedangkan untuk mesin yang bekerja dengan super charger, tekanan masuk direncanakan lebih dari satu atmosfer. Tekanan masuk diperoleh dengan cara menekan udara masuk ke dalam silinder pada saat langkah isap menggunakan pompa udara (*blower dan kompresor*).

5. Jenis Bahan Bakar

Ada beberapa jenis bahan bakar yang ada di gunakan pada motor bakar torak antara lain dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jenis Bahan Bakar

Jenis Bahan Bakar	Angka Oktan
Premium	88
Pertamax	92
Shell super	92
Pertamax turbo	98
Bensol	100

Pertamax

Pertamax merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan (*unleaded*) karena memiliki nilai oktan yang cukup tinggi dibanding bahan bakar premium dan pertalite. Pertamax akan bekerja lebih baik, lebih bertenaga pada setiap putaran mesin, *knock free*, emisi gas buang yang rendah, dan lebih mempunyai konsumsi bahan bakar yang lebih irit. Produk pertamax juga sangat direkomendasikan untuk kendaraan yang produksinya diatas tahun 1990 an, terutama untuk kendaraan yang sudah mempunyai teknologi *Electronic Fuel Injection* pada sistem penyuplai bahan bakarnya.

Pertamax mempunyai nilai oktan yang beragam, salah satunya adalah oktan 92 serta memiliki *stabilitas oksidasi* tinggi, memiliki kandungan *Olefin*, *aromatic* dan *benzene* saat bekerja pada mesin. Bahan bakar Pertamax juga dilengkapi dengan zat adiktif generasi ke 5 dengan sifat *detergency* atau sekaligus dapat membersihkan *injection*, karburator, ruang bakar dan *inlet valve* tetap bersih agar kinerja mesin optimal. Pertamax tidak menggunakan bahan campuran seperti timbal dan metal yang sering dipakai pada jenis bahan bakar lainnya, yang bertujuan untuk peningkatan nilai oktan. Pertamax merupakan bahan bakar yang baik dan bersahabat dengan lingkungan. Hal ini dapat dilihat pada spesifikasi Pertamax pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Spesifikasi Pertamax (Pertamina, 2012)

No.	Sifat	Satuan	Batasan	
			Min	Max
1	Nilai Angka oktan riset	RON	92	-
2	Nilai Kandungan pb (gr/lt)	gr/liter	-	0,013
3	DESTILASI	⁰ C	-	-
	-10% VOL.penguapan (⁰ C)	⁰ C	-	70

No.	Sifat	Satuan	Batasan	
			Min	Max
	-50% VOL.penguapan (°C)	°C	77	110
	-90% VOL.penguapan (°C)	°C	130	180
	-Titik didih akhir (°C)	°C	-	215
	-Residu (% vol)	°C	-	2,0
4	Nilai Tekanan Uap	kPa	45	60
6	Stabilitas oksidasi	menit	480	-
7	Belerang	% massa	-	0,002
8	Kandungan oksigen	% m	-	2,7
9	Warna bahan bakar		Biru	
10	Viskositas Kinematik	cSt (Centistoke)	2,60	
11	Nilai Kalor	MJ/Kg	50,5429	

(Sumber: Keputusan Dirjen Migas No. 4769/10/DJM.T/2012)

Shell Super

Bahan bakar Shell merupakan bahan bakar yang berasal dari negara Belanda. Bahan bakar Shell mempunyai beberapa jenis yang diproduksi salah satunya adalah Shell Super yang mempunyai nilai oktan 92. Bahan bakar Shell ini sering sekali digunakan pada kompetisi balap, seperti pada balapan formula 1, mobil ramah lingkungan dan sebagainya. Penjualan bahan bakar Shell ini tidak terlalu banyak, hanya ada di beberapa provinsi di Indonesia. Pada bahan bakar Shell Super ini mempunyai karakteristik yang berbeda dengan bahan bakar lainnya. Ini adalah kandungan yang terdapat di dalam Shell Super. Hal ini dapat dilihat pada spesifikasi shell super pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Spesifikasi Shell Super (Shell, 2016)

No.	Spesifikasi Shell Super 92	
1.	Warna	Kuning Muda
2.	Bentuk	Cair
3.	Bau	Hidrokarbon
4.	Titik nyala	40° C
5.	Titik didih	25°C - 170° C
6.	Tinggi batas ledakan	8% (V)
7.	Rendah batas ledakan	1% (V)
8.	Densitas	715 – 775 kg/ m ³
9.	Koefisien partisi	Log Pow : kira kira -0,3 – 7
10.	Suhu dapat membakar sendiri	250° C
11.	HC	44 ppm vol
12.	CO	0,101 % vol
13.	Nilai Oktan	92
14.	Viskositas Kinematik	2,7 (cSt)
15.	Nilai Oktan	49,8127 MJ/Kg

2.2.7 Dynamometer

Dynamometer merupakan sebuah alat ukur yang digunakan untuk mengukur putaran mesin atau rpm dan torsi yang dimana daya yang dihasilkan dari suatu mesin dapat dihitung. *Dynamometer* terdiri dari suatu rotor yang digerakkan oleh motor yang akan diukur dan berputar dalam medan magnet. Kekuatan medan magnetnya dikontrol dengan mengubah arus sepanjang susunan kumparan yang ditempatkan pada kedua sisi rotor. Jenis *dynamometer* ialah sebagai berikut:

a. *Engine dyno*

Kendaraan atau mesin akan diukur terlebih dahulu akan dinaikkan di atas mesin *dyno*, untuk *dyno* jenis ini tenaga yang akan diukur adalah hasil dari rpm atau putaran mesin yang murni.

b. *Chasis dyno*

Roda diletakkan diatas *drum dyno* yang akan berputar. Pada jenis *dyno* ini kerja mesin yang terukur adalah *power* sebenarnya yang dihasilkan oleh mesin karena sudah dikurangi oleh beberapa faktor gesekan yang biasanya bisa mencapai 30% selisihnya jika dibandingkan dengan pengukuran *engine dyno*.

Torsi, daya, konsumsi bahan bakar, volume silinder

Adapun cara perhitungan untuk mendapatkan torsi, daya dan konsumsi bahan bakar pada kendaraan Yamaha Jupiter Mx adalah sebagai berikut:

1. Torsi

Torsi merupakan indikator baik dari ketersediaan mesin untuk kerja.

Hal ini dapat dilihat pada persamaan 2.1

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

Keterangan :

T : Torsi (Nm)

F : Gaya yang terukur pada *Dynometer* (N)

L : Panjang langkah pada *Dynometer* (m)

2. Daya

Daya adalah besar usaha yang dihasilkan tiap satuan waktu, atau laju kerja mesin, Hal ini dapat dilihat pada persamaan 2.2

$$P = \frac{2\pi.n.T}{60.000} \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

P : Daya (Kw)

T : Torsi (Nm)

N : Putaran mesin (Rpm)

Dalam hal ini daya secara umum dinyatakan dalam satuan Kw, tetapi HP masih digunakan juga, dimana :

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

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

3. Konsumsi Bahan Bakar

Pengukuran jangkauan tempuh diambil dengan cara pengujian jalan dengan menggunakan tangki mini dengan volume 200 ml kemudian tangki diisi penuh dan digunakan untuk uji jalan dengan jarak tempuh sama pada tiap sampel yaitu 5 km, dapat dilihat pada persamaan 2.3 :

$$\text{Jangkauan tempuh/liter} = \frac{\text{jarak}}{V_{\text{awal}} - V_{\text{akhir}}} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

V_{awal} : Volume awal bahan bakar (Liter)

V_{akhir} : Volume akhir bahan bakar (Liter)

Jarak : Jangkauan tempuh uji (Km)

Besar konsumsi bahan bakar diambil dengan cara pengujian jalan dengan menggunakan tangki mini dengan volume 200 ml kemudian tangki diisi penuh dan digunakan untuk uji jalan dengan jarak tempuh sama pada tiap sampel yaitu 5 km, dapat dilihat pada persamaan 2.4 :

$$\text{KBB} = \frac{V_{\text{akhir}}}{T} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

KBB : Konsumsi bahan bakar

V_{akhir} : Volume akhir bahan bakar (ml)

T : Waktu (Detik)