

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada pengujian perbandingan bahan bakar premium etanol dengan berbagai macam bahan bakar pada motor ada beberapa sumber yang dijadikan sebagai acuan adalah sebagai berikut:

Margono (2003), melakukan penelitian tentang pengaruh pemakaian campuran bahan bakar Premium–ethanol terhadap kerja motor empat langkah. Hasil penelitian menunjukkan pada campuran E10% terjadi kenaikan yang signifikan sebesar : torsi lebih besar 7,6%, daya lebih besar 7,8%, tekanan efektif rata rata lebih besar 7,87% konsumsi bahan bakar spesifik lebih kecil 14,2% dan efisiensi termal lebih besar 7,1% bila dibandingkan penggunaan Premium murni.

Apriyanto (2008), melakukan penelitian tentang pengaruh pemakaian campuran bahan bakar Premium–ethanol terhadap kerja motor empat langkah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan E15% menghasilkan nilai torsi tertinggi sebesar 9,2 Nm. Mengalami peningkatan sebesar 8,2% nilai daya sebesar 5,77 kW, mengalami peningkatan sebesar 29,57%, nilai BMEP tertinggi sebesar 1.115,52 kpa, mengalami peningkatan sebesar 29,57% nilai SFC terendah sebesar 0,152% mengalami peningkatan sebesar 63,15% dan nilai efisiensi thermis tertinggi sebesar 50,20% mengalami peningkatan sebesar 64,47% yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar Premium murni.

Muklisanto (2003), melakukan penelitian tentang pengaruh variasi campuran Premium dan ethanol pada variasi rasio *mainjet* terhadap kinerja mesin 4 langkah 110 cc. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil sebagai berikut, pada variasi ethanol torsi tertinggi campuran Premium 90% dan ethanol 10% sebesar 7,1 N.m pada putaran mesin 5000 rpm dan daya tertinggi oleh campuran Premium 90% dan ethanol 10% sebesar 3,717 kW pada putaran 5000 rpm.

Hasan (2013), melakukan pengujian campuran 20% ethanol 80% Premium. Dari pengujian torsi didapat tertinggi pada CDI *racing timing* standar pada putaran mesin 3902 rpm dengan *timing* pengapian $\pm 33^\circ$ sebelum titik mati atas

(TMA) yaitu sebesar 7,17 N.m. Dengan menggunakan CDI *racing* dapat meningkatkan torsi yang lebih tinggi dari pada CDI standar. Dari pengujian daya didapat tertinggi pada CDI *racing timing non-standar* pada kecepatan putaran mesin 7326 rpm dengan *timing* pengapian $\pm 41^\circ$ sebelum titik mati atas (TMA) yaitu sebesar 6,1 HP. Dengan menggunakan CDI *racing* dapat meningkatkan daya yang lebih tinggi dari pada CDI *standard*. Dari pengujian didapatkan konsumsi bahan bakar pada (mf) CDI *racing* lebih boros dibandingkan CDI standar.

Campuran bahan bakar ethanol memiliki nilai "E" yang menjelaskan persentase bahan bakar ethanol di dalam campuran tersebut. Misalnya, E85 artinya adalah 85% ethanol anhidrat dan 15% bensin. Brazil adalah negara dengan produksi bahan bakar ethanol kedua terbesar di dunia, sekaligus pengekspor terbesar bahan bakar ethanol (Riberio, 1997).

Dengan mengkaji kegiatan penelitian di atas, dari hasil pengujian maka dapat diambil kesimpulan yaitu pada penelitian yang di lakukan Margono (2003) pada campuran ethanol 10% terjadi kenaikan yang signifikan pada torsi dan daya, sedangkan Apriyanto (2008) menunjukan ethanol 15% menghasilkan torsi dan daya tertinggi di bandingkan dengan premium murni. Penelitian yang dilakukan Muklisanto (2003) tentang pengaruh variasi rasio mainjet terhadap kinerja mesin 4 langkah 110cc didapat nilai tertinggi dalam hal torsi dan daya pada putaran 5000 rpm menggunakan campuran bahan bakar Premium 90% dan ethanol 10%. Pengujian yang di lakukan Hasan (2013) pada campuran 20% ethanol dan 80% Premium dengan menggunakan CDI *Racing* didapat nilai tertinggi torsi pada putaran 3902 rpm dan nilai tertinggi dari daya pada putaran 7326 rpm, sehingga CDI *Racing* lebih boros dibandingkan CDI *standart*.

2.2 Pengertian Motor Bakar

2.2.1 Motor Bakar

Motor bakar adalah salah satu jenis dari mesin kalor, yaitu mesin yang mengubah energi termal untuk melakukan kerja mekanik atau mengubah tenaga kimia bahan bakar menjadi tenaga mekanis. Energi diperoleh dari proses pembakaran, proses pembakaran dan juga perubahan energi tersebut dilaksanakan di dalam mesin dan dilakukan di luar mesin. (Yaswaki dan Murdhana, 1998).

Motor bakar torak menggunakan beberapa silinder yang di dalamnya terdapat torak yang bekerja bolak-balik yang diakibatkan oleh proses pembakaran antara bahan bakar dengan oksigen dari udara di dalam silinder. Pembakaran yang dihasilkan tersebut dapat menggerakkan torak dengan gerakan translasi (bolak-balik) yang dibantu oleh batang penggerak yang dihubungkan dengan poros engkol (Surbakti, 1985).

Pada motor bakar torak tidak terdapat proses pemindahan kalor gas pembakaran fluida kerja, karena itu jumlah komponen motor bakar sangat sedikit, cukup sederhana, lebih kompak, dan lebih ringan dibanding dengan mesin pembakaran luar (mesin uap). Karena itu, penggunaan motor bakar sangat banyak dan menguntungkan, penggunaan motor bakar dalam masyarakat antara lain adalah dalam bidang transportasi, penerangan, produksi dan sebagainya (Surbakti, 1985).

2.2.2 Sistem Kerja Motor Bakar

Motor Bakar berdasarkan macam proses kerjanya atau menurut jumlah langkah tiap siklusnya dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yaitu

- a. Motor pembakaran luar atau *external combustion engine* (ECE).
- b. Motor pembakaran dalam atau *internal combustion engine* (ICE).

2.3 Prinsip Motor Bakar

2.3.1 Motor Pembakaran Luar atau *External Combustion Engine* (ECE).

Motor pembakaran luar adalah proses pembakaran bahan bakar terjadi di luar mesin, sehingga untuk melakukan pembakaran digunakan mesin tersendiri. Panas dari hasil pembakaran bahan bakar tidak langsung diubah menjadi tenaga

gerak, tetapi terlebih dahulu melalui media penghantar, kemudian diubah menjadi tenaga mekanik.

Keunggulan Motor Pembakaran Luar:

1. Dapat memakai semua bentuk bahan bakar.
2. Dapat memakai bahan bakar yang bermutu rendah.
3. Cocok untuk melayani beban-beban besar dalam satu poros.
4. Lebih cocok dipakai untuk daya tinggi.

2.3.2 Motor Pembakaran Dalam atau *Internal Combustion Engine* (ICE).

Proses pembakaran motor bensin 4 langkah terjadi secara periodik, yaitu piston bergerak akibat adanya ledakan (pembakaran) dalam ruang bakar antara campuran bahan bakar dan udara yang dipicu oleh bunga api yang terpercik dari busi. Piston terdorong sehingga menggerakkan poros engkol (*cranshaft*) melalui batang penghubung (*connecting rod*). Pasokan bahan bakar ke ruang bakar menggunakan dua katup, yaitu katup isap dan katup buang.

Motor pembakaran dalam dibagi menjadi dua jenis utama yaitu Motor Bensin (*Otto*) dan Motor Diesel. Perbedaan kedua motor tersebut yaitu jika motor bensin menggunakan bahan bakar bensin atau sejenis, sedangkan motor diesel menggunakan bahan bakar solar. Perbedaan yang utama juga terletak pada sistem penyalannya, dimana pada motor bensin digunakan busi sebagai sistem penyalannya sedangkan pada motor diesel memanfaatkan suhu kompresi yang tinggi untuk dapat membakar bahan bakar solar. (Arismunandar, 1998)

2.3.3 Prinsip Langkah Kerja Motor Bensin 2 Langkah

Motor bakar dua langkah adalah mesin yang pembakarannya dilakukan dengan dua kali gerakan piston dan satu kali putaran poros engkol. Pada dasarnya prinsip kerja motor 2 langkah sangat sederhana. Pada satu siklus pembakaran terjadi dua kali langkah piston. sangat berbeda sekali dengan prinsip kerja motor 4 langkah. Pada motor 4 langkah terjadi 4 langkah pada satu siklus pembakaran. walaupun sama-sama memiliki 4 proses, langkah isap, langkah tekanan atau ekspansi, langkah putar atau tenaga dan langkah buang. yang diteruskan ke saluran buang atau knalpot.

2.3.3.1 Langkah Isap

Torak bergerak dari TMA (Titik Mati Atas) ke TMB (Titik Mati Bawah), piston bergerak dari TMA ke TMB maka akan terjadi penekanan pada ruang bilas yang ada di bawah piston. Sebelum ruang bilas terbuka oleh torak, di dalam bak mesin terjadi kompresi terhadap campuran bahan bakar dengan udara. Saat piston bergerak melewati lubang *exhaust*, gas yang berada pada ruang bakar akan keluar melalui lubang *exhaust*. saat piston melalui lubang *intake* maka gas dalam ruang bilas yang terpompa oleh piston akan masuk ke dalam ruang bakar, dan saat langkah ini gas dari sisa pembakaran akan terdorong keluar melalui *exhaust*.(Suratman, 2002)

2.3.3.2 Langkah Kompresi

Torak bergerak dari TMB ke TMA, Piston yang bergerak dari TMB ke TMA akan melakukan penghisapan campuran bahan bakar, udara, dan pelumas (oli samping). setelah piston melewati lubang *intake* dan lubang *exhaust* maka piston akan melakukan langkah kompresi yang akan menghasilkan tekanan pada ruang bakar. piston akan terus menekan sampai TMA, dan pada tepat berada di TMA. campuran bahan bakar dan udara yang sudah mendapat tekanan yang kuat dari piston akan terbakar oleh api yang dipercikkan oleh busi. setelah terjadi ledakan pada ruang bakar maka akan diteruskan ke langkah tenaga, dan tenaga disalurkan ke sistem transmisi.(Suratman, 2002)

2.3.3.3 Langkah Kerja dan Ekspansi

Pada langkah ini terjadi langkah usaha dan buang yang terjadi pada saat yang tidak bersamaan, jadi langkah usaha dahulu kemudian setelah saluran bilas dan saluran buang terbuka terjadi langkah buang yang terjadi pada langkah ini adalah :

- a. Sebelum piston mencapai TMA (Titik Mati Atas), busi akan memercikkan bunga api listrik sehingga campuran udara dan bahan bakar akan terbakar sehingga mengakibatkan adanya daya dorong terhadap piston.

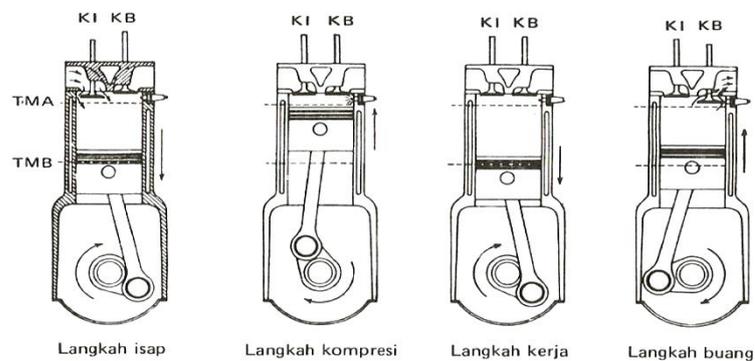
- b. Setelah saluran hisap tertutup kemudian saluran hisap dan saluran buang terbuka maka campuran bahan bakar dan udara yang berada di ruang engkol akan mendorong gas sisa hasil pembakaran melalui saluran bilas ke saluran gas buang.
- c. Motor pembakaran dalam adalah proses pembakarannya berlangsung di dalam motor bakar, sehingga panas dari hasil pembakaran langsung bisa diubah menjadi tenaga mekanik.

2.3.3.3.1 Langkah Buang

Sebelum torak mencapai TMB, saluran buang terbuka dan gas sisi pembakar mengalir terbuang ke luar. Pada saat yang bersamaan campuran bahan bakar dengan udara masuk ke dalam ruang bakar melalui rongga bilas. Langkah usaha/kerja berakhir sampai saat lubang pembuangan terbuka. Gas sisa pembakaran segera keluar. Dalam gerak menuju TMB tersebut, torak membuka lubang pembilasan, sehingga campuran bahan bakar dan udara yang baru segera menggantikan sisa gas pembakaran dalam silinder. Proses penggantian gas sisa pembakaran dalam silinder ini disebut sebagai proses pembilasan. Pada proses pembilasan, sebagai campuran bahan bakar dengan udara ikut keluar silinder bersama gas buang. (Suratman, 2002)

2.3.4 Prinsip Langkah Kerja Motor 4 Langkah

Motor bakar bensin empat (4) langkah merupakan suatu mesin yang dalam satu siklus kerjanya terdiri dari langkah hisap, langkah kompresi, langkah kerja, langkah buang. Prinsip kerja motor bakar empat langkah adalah sebagai berikut :



Gambar 2.1 Langkah Kerja Motor Bensin 4 Langkah
(Arismunandar, 2002)

2.3.4.1 Langkah Hisap :

Langkah ini diawali dengan pergerakan piston dari titik mati atas (TMA) menuju (TMB), katup isap terbuka dan katup buang tertutup. Melalui katup isap, campuran bahan bakar bensin-udara masuk ke dalam ruang bakar.

2.3.4.2 Langkah Kompresi

Poros engkol berputar menggerakkan torak ke TMA setelah mencapai TMB, katup masuk dan katup buang tertutup. Campuran udara bahan bakar dikompresikan, tekanan dan temperatur di dalam silinder meningkat, sehingga campuran ini mudah terbakar. Proses pemampatan ini disebut juga langkah tekan, yaitu ketika torak bergerak dari TMB menuju TMA dan kedua katup tertutup.

2.3.4.3 Langkah Kerja atau *Ekspansi*

Dikala berlangsungnya langkah kerja ini, kedua katup tertutup. Pada waktu torak mencapai TMA timbulah loncatan bunga api listrik dari busi dan membakar campuran udara-bahan bakar yang bertekanan dan bertemperatur tinggi sehingga timbul ledakan, akibatnya torak terdorong menuju TMB sekaligus menggerakkan poros engkol sehingga diperoleh kerja mekanik.

2.3.4.4 Langkah Pembuangan

Setelah mencapai TMB poros engkol menggerakkan torak ke TMA, volume silinder mengecil. Pada saat langkah buang katup masuk tertutup dan katup buang terbuka. Torak menekan gas sisa pembakaran ke luar silinder. Beberapa saat sebelum torak mencapai TMA katup isap mulai terbuka dan beberapa saat setelah bergerak ke bawah katup buang sudah menutup. Gerakan ke bawah ini menyebabkan campuran udara-bahan bakar masuk ke dalam silinder, sehingga siklus tersebut terjadi secara berulang.

2.4 Bagian Utama Motor Bakar

2.4.1 Blok Silinder

Silinder adalah sebagai tempat pembakaran campuran bahan bakar dengan udara untuk mendapatkan tekanan dan *tempertur* yang tinggi. Bahan logam yang di pergunakan adalah bahan yang berkualitas baik sehingga tahan lama, tahan gesekan , serta tahan terhadap *temperatur* tinggi. (Daryanto, 2008)

Blok silinder berfungsi sebagai :

1. Tempat Bergeraknya piston.
2. Tempat pertukaran gas sisa pembakaran dengan gas baru.
3. Tempat dudukan sirip sirip pendingin atau mantel air
4. Sebagai tempat lubang masuk, lubang transfer, dan lubang buang.

2.4.2 Kepala Silinder

Bagian teratas dari kontruksi mesin adalah kepala silinder yang berfungsi sebagai penutup lubang silinder pada blok silinder. Kepala silinder dibuat dari logam *aluminium* paduan agar tahn pada *temperatur* yang tinggi dan mempunyai masanya ringan. (Northop, 1995)

2.4.3 Torak

Torak dibuat dari bahan yang bermutu tinggi, torak harus kuat ringat dan tahan akan temperatur tinggi. Fungsi torak adalah sebagai alat pengisap bahan bakar, mengkompresikan bahan bakar, menampung tenaga atau gaya ekspansi gas yang bertekanan tinggi dengan temperatur yang tinggi. Torak atau piston terbuat dari bahan *aluminium* paduan yang mempunyai sifat :

1. Ringan.
2. Penghantar panas yang baik.
3. Pemuaian kecil
4. Tahan terhadap keausan akibat gesekan.
5. Kekuatan yang tinggi terutama pada temperatur tiinggi.

2.4.4 Cincin Torak

Cincin torak adalah cincin yang memisahkan dua bagian, yaitu Torak dan Silinder. Fungsi cincin torak adalah untuk mempertahankan kerapatan antara torak dan silinder agar tidak ada kebocoran gas dari ruang bakar ke dalam bak mesin. Cincin torak juga berfungsi membantu pengontrolan lapisan minyak pelumas di dinding silinder. Cincin torak dibuat dari besi tuang atau baja campuran dan digunakan sebagai penekan arah radial ke dinding silinder untuk membentuk suatu sil atau perapar antara silinder dan torak. (Aditya, 2013)

Cincin torak terbagi 2 jenis dasar :

1. Cincin Kompresi

Cincin kompresi yang secara normal di pasang pada bagian atas terdiri dari dua cincin. Pada dasarnya cincin kompresi berfungsi untuk memisahkan (perapat) agar mencegah gas dalam ruang pembakaran melewati bak mesin.

2. Ring Pengontrol

Ring pengontrol ini dipasang pada bagian bawah dan merupakan ring tunggal yang berfungsi untuk meratakan minyak pada dinding silinder dan mengalirkan kembali ke panci oli. Ring oli pada dasarnya terdiri dari tiga jenis, yaitu :

1. Ring oli besi tuang, yang dibuat satu buah
2. Ring oli bentuk segmen terdiri dari dua atau empat buah
3. Satu *ekspander* atau pengembangan yang di pasang pada belakang segmen, berfungsi sebagai pendorong keluar pada dinding silinder.

2.4.5 Pena Torak

Pena torak berfungsi sebagai pengikat torak terhadap penggerak. Selain itu, pena torak juga berfungsi sebagai pemindah tenaga torak ke batang penggerak agar gerak bolak-balik dari torak dapat diubah menjadi gerak berputar pada poros engkol. Pena torak terbuat dari bahan baja paduan yang bermutu tinggi agar tahan terhadap beban yang sangat besar. (Aditya, 2013)

2.4.6 Batang Penggerak

Batang penggerak menghubungkan torak atau piston ke poros engkol. Batang penggerak memindahkan gaya torak dan memutar poros engkol. Ketika berhubungan dengan poros engkol. Batang penggerak mengubah gerakan bolak-balik torak ke dalam gerakan putaran dari poros engkol dan roda gigi. Batang penggerak pada umumnya dibuat dari bahan campuran baja bermutu tinggi dan tahan akan temperatur tinggi.

2.4.7 Poros Engkol

Pada umumnya poros engkol di buat dari bahan baja. Poros engkol berfungsi mengubah gerakan bolak-balik yang diterima dari torak menjadi gerakan berputar, pada poros engkol biasanya terdapat *counte weight* yang berfungsi untuk membalance gaya-gaya yang tidak seimbang dari komponen poros engkol. Bagian poros engkol yang berfungsi sebagai poros dibuat *journal* yang ditumpu oleh dua buah lempengan bantalan yang disebut bantalan utama (*main bearing*). Bantalan utama juga berfungsi sebagai penumpu dari poros engkol agar tidak mudah terpuntir dan berubah bentuk. (Aditya, 2013)

2.4.8 Roda Gaya atau Roda Penerus.

Berputarnya poros engkol secara terus menerus adalah akibat adanya tenaga gerak (energi kinetik) yang disimpan pada roda penerus sebagai kelebihan pada saat langkah kerja. Roda penerus atau disebut juga roda gila.(Aditya, 2013).

2.4.9 Bak Mesin

Bak mesin merupakan tempat penempatan poros engkol dan gigi transmisi. Bak mesin umumnya dibuat dari bahan logam aluminium paduan. Pada jenis motor 2 langkah pada bagian bak mesinya terdapat saluran yang dihubungkan dengan karburator sebagai pemasukan bahan bakar. Pada motor 4 langkah bak mesin merupakan tempat minyak pelumas sekaligus juga sebagai pendingin minyak pelumas di dalam sirkulasinya.(Aditya, 2013).

2.5 Reaksi Kimia pada Proses Pembakaran

Pembakaran dapat didefinisikan sebagai proses/reaksi *oksidasi* yang sangat cepat antara bahan bakar (*fuel*) dan *oksidator* dengan menimbulkan nyala dan panas. Bahan bakar merupakan segala *substansi* yang melepaskan panas ketika dioksidasi dan secara umum mengandung unsur-unsur karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), dan sulfur (S). Sementara *oksidator* adalah segala *substansi* yang mengandung oksigen (misalnya udara) yang akan bereaksi dengan bahan bakar (Mahandari, 2010). Campuran ideal untuk pembakara antara udara dan masing-masing senyawa penyusun bensin dapat dihitung dari masa relatif masing-masing atom dan kesetimbangan reaksi kimia. Masa relatif atom-atom penyusun bensin dan oksigen adalah (Susantya, 2007):

- a. Carbon (C) = 12
- b. Hidrogen (H) = 1
- c. Oxygen (O) = 16

Persamaan reaksi kesetimbangan untuk proses pembakaran sempurna dari bensin adalah sebagai berikut: $2C_8H_{18} + 25O_2 \rightarrow 16CO_2 + 18 H_2O$.

2.6 Pembakaran pada Motor Bensin

Pembakaran didalam ruang bakar (*combustion chamber*) suatu motor bakar merupakan gabungan suatu proses fisika dan proses kimia yang kompleks, meliputi persiapan pembakaran, perkembangan pembakaran, dan proses setelah pembakaran. Proses tersebut tergantung dari jenis dan kecepatan reaksi kimia, keadaan panas dan pertukaran masa selama proses, serta perambatan panas ke sekelilingnya.

Karburator merupakan sebuah alat dan merupakan bagian dari sistem bahan bakar yang berfungsi untuk mencampur bahan bakar dan udara yang dibuat kabut sebelum masuk silinder. Karburator mengatur pemasukan, pencampuran, dan pengabutan bahan bakar ke dalam arus udara sehingga didapatkan campuran yang sesuai dengan tingkat beban dan kecepatan. Kabut bahan bakar tersebut akan menentukan baik atau buruknya performa mesin pada kendaraan.



Gambar 2.2. Karburator

2.7 Bahan Bakar

Bahan bakar merupakan gabungan senyawa hidrokarbon yang diperoleh dari alam maupun secara buatan. Bahan bakar cair umumnya berasal dariminyak bumi. Dimasa yang akan datang, kemungkinan bahan bakar cair yang berasal dari *oil shale*, batubara dan biomassa akan meningkat. Minyak bumi merupakan campuran alami hidrokarbon cair dengan sedikit belerang, nitrogen, oksigen, sedikit sekali *metal*, dan mineral. (Wiratmaja, 2010)

Dengan kemudahan penggunaan, ditambah dengan *efisiensi thermis* yang lebih tinggi, serta penanganan dan pengangkutan yang lebih mudah, menyebabkan penggunaan minyak bumi sebagai sumber utama penyedia energi semakin meningkat. Secara teknis, bahan bakar merupakan sumber energi yang terbaik, mudah ditangani, mudah dalam penyimpanan dan nilai kalor pembakarannya cenderung konstan. Salah satu kekurangan bahan bakar ini adalah harus menggunakan proses pemurnian yang cukup komplek. Bahan bakar adalah bahan yang apabila di bakar dapat meneruskan proses pembakaran tersebut dengan sendirinya, disertai dengan pengeluaran kalor yang dapat terbakar misalnya: kertas, kain, batu bara, minyak tanah, bensin dan sebagainya. (Wiratmaja, 2010)

Untuk melalukan pembakaran diperlukan 3 (tiga) unsur, yaitu :

- a. Bahan bakar
- b. Oksigen
- c. Suhu untuk memulai pembakaran

Panas atau kalor yang timbul karena pembakaran bahan bakar tersebut disebut hasil pembakaran. Kriteria umum yang harus dipenuhi bahan bakar yang akan digunakan dalam 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 pembakaran karena akan menyebabkan kerusakan pada dinding silinder.
- c. Gas sisa pembakaran harus tidak berbahaya pada saat dilepas ke *atmosfer*.

Karakteristik utamayang diperlukan dalam bensin adalah sifat pembakarannya. Sifat pembakaran ini biasanya diukur dengan angka oktan. Angka oktan merupakan ukuran kecenderungan bensin untuk mengalami pembakaran tidak normal yang timbul sebagai ketukan mesin. Semakin tinggi angka oktan suatu bahan bakar, semakin berkurang kecenderungannya untuk mengalami ketukan dan semakintinggi kemampuannya untuk digunakan pada rasio kompresi tinggi tanpa mengalami ketukan.

2.7.1 Cara Menentukan Angka Oktan Bahan Bakar

Cara menentukan angka oktan bahan bakar adalah dengan mengadakan perbandingan bahan bakar tertentu dengan bahan bakar satandar dengan memakai mesin CFR (*coordination fuel research*). Mesin CFR merupakan sebuah mesin silinder tunggal dengan perbandingan kompresi 4:1 sampai 14:1. (Hariyanto, 2010)

Bahan Bakar Standar :

- a. *Iso oktane trimetyl pentane* (C_7H_{18})

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

- b. *Normal heptane* (C_7H_{16})

Bahan bakar yang mempunyai kecenderungan detonasi besar, bahan bakar ini berangka oktan nol. Bilangan oktan dari suatu bahan bakar

mesin CFR. Pengetesan 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*.

2.7.2 Hubungan Antara Angka Oktan dengan Pembakaran

Pada intinya segala usaha untuk memperkecil kecenderungan detonasi adalah suatu usaha untuk memperpanjang waktu antara terjadinya loncatan listrik pada busi dan saat terjadi nyala pembakaran atau memperpendek waktu yang dilakukan oleh nyala api untuk mencapai bagian terjauh dari busi.

Bahan bakar dengan bilangan angka oktan tinggi baik digunakan motor bensin dengan perbandingan kompresi tinggi. Sebagai mana diketahui salah satu cara untuk menaikkan efisinsi motor adalah dengan menaikkan komprsi, maka dengan mempergunakan bahan bakar beroktan tinggi, hambatan yang sebageian besar disebabkan detonasi berangsur-angsur dapat diatasi. Jadi bahan bakar beroktan tinggi, berarti untuk memperbaiki kesempurnaan pembakaran dan untuk mengatur saat penyalaan pembakaran dalam hubungannya dengan perbaikan terhadap ketahanan detonasinya (Arismunandar, 2002)

2.7.3 Pengaruh Bahan Bakar terhadap Tekanan Masuk dan Perbandingan Kompresi

Untuk mesin yang tanpa *supercharger*, tekanan masuk direncanakan mendekati *atmosfer* pada katub terbuka penuh, bahan bakar dengan oktan tinggi dapat mempertinggi efisinsi mesin. Sedangkan untuk mesin yang bekerja dengan *supercharger*, tekanan masuk direncanakan lebih dari satu *atmosfer*. Tekanan masuk diperoleh dengan jalan menekan udara *atmosfer* masuk ke dalam silinder selama langkah isap dengan pompa udara (*blower* dan *konpresor*). (Wikipedia, 2012)

2.8 Jenis Bahan Bakar

2.8.1 Premium

Premium adalah senyawa organik yang dibutuhkan dalam suatu pembakaran dengan tujuan untuk mendapatkan energi atau tenaga. Bahan bakar Premium sering digunakan sebagai bahan bakar untuk kendaraan bermotor. Premium merupakan campuran kompleks senyawa-senyawa *hidrokarbon* yang memiliki titik didih sekitar 40°C sampai 180°C. Bahan bakar ini sering disebut juga dengan *gasoline* atau *petrol*. Penggunaan Premium dalam mesin berkompresi tinggi akan menyebabkan mesin mengalami *knocking* sehingga Premium di dalam mesin kendaraan akan terbakar dan meledak tidak sesuai dengan gerakan piston. Premium memiliki *Research Octane Number* (RON) sebesar 88.

Tabel. 2.1. Spesifikasi Premium (Keputusan Dirjen Migas No. 940/34/DJM/2002)

No	Sifat	MIN	MAX
1	Angka oktan riset RON	88	-
2	Kandungan Timbal (Pb)(gr/lit)	-	0,30
3	Distilasi		
	10% Vol penguapan (0C)	-	74
	50% Vol penguapan (0C)	88	125
	90% Vol penguapan (0C)		180
	Titik Didih akhir (0)	-	205
	Residu (% Vol)		2.0
4	Tekanan Uap (kpa)	-	62
5	Getah purawa (mg/100ml)	-	5
6	Periode induksi (menit)	360	-
7	Sulfur bilah tembaga (% massa)	-	0.002
8	Korosi bilah tembaga (menit)	Kelas 1	
9	Uji dokter	Negatif	
10	Warna	Kurang	2

Bensin Premium mempunyai sifat anti ketukan yang baik dan dapat dipakai pada mesin kompresi tinggi pada saat semua kondisi. Sifat-sifat penting yang diperhatikan pada bahan bakar bensin adalah :

1. Kecepatan menguap (*volatility*)
2. Kualitas pengetukan (kecenderungan berdetonasi)
3. Kadar belerang
4. Titik beku
5. Titik nyala
6. Berat jenis

2.8.2 Peralite

Bahan bakar Peralite merupakan jenis BBM baru diluncurkan Pertamina di awal bulan Mei 2015 untuk memenuhi Surat Keputusan Dirjen Migas Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 313 Tahun 2013 tentang spesifikasi BBM RON 90. Saat ini BBM dengan kadar RON 90 belum ada.

Pertamina dirasa perlu menjual bensin RON 90. Sejatinya dahulu produk itu ada dengan merek dagang premix. Beberapa keunggulan Peralite versi Pertamina antara lain yang pertama, Peralite dinilai lebih bersih ketimbang Premium karena memiliki *Research Octant Number* (RON) di atas 88 yang terkandung dalam Premium.

Kemudian dibanderol dengan harga yang lebih murah ketimbang Pertamax dengan kadar RON 92. Memiliki warna hijau dengan penampilan visual jernih dan terang dan tidak ada kandungan timbal serta memiliki kandungan sulfur maksimal 0,05 persen atau setara dengan 500 ppm.

Harga Peralite dijual perdana dengan harga promo Rp 8.400/liter per 21 Juli 2015, sehingga berselisih lebih tinggi sebesar Rp 1.100/liter dengan Premium. Peralite diuji coba di 101 SPBU yang tersebar pada sekitar wilayah jabodetabek, Bandung, dan Surabaya. Selain itu, Peralite memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan Premium. Peralite direkomendasikan untuk kendaraan yang memiliki kompresi 9,1-10,1 dan mobil keluaran tahun 2000 ke atas, terutama yang telah menggunakan

teknologi setara dengan *Electronic Fuel Injection (EFI)* dan *catalytic converters* (pengubah katalitik).

Selain itu, RON 90 membuat pembakaran pada mesin kendaraan dengan teknologi terkini lebih baik dibandingkan dengan Premium yang memiliki RON 88. Sehingga sesuai digunakan untuk kendaraan roda dua. Hasil uji yang dilakukan Pertamina, untuk kendaraan seperti Toyota Avanza/Daihatsu Xenia, satu liter Peralite mampu menempuh jarak 14,78 Km. Sementara, satu liter Premium mampu menempuh jarak 13,93 Km.

Tabel 2.2. Spesifikasi Peralite

No	Sifat	Batas	
		Min	Max
1	Angka oktan riset RON	90	
2	Kandungan pb (gr/lt)	-Injeksi timbal tidak diijinkan -Dilaporkan	
3	DESTILASI		
	10% VOL.penguapan (°C)		74
	50% VOL.penguapan (°C)	88	125
	90% VOL.penguapan (°C)		180
	Titik didih akhir (°C)		215
	Residu (°C)		2,0
4	Sedimen (mg/l)		1
5	<i>Unwashed gum</i> (mg/100 ml)		70
6	<i>Washed gum</i> (mg/100 ml)		5
7	Tekanan Uap (KPa)	45	69
8	Berat Jenis (pada suhu 15°C)	715	770
9	Korosi bilah tembaga (menit)		Kelas 1
10	Sulfur mercaptan		0,002
11	Warna	Hijau	

(Sumber: Dirjen Migas Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 313 Tahun 2013 tentang Spesifikasi BBM RON 90)

Untuk membuat Pertalite komposisi bahannya adalah *nafta* yang memiliki RON 65-70, agar RON-nya menjadi RON 90 maka dicampurkan HOMC (*High Octane Mogas Component*), HOMC bisa juga disebut Pertamina, campuran HOMC yang memiliki RON 92-95, selain itu juga ditambahkan zat aditif *EcoSAVE*. Zat aditif *EcoSAVE* ini bukan untuk meningkatkan RON tetapi agar mesin menjadi bertambah halus, bersih dan irit.

2.8.3 Ethanol

Ethanol atau *etil* alkohol sebagai senyawa tunggal mempunyai rumus kimia C_2H_5OH merupakan suatu cairan hasil proses *fermentasi* dan *distilasi* dari karbohidrat yang banyak terkandung pada hasil pertanian seperti: jagung, singkong, tebu, dan lain lain. Ethanol merupakan cairan yang tak berwarna, mudah menguap (*volatile*) dan mudah terbakar. Ethanol banyak digunakan sebagai bahan campuran pada minuman keras dan pelarut kimia selain bisa juga digunakan sebagai bahan bakar.

Sebagai bahan bakar pada motor, ethanol mempunyai sifat-sifat yang dibutuhkan, seperti: nilai oktan yang tinggi, mampu diperbaharui, menghasilkan emisi polutan yang lebih rendah. Sedangkan sifat-sifat yang kurang mendukung sebagai bahan bakar motor *otto* adalah: nilai kalor yang hanya sekitar 2/3 dibandingkan *gasoline*, higroskopis dan dapat bercampur air dengan segala perbandingan sehingga dapat menyebabkan korosi maupun pemisahan.

Ethanol adalah bahan bakar *alternatif* yang diolah dari tumbuhan. Tumbuhan yang berpotensi untuk menghasilkan ethanol adalah tumbuhan yang mengandung kadar karbohidrat tinggi seperti, tebu, jagung, nira, ubi jalar dan sagu. Ethanol disebut juga *etil* alkohol, alkohol murni, alkohol absolut, atau alkohol saja. Bahan bakar ethanol juga mudah menguap, mudah terbakar, tak berwarna, dan merupakan alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Ethanol termasuk ke dalam alkohol rantai tunggal, dengan rumus kimia C_2H_5OH dan rumus *empiris* C_2H_6O . Ethanol sering disingkat menjadi EtOH dengan “Et” merupakan singkatan dari gugus *etil* (C_2H_5). Ethanol memiliki angka oktan (RON) sebesar 108. Angka oktan pada bahan bakar mesin

menunjukkan kemampuannya menghindari terbakarnya campuran bahan bakar dan udara sebelum waktunya (selfignition). Ethanol memiliki nilai kalor yang rendah dan sifatnya lebih susah menguap dari pada Premium.

Tabel 2.3. Data Sfisifikasi Ethanol

No	Karakteristik	Satuan
1	Temperatur penyalaan	425 ⁰ C
2	Kelarutan di dalam air	(20 ⁰ C) larut
3	Titik leleh	-117 ⁰ C
4	Massa molar	46.07 g/mol
5	Densitas	0.805 – 0.812 g/cm ³ (20 ⁰ C)
6	Angka pH	7.0 (10 g/l, H ₂ O, 20 ⁰ C)
7	Titik didih	78 ⁰ C (1013 hPa)
8	Tekanan uap	59 hPa
9	Batasan Ledakan	3.5 – 15%(V)
10	Titik nyala	17 ⁰ C

Terdapat beberapa cara penggunaan ethanol untuk campuran *gasoline* sebagai berikut :

1. *Hydrous ethanol* (95 % Volume), yaitu ethanol yang mengandung sedikit air. Campuran ini digunakan langsung sebagai pengganti *gasoline* Pada kendaraan dengan mesin yang sudah dimodifikasi.
2. *Anhyrous ethanol* atau (*dehydrated ethanol*), yaitu ethanol bebas air dan paling tidak memiliki kemurnian 99%. Ethanol ini dapat dicampur dengan *gasoline* konvensional dnegan kadar antara 5-85%. Pada *gasoline* dengan campuran ethanol antara 5-10%, bahan bakar ini langsung digunakan pada mesin kendaraan tanpa *perly* ada modifikasi. Campuran yang umum digunakan adalah 10% ethanol dan 90% *gasoline*, Campuran Bioethanol dengan kadar lebih kendaraan yang dimodifikasi, yang dikenal dengan nama *Flexible fuel vehicle*. Modifikasi umumnya dilakukan pada tangki BBM kendaraan dan sistem injeksi BBM.

2.8.4 Bahan Bakar Alternatif

Bahan bakar alternatif adalah bahan bakar yang dapat digunakan untuk menggantikan bahan bakar *konvensional*. Bahan bakar ini umumnya menghasilkan lebih sedikit emisi gas buang kendaraan yang mengakibatkan kabut asap, polusi udara dan pemanasan global. Sebagian besar bahan bakar *alternatif* tidak diturunkan dari bahan bakar *fosil* yang merupakan sumber daya terbatas karena bahan bakar *alternatif* dapat membantu negara memenuhi kebutuhan energi secara lebih mandiri. Bahan bakar *alternatif* mempunyai sifat dapat diperbaharui sehingga tidak tergantung dengan bahan bakar *fosil* yang semakin menipis. Pada bahan bakar *alternatif* ini mudah didapat di lingkungan sekitar, karena bahan bakar ini dihasilkan dari sari pati atau bahan yang mengandung gula. Bahan bakar *alternatif* tersebut yaitu *ethanol*.

2.9 Pengaruh Kerja Mesin Bensin

2.9.1 Angka Oktan

Bilangan oktan adalah angka yang menunjukkan seberapa besar tekanan yang bisa diberikan sebelum bensin terbakar secara spontan. Di dalam mesin, campuran udara dan bensin (dalam bentuk gas) ditekan oleh piston sampai dengan volume yang sangat kecil dan kemudian dibakar oleh percikan api yang dihasilkan busi. (Wikipedia, 2012)

Ethanol memiliki angka oktan lebih tinggi dari pada bensin yaitu *research octane* 108 dan *motor octane* 92. Angka oktan pada bahan bakar mesin *otto* menunjukkan kemampuannya menghindari terbakarnya campuran udara bahan bakar sebelum waktunya yang akan menimbulkan fenomena *knocking* yang berpotensi menurunkan daya mesin, bahkan bisa menimbulkan kerusakan serius pada komponen mesin bila kondisi ini dibiarkan terus menerus, maka lambat laun piston mesin kendaraan akan rusak. Nilai oktan menjadi hal yang penting dalam menjaga kualitas bahan bakar. Bila bahan bakar memiliki energi tinggi namun kurang nilai oktan, maka akan terjadi kondisi dimana bahan bakar sudah habis terbakar, padahal energi belum diolah maksimal.

Tabel 2.4. Angka oktan untuk bahan bakar

Jenis Bahan Bakar	Angka Oktan
Premium	88
Pertalite	90
Pertamax	92
Pertamax Plus	95
Bensol	100
Ethanol	107

2.9.2 Nilai Kalor

Kalor adalah sumber energi dalam bahan bakar, yang akan diolah mesin menjadi tenaga untuk menggerakkan mesin. Apa yang terjadi bila nilai kalor dalam bahan bakar tidak mencukupi kebutuhan kinerja mesin? Selain boros bahan bakar, tentu saja akan menyebabkan performa yang tidak maksimal dari mesin tersebut. Mesin akan mengambil sebanyak-banyaknya bahan bakar untuk memenuhi kebutuhan kinerjanya, akan tetapi tetap tidak mencukupi kebutuhan kinerja mesin. Suatu kondisi ideal terjadi bila dengan jumlah bahan bakar yang normal, mesin telah mendapat energi yang cukup. Nilai kalor suatu bahan bakar menunjukkan seberapa besar energi yang terkandung didalamnya. Nilai kalor ethanol sekitar 67% nilai kalor bensin, hal ini karena adanya oksigen dalam struktur ethanol. Berarti untuk mendapatkan energi yang sama jumlah ethanol yang diperlukan akan lebih besar. Adanya oksigen dalam ethanol juga mengakibatkan campuran menjadi lebih miskin atau jika dibandingkan dengan bensin, sehingga campuran harus dibuat lebih kaya untuk mendapatkan unjuk kerja yang diinginkan. Nilai oktan yang tinggi tidak memberikan tenaga yang lebih terhadap performa mesin. Bisa saja bahan bakar dengan nilai oktan yang tinggi, namun tenaga yang dihasilkan tetap kurang. Hal ini karena bukan nilai oktan yang memberikan energi, melainkan nilai kalor. Kalor yang terkompresi sempurna akan menghasilkan energi maksimal, yang akan mendorong piston lebih kuat sehingga memberikan performa terbaik.

2.9.3 Volatility

Volatility suatu bahan bakar menunjukkan kemampuannya untuk menguap. Sifat ini penting, karena jika bahan bakar tidak cepat menguap maka bahan bakar akan sulit tercampur dengan udara pada saat terjadi pembakaran. Zat yang sulit menguap tidak dapat digunakan sebagai bahan bakar mesin, meskipun memiliki nilai kalor yang besar. Namun demikian bahan bakar yang terlalu mudah menguap juga berbahaya karena mudah terbakar.

Keekonomisan suatu bahan bakar secara langsung tergantung dari seberapa kaya campuran udara bahan bakarnya dan hal ini tergantung dari seberapa ukuran main jet pada karburator. Ethanol memerlukan campuran yang lebih kaya dari pada bensin, tetapi karena bilangan oktanya yang lebih tinggi maka pembakaran ethanol lebih efisien. Untuk mengetahui secara detail tingkat keekonomisan ethanol jika dibandingkan dengan bensin tentunya diperlukan kajian dan penelitian lebih mendalam.

2.9.4 Titik Nyala (*Flash Point*)

Titik nyala adalah suatu angka yang menyatakan suhu terendah dari bahan bakar minyak dimana akan timbul penyalaan api sesaat, apabila pada permukaan minyak didekatkan pada nyala api. Titik nyala ini diperlukan sehubungan dengan adanya pertimbangan-pertimbangan mengenai keamanan dari penimbunan minyak dan pengangkutan bahan bakar minyak terhadap bahaya kebakaran. Titik nyala tidak mempunyai pengaruh yang besar dalam persyaratan pemakaian bahan bakar minyak untuk mesin diesel atau ketel uap. (Wikipedia, 2010).

2.10 Emisi gas Buang

Emisi gas buang didefinisikan sebagai zat atau unsur dari pembakaran di dalam ruang bakar yang dilepas ke udara yang ditimbulkan oleh kendaraan bermotor. Pembakaran di ruang bakar yang tidak sempurna menyebabkan emisi yang bersifat polutan, seperti HC, CO, NO_x, Pb SO_x, dan lainnya (Akbar, 2011):

2.10.1 Carbon Monoksida (CO)

Gas karbon monoksida adalah gas yang relative tidak stabil dan cenderung bereaksi dengan unsur lain. Karbon monoksida, dapat diubah dengan mudah menjadi CO₂ dengan bantuan sedikit oksigen dan panas. Gas CO bersifat racun, dapat menimbulkan rasa sakit pada mata, saluran pernafasan, dan paru-paru.(Akbar, 2011).

2.10.2 Nitrogen Oksida (NO_x)

Senyawa NO_x adalah ikatan kimia antara unsur nitrogen dan oksigen. Dalam kondisi normal atmosphere, nitrogen adalah gas inert yang amat stabil yang tidak akan berikatan dengan unsur lain. Senyawa NO_x ini sangat tidak stabil dan bila terlepas ke udara bebas, akan bereaksi dengan oksigen untuk membentuk NO₂. Inilah yang amat berbahaya karena senyawa ini amat beracun dan bila terkena air akan membentuk asam nitrat.(Akbar, 2011).

2.10.3 Karbon Dioksida (CO₂)

Konsentrasi CO₂ menunjukkan secara langsung status proses pembakaran di ruang bakar. Semakin tinggi maka semakin baik.(Akbar, 2011)

2.10.4 Oksigen (O₂)

Konsentrasi dari oksigen di gas buang kendaraan berbanding terbalik dengan konsentrasi CO₂. Untuk mendapatkan proses pembakaran yang sempurna, maka kadar oksigen yang masuk ke ruang bakar harus mencukupi untuk setiap molekul hidrokarbon.(Akbar, 2011)

2.10.5 Hidrokarbon (HC)

Bensin adalah senyawa hidrokarbon, jadi setiap HC yang didapat di gas buang kendaraan menunjukkan adanya bensin yang tidak terbakar dan terbuang bersama sisa pembakaran. Apabila suatu senyawa hidrokarbon terbakar sempurna (bereaksi dengan oksigen) maka hasil reaksi pembakaran tersebut adalah karbondioksida (CO₂) dan air (H₂O). Walaupun rasio perbandingan antara udara

dan bensin AFR (*Air to Fuel Ratio*) sudah tepat dan didukung oleh desain ruang bakar mesin saat ini yang sudah mendekati ideal, proses pembakaran dan menyebabkan emisi HC pada ujung knalpot cukup tinggi. (Akbar, 2011)

2.11 Rasio Bensin Ethanol

Rasio bensin ethanol dilakukan untuk mengurangi ketergantungan pada bensin yang diyakni bakal habis tambang. Ethanol mengandung 35% oksigen, sehingga meningkatkan efisiensi pembakaran dan dapat menaikkan angka oktan. ethanol juga bisa terurai sehingga mengurangi emisi gas buang, (Wikipedia, 2012)

Untuk memudahkan mengetahui *persentase* campuran bensin dengan bioethnol, maka diberi kode Bio (karena mengandung campuran bioethnol) dan nilai *persentase* ethnol pada campuran tersebut. Campuran ethanol5% dan bensin 95% diberi nama E5, ethnol 10% dan besin 90% diberi nama E10 dan seterusnya.

2.12 Parameter Petunjuk Perhitungan

2.12.1 Torsi (T)

Torsi adalah indikator baik dari ketersediaan mesin untuk kerja. Torsi didefinisikan sebagai gaya yang bekerja pada jarak momen dan apabila dihubungkan dengan kerja dapat ditunjukkan. (Heywood, 1988).

2.12.2 Daya (P)

Daya adalah besar usaha yang dihasilkan oleh mesin tiap satuan waktu, didefinisikan sebagai laju kerja mesin, ditunjukkan dengan persamaan (Heywood,1988). Dalam hal ini daya secara normal diukur dalam kW, tetapi satuan HP masih digunakan juga, dimana :

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

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

2.12.3 Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar spesifik adalah pemakaian bahan bakar yang terpakai perjam untuk setiap daya yang di hasilkan pada motor bakar. Konsumsi bahan bakar spesifik didefinisikan dengan persamaan (Arismunandar, 2002):

$$\text{SFC} = \frac{mf}{P} \left(\frac{kg}{kWh} \right) \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan

mf = Laju aliran bahan bakar masuk mesin

$$mf = \frac{b}{t} \cdot \frac{3600}{1000} \cdot \rho_{bb} \left(\frac{kg}{jam} \right)$$

B = volume buret yang dipakai dalam pengujian (cc)

T = waktu yang diperlukan untuk pengosongan buret dalam detik (s)

ρ_{bb} = massa jenis bahan bakar

ρ_{bensin} = 0.74 kg/l

P = daya mesin

