

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mesin Kalor

Mesin kalor adalah suatu 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 juga mengubah energi tersebut yang terjadi didalam dan diluar mesin kalor (Kiyaku dan Murdhana, 1998)

Ditinjau dari cara memperoleh energi thermal ini, mesin kalor dapat dibagi menjadi dua golongan, yaitu:

1. Mesin pembakaran luar (*external combustion engine*).
2. Mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*).

Pada mesin pembakaran luar, proses pembakaran terjadi diluar mesin. Energi thermal dari gas hasil pembakaran dipindahkan ke fluida kerja mesin melalui beberapa dinding pemisah. Contohnya mesin uap. Semua energi yang diperlukan oleh mesin itu mula-mula meninggalkan gas hasil pembakaran yang tinggi temperaturnya. Melalui dinding pemisah kalor atau ketel uap, energi itu kemudian masuk kedalam fluida kerja yang kebanyakan terdiri dari air atau uap. Dalam proses ini temperatur uap dan dinding ketel harus jauh lebih rendah dari pada temperatur gas hasil

pembakaran itu untuk mencegah kerusakan material ketel. Dengan sendirinya tinggi temperatur fluida kerja, jadi efisiensinya juga sangat dibatasi oleh kekuatan material yang dipakai.

Mesin pembakaran dalam pada umumnya dikenal dengan nama motor bakar. Mesin pembakaran dalam dapat dikelompokkan menjadi:

1. Motor bakar piston.
2. Sistem turbin gas.
3. Propulsi pancar gas.

Proses pembakaran berlangsung didalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus berfungsi sebagai fluida kerja. Jenis mobil atau kendaraan didasarkan atas mekanisme pembakaran yang digunakan dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu motor diesel dan motor bensin.

2.2 Motor Bensin

Motor Bensin menggunakan mekanisme penyalaan dengan bunga api. Bahan bakar ditekan sampai tekanan tertentu yaitu: 15 s/d 22 kg/cm² kemudian diberi percikan bunga api dari busi agar terjadi proses pembakaran, sedangkan mekanisme pembakaran motor Diesel dikenal dengan sebutan penyalaan kompresi. Udara dikompresi sampai tekanan 25 s/d 32 kg/cm² agar mencapai titik nyala dan bahan bakar terbakar dengan sendirinya. Motor Bensin menggunakan bahan bakar bensin selain harganya lebih murah, bahan bakar bensin juga lebih banyak dipakai

oleh masyarakat umum. Karena perbandingan tekanan pada mekanisme penyalan kompresi yang relatif stabil dan tidak memerlukan konstruksi yang lebih kokoh, pada umumnya harga mobil dengan menggunakan mesin Bensin lebih murah dari pada mobil dengan menggunakan motor Diesel untuk kelas yang sama.

Motor bakar piston mempergunakan beberapa silinder yang didalamnya terdapat piston yang bergerak *translasi* (bolak-balik). Didalam silinder itulah terjadi pembakaran antara bahan bakar dengan oksigen dari udara. Gas pembakaran yang dihasilkan oleh proses tersebut mampu menggerakkan piston yang oleh batang penghubung (*connecting rod*) dihubungkan dengan poros engkol (*crankshaft*). Gerak translasi piston tadi menyebabkan gerak *rotasi* (berputar) pada poros engkol dan sebaliknya gerak rotasi poros engkol menimbulkan gerak translasi pada piston. (Arismunandar. W, 1998)

Tabel 2.1 Perbandingan utama antara motor bensin dan motor Diesel

	Motor Bensin	Motor Diesel
Siklus pembakaran	Siklus Otto	Siklus Diesel dan siklus gabungan
Perbandingan kompresi	15 – 22	25 – 32
Pencampuran bahan bakar	Dicampur dalam karburator	Diinjeksikan
Metode pembakaran	Percikan busi	Terbakar sendiri
Metode bahan bakar	Karburator	Pompa injeksi dan nozzle
Bahan bakar	Bensin	Solar
Getaran dan suara	Kecil	Besar
Efisiensi panas %	22 – 30	30 – 40

2.3 Definisi Motor Bakar

Motor bakar adalah alat yang berfungsi untuk mengkonversikan energy termal dari pembakaran bahan bakar menjadi energi mekanis, dimana proses pembakaran berlangsung didalam silinder mesin itu sendiri sehingga gas pembakaran bahan bakar yang terjadi langsung digunakan sebagai fluida kerja untuk melakukan kerja mekanis (Wardono, 2004).

2.4 Prinsip Kerja Motor Bensin

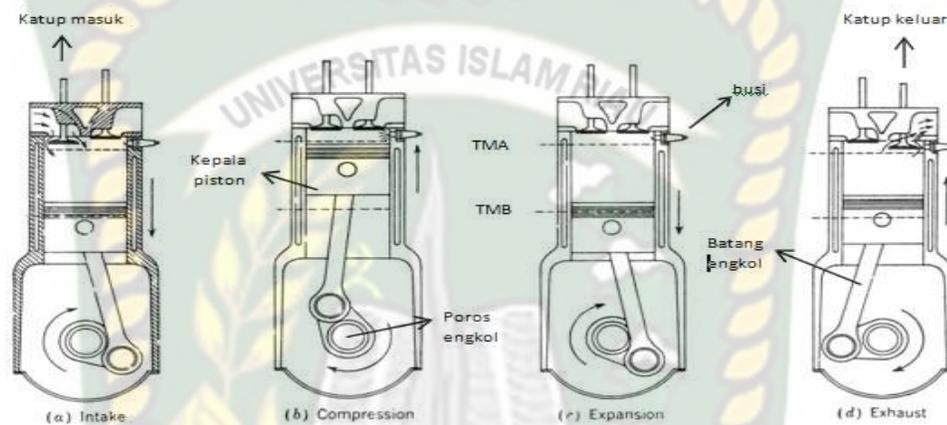
Prinsip kerja motor bensin adalah mesin yang bekerja memanfaatkan energi hasil gas panas atau hasil proses pembakaran, dimana proses pembakaran terjadi didalam silinder mesin itu sendiri sehingga gas pembakaran berfungsi sebagai fluida kerja menjadi tenaga atau energi panas (Hidayat,2012:14)

Motor bensin jenis torak yang gerakan torak merupakan gerakan bolak-balik (translasi) diubah menjadi gerak putar oleh poros engkol. Gerak putar atau rotasi lebih mudah untuk digunakan sebagai kebutuhan manusia.

2.5 Motor bensin Empat Langkah (4 Tak)

Motor empat langkah adalah motor yang menyelesaikan satu siklus pembakaran dalam empat langkah torak atau dua kali putaran poros engkol jadi dalam satu siklus kerja telah mengadakan proses pengisian, kompresi dan penyalaan, ekspansi serta pembuangan (Heywood,1998). Dibandingkan dengan motor 2tak ,motor 4 tak lebih sulit dalam perawatan karena banyak komponen-komponen pada bagian mesinnya.Pada motor empat tak titik paling atas yang mampu dicapai oleh

gerakan torak disebut titik mati atas (TMA), sedangkan titik terendah yang mampu dicapai torak pada silinder disebut titik mati bawah (TMB). Dengan asumsi bahwa katup masuk dan katup buang terbuka tepat pada waktu piston berada pada TMA dan TMB, maka siklus motor 4 (empat) langkah dapat diterangkan sebagai berikut :



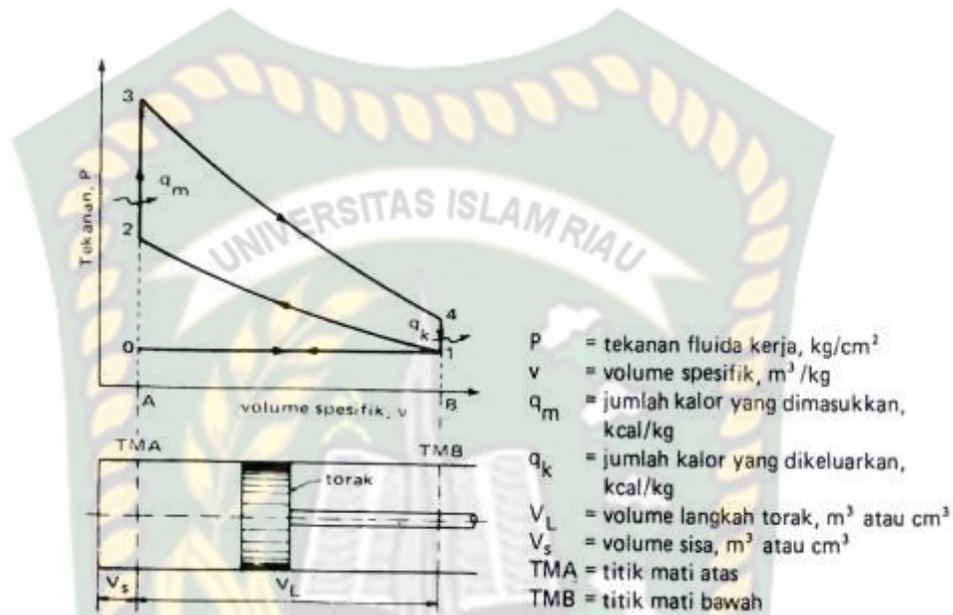
Gambar 2.1. Siklus motor bakar 4 langkah

(Sumber : Heywood, 1998)

2.6 Siklus Otto Siklus udara Volume Konstan

Siklus Otto pada mesin bensin disebut juga dengan siklus volume konstan, dimana pembakaran terjadi pada saat volume konstan. Pada mesin bensin dengan siklus Otto dikenal dua jenis mesin, yaitu mesin 4 langkah (*four stroke*) dan 2 langkah (*two stroke*). Untuk mesin 4 langkah terdapat 4 kali gerakan piston atau 2 kali putaran poros engkol (*crank shaft*) untuk tiap siklus pembakaran, sedangkan untuk mesin 2 langkah terdapat 2 kali gerakan piston atau 1 kali putaran poros engkol untuk tiap siklus pembakaran. Sementara yang dimaksud langkah adalah

gerakan\ piston dari TMA (TitikMatiAtas) atau *TDC (Top Death Center)* sampai TMB (TitikMatiBawah) atau *BDC (Bottom Death Center)* maupun sebaliknya dari TMB ke TMA, dapat dilihat pada gambar 2.7 diagram P-V:



Gambar 2.2 Diagram p-v siklus Otto

(Sumber : wiranto Arismunandar. 2002)

Pada diagram terlihat proses dari gerakan piston motor bensin dimana proses yang terjadi adalah sebagai berikut :

0-1: Proses langkah hisap (Isentropic)

Pemasukan udara dan bahan bakar (Isentropic) dimana volume berubah sedangkan tekanan konstan.

1-2: Proses langkah kompresi (*Adiabatis*), tekanan meningkat dan volume mengecil.

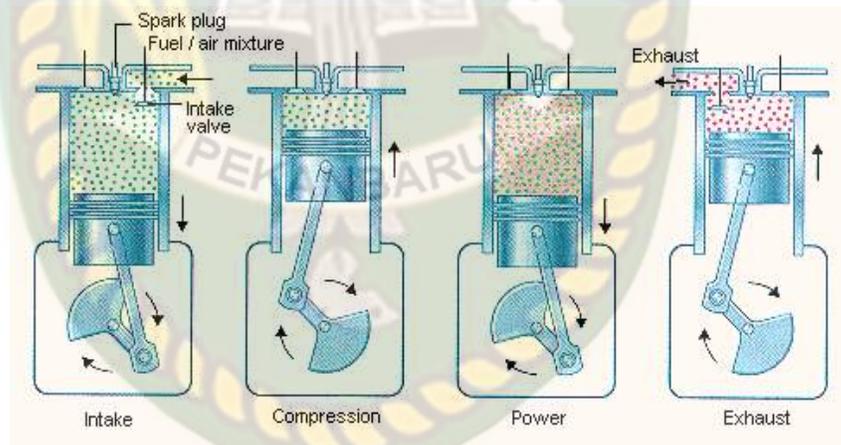
2-3:Proses langkah pemasukan kalor (*Isokhorik*) atau dimana busi memercikkan bunga api pada volume konstan dan tekanan meningkat.

3-4 : proses langkah ekspansi atau langkah kerja (*Adiabatis*) dengan tekanan menurun dan volume membesar.

4-0 : proses langkah pembuangan kalor (*Isokhorik*) dimana tekanan menurun sedangkan volume konstan.

2.7 Sistem kerja motor bakar 4 langkah

Motor bensin 4 langkah adalah motor yang setiap satu kali pembakaran bahan bakar memerlukan 4 langkah torak dan 2 kali putaran poros engkol. Adapun prinsip kerja motor 4 langkah dapat dilihat pada (gambar 2.3) dibawah ini



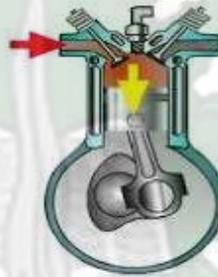
Gambar 2.3 Skema gerakan torak 4 langkah

(Sumber : wiranto Arismunandar. 2002)

Prinsip kerja motor 4 langkah dapat dijelaskan sebagai berikut :

2.7.1 Langkah hisap (*Isentropi*)

Langkah hisap ditandai dengan piston bergerak dari TMA menuju TMB dengan tanda katup masuk terbuka dan katub buang tertutup. Saat langkah hisap didalam silinder terjadi kevakuman negatif yang mengakibatkan campuran bahan bakar dan udara masuk ke silinder (Hidayat,2012).



Gambar 2.4 Langkah hisap
(Sumber : wiranto Arismunandar. 2002)

Katup masuk pada langkah hisap sudah terbuka sebelum piston bergerak ke TMA dengan tujuan untuk menghasilkan lubang masuk bahan bakar yang lebih lama. Waktu piston bergerak menuju TMB maka akan terjadi kevakuman sehingga akan terjadi tahanan aliran campuran bahan bakar dan udara yang mengakibatkan volume silinder dibawah 100%. Putaran mesin yang tinggi maka kevakuman tersebut akan rendah sehingga volume bahan bakar dan udara yang masuk juga sedikit dan daya mesin akan berkurang pada putaran yang tinggi.

Mesin menggunakan pemasukan bahan bakar dan udara dengan tekanan maka kevakuman yang rendah saat putaran tinggi dapat dihilangkan. Kelemahan dari cara ini adalah sebagian dari gas buang yang berada pada ruang bakar hanya akan di buang oleh energi gerakan.

Peristiwa tersebut dapat dikurangi oleh proses *overlapping* katup, namun akan selalu ada gas buang yang tertinggal didalam silinder (Arends,1980).

2.7.2 Langkah kompresi (*Adiabatis*)

Langkah kompresi secara teori terjadi ketika piston bergerak dari TMB menuju TMA dengan posisi katup masuk dan katup buang dalam keadaan tertutup. Kenyataan yang terjadi langkah kompresi dimulai saat katup masuk tertutup.



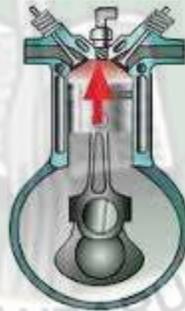
Gambar 2.5 Langkah kompresi
(Sumber : wiranto Arismunandar. 2002)

Langkah kompresi mengakibatkan campuran dan bahan bakar dikompres atau ditekan akibatnya tekanan dan temperaturnya naik sehingga mudah dalam proses pembakaran. Tekanan kompresi akan naik bila ruang bakar diperkecil.

Ruang bakar yang semakin kecil terhadap panjang langkah torak maka perbandingan kompresi akan naik.

2.7.3 Langkah kerja/ usaha *ekspansi* (*Isokhorik*)

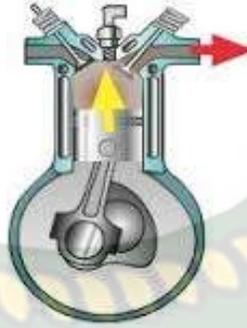
Penghentian kebakaran gas sebaiknya terjadi pada TMA atau sedikit sesudahnya, ini disebabkan oleh pengembangan gas akibat suhu tertinggi harus terjadi pada volume kecil sehingga piston mendapat tekanan terbesar. Ekspansi terjadi di atas piston selama terjadi langkah kerja. Terlihat pada gambar 2.6 Langkah kerja



Gambar 2.6 Langkah kerja
(Sumber : wiranto Arismunandar. 2002)

2.7.4 Langkah buang (*isokhorik*)

Gerakan piston yang menuju TMA akan mempertinggi tekanan dari gas buang yang akan mengalir melalui katup buang yang akan menuju saluran buang. Seperti apa yang telah dijelaskan pada langkah hisap, sisa dari gas buang tidak akan semuanya terbuang, masih ada yang tertinggal di ruang bakar. *Overlapping* katup dapat mengurangi peristiwa tersebut (Arends, 1980).



Gambar 2.7 Langkah buang
(Sumber : wiranto Arismunandar, 2002)

2.8 Pengertian EFI (*Electronic Fuel Injection*)

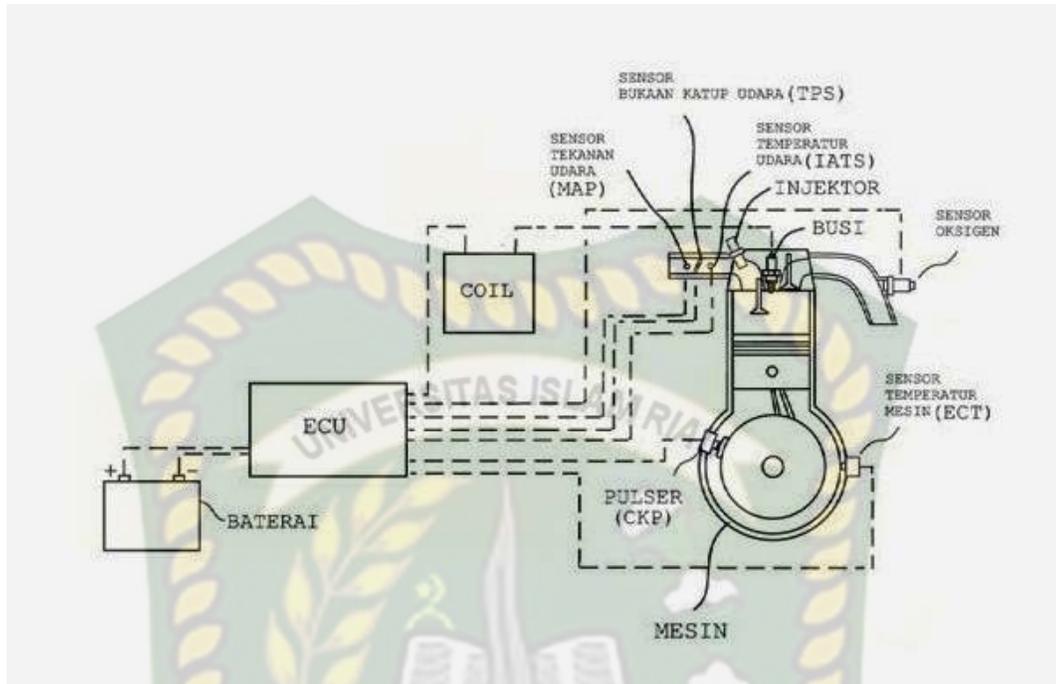
EFI (*Electronic Fuel Injection*) adalah sebuah sistem penyemprotan bahan bakar yang dalam kerjanya dikontrol secara elektronik agar didapatkan nilai campuran udara dan bahan bakar selalu sesuai dengan kebutuhan motor bakar, maka proses pembakaran yang terjadi diruang bakar akan terjadi secara sempurna sehingga didapatkan daya motor yang optimal serta didapatkan gas buang yang ramah lingkungan. Proses pemberian bahan bakar dari ECU (*Electronic Control Unit*) ke injector yang didasarkan pada signal-signal dari sensor-sensor antara lain sensor air flow meter, manifold absolute pressure, sensor putaran mesin, water temperature sensor, throttle position sensor dan lain – lain. (Ruswid, 2008)

2.9 Prinsip System Kontrol EFI

Sistem yang digunakan pada electronic fuel injectionter bagi atas sensor-sensor dan actuator. Sensor-sensor merupakan informan atau pemberi informasi tentang kondisi kondisi yang berkaitan dengan penentuan jumlah bahan bakar yang harus diinjeksikan. Pemberian informasi dapat berupa sinyal analog ataupun digital. Sensor-sensor yang mengirim informasi dalam bentuk analog seperti misalnya TPS (Throttle Position Sensor), sedangkan actuatormerupakan bagian / komponen yang akan diperintah oleh ECU dan perintah dapat berupa analog ataupun digital.Pemberian perintah berupa analog diberikan pada pompa bensin elektrik danlampu engine kontrol, sedangkan pemberian perintah berupa sinyal digital diberikan pada injector, coil pengapian, katup pernapasan tangki, pengatur idle, pemanas sensor lamda dan steeker diagnosa (Ruswid, 2008)

2.10 Pengertian Engine Control Unit ECU

Sistem injeksi terdiri dari beberapa komponen elektronik. Salah satu komponen yang berperan penting adalah ECU (Engine Control Unit). ECU ini berfungsi untuk mengolah data input dari sensor pada sepeda motor dan mengontrol jumlah injeksi dan waktu pengapian, serta mengatur beberapa fungsi pada sepeda motor. Semua power dari injektor dan koil pengapian khusus injeksi/Transistorized Controlled Ignition (TCI) didapatkan langsung dari aki (12V). Berikut diagram sistem kerja injeksi:



Gambar 2.9 Sistem motor bakar Injection

(Ruswid, 2008)

Pada sistem injeksi, karburator sudah diganti menjadi throttle body. Throttle body terdiri dari beberapa sensor, yakni sensor bukaan gas/Throttle Position Sensor(TPS), sensor tekanan udara masuk/Manifold Absolute Pressure (MAP), sensor temperature udara masuk/Intake Air Temperature Sensor (IATS). Semuanya berfungsi sebagai input ECU untuk menghitung jumlah udara masuk, sehingga jumlah bahan bakar yang disemprotkan injector sesuai dengan kondisi mesin. Kondisi mesin didapatkan dari beberapa parameter, yakni putaran mesin yang didapat dari sensor Crankshaft Position (CKP), suhu mesin dari sensor Engine Coolant

Temperature (ECT), dan campuran bensin yang didapatkan dari gas buang (Sensor Oksigen).

Semua input data dari sensor diolah oleh ECU untuk mengaktifkan beberapa komponen : Pompa bensin (pemberi tekanan bensin), kipas radiator (jika mesin panas), Fast Idle Solenoid (katup elektrik yang berfungsi menambah udara agar starting dan idle menjadi stabil), O₂ dan tachometer. (Ruswid, 2008)

2.11 O₂ Manipulator

O₂ Manipulator adalah suatu alat yang digunakan untuk memanipulasi system kerja ECU.. Cara kerja O₂ manipulator adalah untuk memanipulasi output yang akan dikirim ke ECU, supaya ECU memerintahkan injector untuk menambah semprotan bensin, Melalui sensor oxygen O₂ sensor. Cara kerja O₂ sensor sistem *closed loop (narrow band)* yang menghasilkan tegangan sendiri, bisa dilihat bahwa modul ini bekerja memberikan tahanan (resistansi) dengan nilai tertentu pada kabel yang keluar dari O₂ sensor. Sehingga tegangan yang terbaca oleh ECU berubah.



Gambar 2.10 O₂ Manipulator

Dari gambar di atas terlihat bahwa modul Cheetah Power O2 Sensor Manipulator memiliki 8 *switch* yang terdapat pada 2 panel 4 di atas dan 4 di bawah. Panel di atas untuk pengaturan putaran mesin (rpm) tengah dan atas, sedangkan panel di bawah untuk pengaturan putaran mesin bawah ke tengah (seperti yang terlihat pada gambar di bawah berikut).



Gambar 2.11 Pengaturan step O₂ Manipulator

Bagian yang berwarna hitam merupakan posisi switch. Pengaturan rpm dapat dilakukan dengan berbagai macam pilihan langkah (*step*). Pada bagian barisan bagian kiri merupakan pengaturan untuk putaran mesin tengah dan atas (8 step). Sedangkan barisan bagian kanan untuk mengatur putaran mesin bawah dan tengah (15 step). Langkah atau step ini merupakan jenis *settingan* yang bisa diaplikasikan ke motor. (Sumber :Sholihin, 2013).

2.12 Perbandingan udara dan bahan bakar (AFR)

Air Fuel Ratio adalah faktor yang mempengaruhi kesempurnaan proses pembakaran didalam ruang bakar. Merupakan komposisi campuran bensin dan udara. Idelanya AFR bernilai 14,7 artinya campuran terdiri dari 1 bensin dan 14,7 udara biasa disebut Stoichiometry.

Secara umum, peruntukan ratio yang baik sbb:

- 12~13 : 1 : Adalah ratio yang menghasilkan tenaga yang paling besar / maksimum
- 15 : 1 : Adalah ratio yang memungkinkan pembakaran bensin secara sempurna
- 16~17 : 1 : Adalah ratio untuk pemakaian bensin yang paling irit

Setiap bahan bakar mempunyai karakteristik tersendiri. Antara bahan bakar bensin, diesel, metanol maupun lainnya memerlukan perbandingan udara-bahan bakar yang berbeda satu sama lainnya.

- **Campuran** = Campuran antara udara dan bahan bakar
- **Perbandingan campuran** = Perbandingan berat udara (G_{ud}) dengan berat bahan bakar (G_{bb}) dalam campuran.
- **Perbandingan udara-bahan bakar (Air-Fuel Ratio)** = Perbandingan campuran

Berikut pengaruh komposisi AFR pada kinerja motor :

AFR terlalu kurus:

- Tenaga mesin menjadi sangat lemah
- Sering menimbulkan detonasi
- mesin cepat panas
- membuat kerusakan pada silinder ruang bakar

AFR kurus :

- Tenaga mesin berkurang
- Terkadang terjadi detonasi
- Konsumsi bensin irit

AFR ideal :

- Kondisi paling ideal

AFR kaya :

- Bensin agak boros
- Tidak terjadi detonasi
- Mesin lebih bertenaga

AFR terlalu kaya :

- Bensin sangat boros
- Asap kenalpot berwarna hitam
- Asap pedih dimata

- Menimbulkan filamen pada gesekan dinding silinder dengan ring piston
- Terjadi penumpukan kerak diruang bakar

(sumber : Wisnu Arya Wardana, 2001)

2.13 Parameter *Performance* Motor Bakar Bensin Empat Langkah Satu Silinder Yang Di Teliti Adalah Sebagai Berikut :

2.13.1. Torsi (T)

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energy yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal sebesar F, benda berputar pada porosnya dengan jari-jari sebesar d dengan data tersebut torsinya adalah:

$$T = F \times d \quad (Nm) \dots \dots \dots \text{Pers 2.1}$$

Dimana :

T = Torsi benda berputar (Nm)

F = Gaya sentrifugal dari benda yang berputar (N)

D = Jarak benda ke pusat rotasi (m)

Karena adanya torsi ini lah yang menyebabkan benda berputar terhadap porosnya, dan benda akan berhenti apabila ada usaha melawan torsi dengan besar sama dengan arah yang berlawanan.

Torsi dan daya didapat melalui pengujian menggunakan alat yang dinamakan dynamometer/ dynotest dimana dyno test adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur putaran mesin/RPM dan torsi dimana tenaga atau daya yang dihasilkan dari suatu mesin atau alat yang berputar dapat dihitung tanpa memindahkan mesin kendaraan dari rangka kendaraan.

Jenis dynamometer yang digunakan

Name : REXTOR TECHNOLOGY INDONESIA

Model : DYNO PRO4

Serial No : DP4-1404-002

Mfg Date :13-04-2015

Terlihat pada gambar 2.23 Jenis dynotest Rextor



Gambar 2.12 Jenis dynotest Rextor di Draco Motor

Prinsip kerja dari alat ini adalah dengan memberi beban yang berlawanan terhadap arah putaran sampai putaran mendekati 0 Rpm beban ini nilainya sama dengan torsi poros, dengan stator yang dikenai beban sebesar w . mesin dinyalakan kemudian pada poros disambungkan dengan dinamometer untuk mengukur torsi mesin pada poros. Jumlah energi yang dihasilkan mesin setiap waktunya adalah yang disebut daya mesin. Sedangkan energi yang diukur pada poros mesin dayanya disebut daya poros.

2.13.2 Daya Mesin (HP)

Daya atau power yang dihitung dengan satuan kW (Kilo watts) atau HP (Horse Power) mempunyai hubungan erat dengan torsi. Power dirumuskan sebagai berikut:

$$P = T \cdot 2\pi \cdot \frac{n}{60 \times 1000} \quad (\text{kW}) \dots\dots\dots \text{Pers 2.2}$$

$$P = T (\text{Lbs. ft}) \cdot 2 \pi \cdot \frac{n}{5252} \quad (\text{HP})$$

Pada motor bakar, daya yang dihasilkan dari proses pembakaran didalam silinder dan biasa disebut daya indikator. Daya tersebut dikenakan pada torak yang berkerja bolak balik dari energi kimia bahan bakar dengan proses pembakaran menjadi energi mekanik pada torak. Daya indikator adalah merupakan sumber tenaga persatuan waktu, operasi mesin untuk mengatasi semua beban mesin. Mesin selama bekerja mempunyai komponen-komponen yang saling berkaitan satu dengan yang lainnya membentuk kesatuan yang kompak.

Komponen pada mesin juga merupakan beban yang harus diatasi daya indikator. Sebagai contoh pompa air untuk sistem pendingin, pompa pelumas untuk sistem pelumasan, kipas radiator, dan lain-lain. Komponen ini biasa disebut asesoris mesin. Asesoris ini dianggap parasit bagi mesin karena mengambil daya dari daya indikator. Disamping komponen pada mesin juga merupakan parasit dengan alasan yang sama yaitu mengambil daya indikator.

Daya pada pengujian dilakukan dengan alat dynamometer / dynotest dengan spesifikasi pada gambar 2.24.

2.13.3 Pemakaian Bahan Bakar (\dot{m}_f)

Pemakaian bahan bakar dihitung untuk menentukan waktu dibutuhkan oleh motor bakar untuk pemakaian bahan bakar dalam satuan volume yang dipengaruhi oleh massa jenis bahan bakar tersebut. Pemakaian bahan bakar

$$\dot{m}_f = \frac{V_{bb}}{t} \times \rho_{bb} \times \frac{3600}{1000} \text{ (kg/h)} \dots\dots\dots \text{Pers 2.3}$$

Sumber : *Modul .2015. Praktikum Fenomena dan Prestasi Mesin.* Pekanbaru :
Laboratorium Konversi Energi Teknik Mesin UIR.

Dimana:

\dot{m}_f : Laju aliran bahan bakar (kg/jam)

V_{bb} : Volume bahan bakar (cc)

t : Waktu pemakaian bahan bakar (second)

ρ_{bb} : Massa jenis bahan bakar (kg/m³)

2.13.4 Pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc)

$$Sfc = \frac{\dot{m}_f}{N_e} \left(\frac{\text{kg}}{\text{kW} \cdot \text{jam}} \right) \dots\dots\dots \text{Pers 2.4}$$

Sumber : *Modul .2015. Praktikum Fenomena dan Prestasi Mesin.* Pekanbaru :
Laboratorium Konversi Energi Teknik Mesin UIR.

2.13.5 Panas yang masuk

Panas yang masuk menyatakan hasil kali antara nilai kalor bahan bakar dengan laju aliran massa bahan bakar. Panas yang masuk keruang bakar ini digunakan untuk proses terjadinya pembakaran di ruang bakar yang dinyatakan dalam satuan *kJ/jam*.

$$Q_m = \dot{m}_f \cdot LHV \dots\dots\dots \text{Pers 2.5}$$

Sumber : *Modul .2015. Praktikum Fenomena dan Prestasi Mesin.* Pekanbaru :
Laboratorium Konversi Energi Teknik Mesin UIR.

Dimana :

Q_m = Panas yang masuk ke ruang bakar (*kJ/jam*)

\dot{m}_f = Laju aliran massa bahan bakar (*kg/jam*)

LHV = Nilai kalor bahan bakar (*kJ/ kg*)

2.13.6 Efisiensi thermal efektif (η_{th})

Pemakaian bahan bakar spesifik dapat menyatakan efisiensi thermal, tetapi tentu dalam bentuk sebaliknya. Hal itu dapat diterangkan dengan menggunakan persamaan. Jika jumlah bahan terpakai (m_f) adalah kg/jam, dan nilai kalor bawah bahan bakar (LHV) adalah kJ/kg artinya banyak kalor yang dihasilkan pada proses pembakaran bahan bakar tanpa melibatkan kandungan air, maka efisiensi thermal dihitung dengan persamaan :

$$\eta_{th} = \frac{N_e}{Q_m} \times 100(\%) \dots\dots\dots \text{Pers 2.6}$$

(Sumber: Wiranto. Arismunandar: 1998)

Dimana :

N_e = Daya efektif (kW)

Q_m = pemasukan kalor (kW)