

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Pengertian Motor Bakar

Motor bakar torak merupakan salah satu mesin pembangkit tenaga yang mengubah energi panas (energi termal) menjadi energi mekanik melalui proses pembakaran yang terjadi dalam ruang bakar sehingga menghasilkan energi mekanik berupa gerakan translasi piston (*connecting rods*) menjadi gerak rotasi poros engkol yang untuk selanjutnya diteruskan ke sistem transmisi roda gigi kemudian diteruskan ke roda penggerak sehingga kendaraan dapat berjalan. (Arismunandar, Wiranto, 1988)

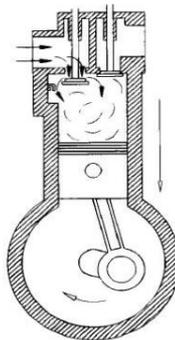
Menurut siklus kerja ideal, motor bakar torak terbagi menjadi tiga yakni motor bensin (*otto*) atau yang lebih umum *spark ignition engines (SIE)*, motor diesel atau yang lebih umum *compression ignition engine (CIE)*, dan siklus gabungan. Sedangkan menurut langkah yang ditempuh dalam menghasilkan tenaga, maka motor bakar torak terbagi menjadi motor bakar dua langkah (*two strokes engines*) dan motor bakar empat langkah (*four strokes engines*). (Arismunandar, Wiranto, 1988)

#### 2.2 Siklus Motor Bensin 4 Langkah

Motor bensin 4 langkah adalah motor bensin dimana untuk melakukan suatu kerja diperlukan 4 langkah gerakan piston dan 2 kali putaran poros engkol. Siklus kerja motor bensin 4 langkah:

### 2.2.1 Langkah Hisap (*Suction Stroke*)

Pada langkah ini, piston bergerak dari TMA menuju TMB, katup hisap terbuka sedangkan katup buang tertutup. Akibatnya tekanan pada kepala silinder akan bertambah.

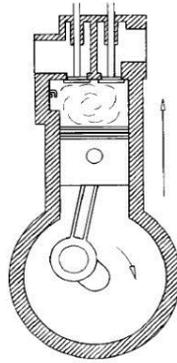


Gambar 2.1 Langkah Hisap (Jalius Jama, 2008)

### 2.2.2 Langkah Kompresi (*Compression Stroke*)

Setelah melakukan pengisian, piston yang sudah mencapai TMB kembali lagi bergerak menuju TMA, ini memperkecil ruangan di atas piston, sehingga campuran udara dan bahan-bakar menjadi padat, tekanan dan suhunya naik. Tekanannya naik kira-kira tiga kali lipat. Beberapa derajat sebelum piston mencapai TMA terjadi letikan bunga api listrik dari busi yang membakar campuran udara dan bahan-bakar.

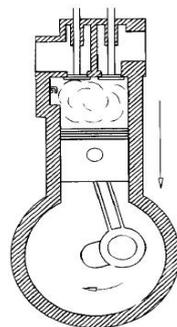
Sewaktu piston bergerak keatas, katup hisap tertutup dan pada waktu yang sama katup buang juga tertutup. Campuran diruang pembakaran dicompressi sampai TMA, sehingga dengan demikian mudah dinyalakan dan cepat terbakar.



Gambar 2.2 Langkah Kompresi (Jalius Jama, 2008)

### 2.2.3 Langkah Kerja (*Explosion/Power Stroke*)

Campuran terbakar sangat cepat, proses pembakaran menyebabkan campuran gas akan mengembang dan memuai, dan energi panas yang dihasilkan oleh pembakaran dalam ruang bakar menimbulkan tekanan ke segala arah dan tekanan pembakaran mendorong piston kebawah (TMB), selanjutnya memutar poros engkol melalui connecting rod.

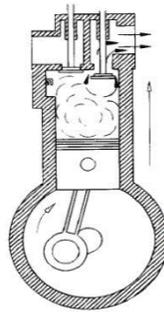


Gambar 2.3 Langkah Kerja (Jalius Jama, 2008)

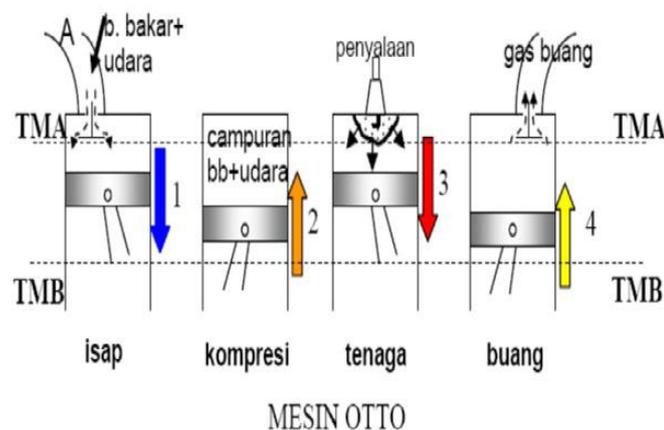
### 2.2.4 Langkah Pembuangan (*Exhaust Stroke*)

Sebelum piston bergerak kebawah ke (TMB), katup buang terbuka dan gas sisa pembakaran mengalir keluar. Sewaktu piston mulai

naik dari TMB, piston mendorong gas sisa pembakaran yang masih tertinggal keluar melalui katup buang dan saluran buang ke atmosfer. Setelah piston mulai turun dari TMA katup buang tertutup dan campuran mulai mengalir kedalam *cylinder*.



Gambar 2.4 Langkah Pembuangan (Jalius Jama, 2008)



Gambar 2.5 Proses kerja mesin 4 langkah Otto (Basyirun, 2008)

### 2.3 Definisi Mekanisme Katup

Pada sistem motor bakar 4 tak, untuk memasukkan campuran bahan bakar dan udara, membuang gas bekas hasil pembakaran dari dalam silinder, diperlukan adanya katup masuk (*In*) dan katup buang (*Ex*), yang berfungsi

menutup dan membuka saluran masuk dan buang. Mekanisme yang membuka dan menutup katup-katup ini disebut mekanisme katup.

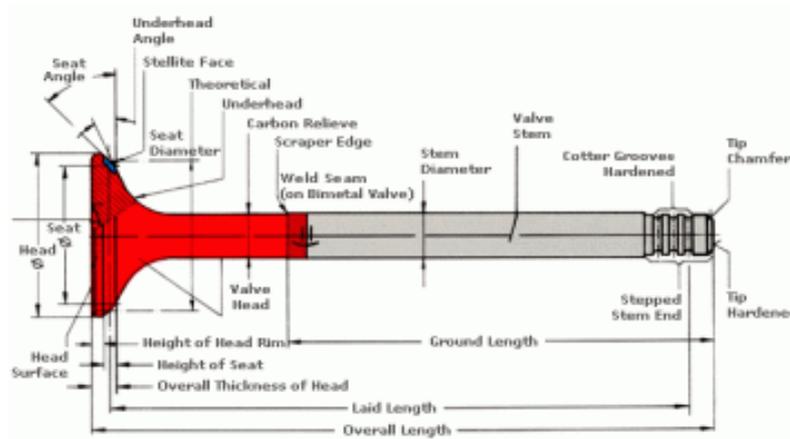
## **2.4 Komponen Dan Fungsi Mekanisme Katup SOHC**

Mekanisme katup mempunyai dua kegunaan, yaitu mengatur pemasukan campuran udara dan bahan bakar ke ruang bakar, dan mengatur pembuangan gas hasil sisa pembakaran ke udara luar.

Setiap komponen pada mekanisme katup memiliki peran dan fungsi masing-masing, antara lain:

### **2.4.1 Katup (*Valve*)**

Katup berfungsi untuk membuka dan menutup saluran hisap dan buang. Konstruksi katup terdiri atas kepala katup, muka katup dan tangkai katup. Bentuk katup menyerupai jamur, pada kepala katup bentuknya disesuaikan dengan kebutuhan, agar gas baru dapat masuk ke dalam silinder dengan lancar, demikian pula dengan gas bekas dapat keluar dengan lancar. Kepala katup terdapat permukaan yang berimpitan dengan dudukan katup. Bagian katup yang berimpitan disebut permukaan katup.



Gambar 2.6 Katup (Step 2 Engine Group: 24)

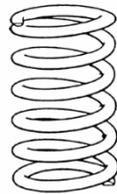
Permukaan katup (*valve face*) dibuat miring, sesuai dengan kemiringan permukaan dudukan katup. Kepala katup juga disebut daun katup (*leaf valve*). Dibandingkan dengan diameter katup buang diameter katup hisap lebih besar. Dimaksudkan agar pemasukan gas baru lebih sempurna dengan massa gas yang lebih berat.

Keadaan yang sebenarnya, apabila langkah dalam torak  $180^\circ$  engkol maka akan terjadi kekurangsempurnaan dalam tiap langkah torak, misalnya untuk langkah hisap, apabila katup hisap dibuka saat torak berada dititik mati atas dan ditutup saat berada dititik mati bawah, pemasukan gas sedikit sekali karena mendapat hambatan pada saluran-saluran hisap, termasuk tinggi pembukaan katup. Demikian pula untuk langkah buang apabila katup buang dibuka pada saat torak berada dititik mati bawah dan ditutup pada saat torak berada dititik mati atas, maka akan terjadi ketidaksempurnaan dalam pembuangan gas bekas, gas bekas tidak seluruhnya dapat terbang keluar.

Peranan utama katup pada mesin sangatlah penting. Disamping katup berfungsi untuk membuka dan menutup saluran hisap dan buang, tentunya katup pada saat langkah kompresi maupun ekspansi kedua katup harus menutup saluran tersebut, supaya meningkatkan kompresi dalam ruang bakar.

#### 2.4.2 Pegas Katup (*Valve Spring*)

Pegas katup merupakan salah satu bagian yang penting dari mekanisme katup. Fungsi pegas katup adalah mengencangkan penutupan katup terhadap dudukannya dan mengembalikan katup pada posisi semula, setelah terjadi pembukaan katup.



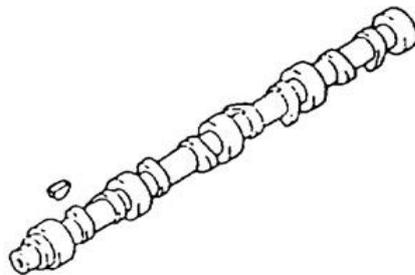
Gambar 2.7 Pegas Katup (Step 2 Engine Group: 24)

Kerja katup membuka dan menutup saluran sesuai dengan langkahlangkah kerja torak. Pembukaan katup digerakan oleh sumbu nok dan saat penutupan digerakan oleh pegas katup. Gerakan katup membuka cepat atau lambat tergantung kecepatan putaran poros nok atau kecepatan poros engkol. Kedua gerakan ini harus seimbang, bila putaran poros engkol lambat, kecepatan membuka katup juga lambat, sebaliknya bila kecepatan putar tinggi maka membuka katup juga cepat.

Kecepatan menutupnya katup dipengaruhi factor massa benda-benda yang mendorong pegas katup dan tekanan pegas katup.

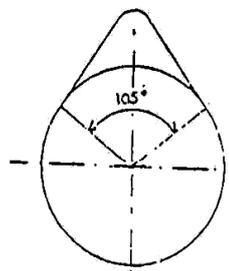
### 2.4.3 Poros Nok (*Camshaft*)

Poros nok mempunyai fungsi untuk mengatur saat pembukaan dan penutupan katup secara periodik. Jumlah nok sama dengan jumlah katup – katupnya.

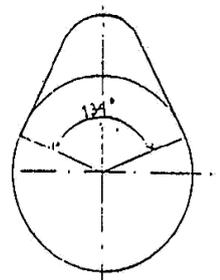


Gambar 2.8 Poros Nok (Step 2 Engine Group: 29)

Waktu kerja katup diatur oleh bentuk nok, untuk waktu kerja katup yang singkat bentuk bubungannya lancip, sedangkan waktu kerja katup lama bentuk bubungannya tumpul.



Gambar 2.9 Bubungan Untuk Masa Kerja Katup Singkat



Gambar 2.10 Bubungan Untuk Masa Kerja Katup Panjang

(Step 2 Engine Group: 29)

#### 2.4.4 *Rocker Arm*

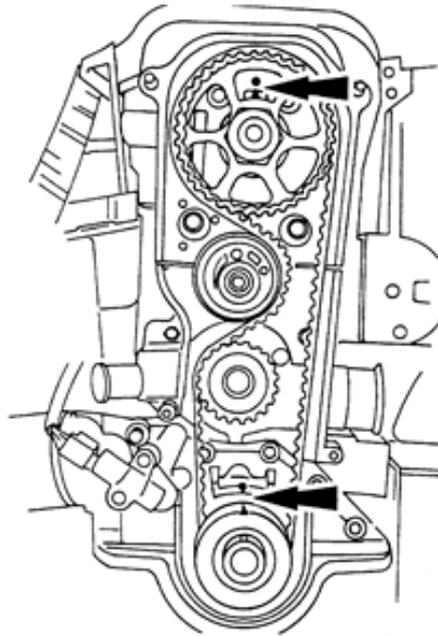
Bahan rocker arm dibuat dari baja tuang, rocker arm berfungsi untuk menekan katup, sehingga katup membuka. Rocker arm dipasang di atas kepala silinder, bila noken as menekan ke atas salah satu sepatu rocker arm, ujung yang lain berhubungan dengan katup dan mendorong tangkai katup yang menyebabkan katup terbuka. Rocker arm dilengkapi dengan sekrup dan mur pengunci (lock nut) untuk menyetel celah katup.



Gambar 2.11 *Rocker Arm*

#### 2.4.5 *Timing Belt*

Sumbu nok digerakan oleh sabuk yang bergigi sebagai pengganti *timing chain*. Sabuk (*belt*) selain tidak menimbulkan bunyi dibanding dengan rantai (*chain*), juga tidak diperlukan penyetelan tegangan. Kelebihan lainnya *belt* lebih ringan dibanding dengan model lainnya. Oleh karena itu model ini banyak digunakan pada mesin. *Belt* penggerak sumbu nok ini dibuat dari *fiber glass* yang diperkuat dengan karet sehingga mempunyai daya regang yang baik dan hanya mempunyai penguluran yang kecil bila terjadi panas.

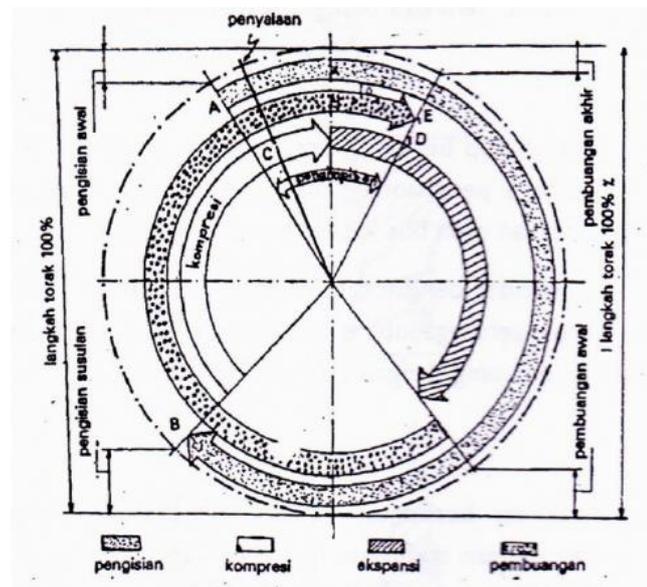


Gambar 2.12 *Timing Belt* (New Step 1, 1996: 3-21)

## 2.5 Waktu Kerja Katup

Masa kerja katup (*valve timing*) adalah saat membuka dan menutupnya katup yang berhubungan dengan posisi penggerak torak. Pada saat mesin berputar dengan kecepatan tinggi maka katup harus membuka lebih cepat dan menutup lebih lambat. Hal ini untuk memberikan kesempatan bagi masuknya campuran udara dan bensin ke dalam silinder sebanyak mungkin. Sebaliknya, katup buang akan membuka sebelum langkah usaha berakhir dan tetap terbuka sampai beberapa saat setelah langkah hisap dimulai.

Masa kerja katup dinyatakan dalam bentuk yang menunjukkan besarnya sudut perputaran poros engkol berdasarkan kedudukan torak pada TMA atau TMB.



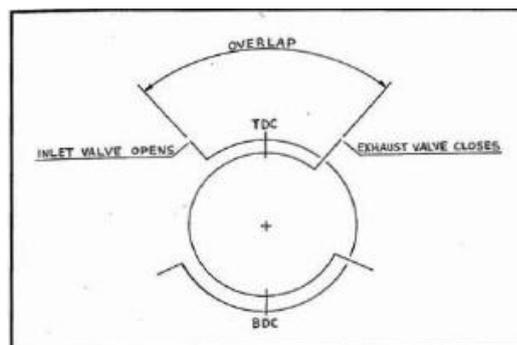
Gambar 2.13 Diagram Pengaturan Pembukaan Dan Penutupan Katup  
( Marsudi 2010:46)

Waktu buka dan tutup katup berpengaruh terhadap performa mesin adapun besar durasi yang sesuai dengan performa mesin seperti :

- Performa mesin *low speed* pada motor kompetisi buka tutup katup kisaran  $20^{\circ}$ - $50^{\circ}$  untuk katup *intake* membuka dan menutup, dan  $50^{\circ}$ - $20^{\circ}$  katup *exhaust* membuka dan menutup.
- Performa mesin *sport* untuk katup *intake* membuka dan menutup kisaran  $25^{\circ}$ - $65^{\circ}$  dan katup *exhaust* membuka dan menutup kisaran  $70^{\circ}$ - $20^{\circ}$
- Performa mesin *full maximum speed* untuk katup *intake* membuka dan menutup kisaran  $40^{\circ}$ - $70^{\circ}$  dan katup *exhaust* membuka dan menutup kisaran  $75^{\circ}$ - $35^{\circ}$  ( Graham bell 1998: 342)

## 2.6 Overlapping

*Overlapping* adalah sebuah kondisi dimana kedua katup (hisap dan buang) berada dalam posisi terbuka. Hal ini terjadi pada akhir langkah buang hingga awal langkah hisap. *Overlapping* merupakan jumlah derajat durasi saat katup masuk mulai membuka dan buang menutup. Jumlah derajat overlapping mempengaruhi performa mesin. *Overlapping* yang terlalu besar akan membuat kompresi rendah, boros, pembilasan sempurna sehingga menjadikan bahan bakar murni tercemar dan pembakaran menjadi tidak sempurna karena terjadi negative carburetion. Hal ini hanya akan menghasilkan performa mesin hanya baik pada putaran rendah. Sedangkan *overlapping* yang terlalu kecil akan menyebabkan pemasukan bahan bakar menjadi lebih telat. Sehingga performa mesin hanya baik pada putaran tinggi. Untuk itu diperlukan *overlapping* yang tepat guna memperoleh performa mesin yang seimbang antara torsi dan daya.



Gambar 2.14 Diagram *Overlapping* Poros Bubungan

(Sumber: Des Hammill, 1998: 11)