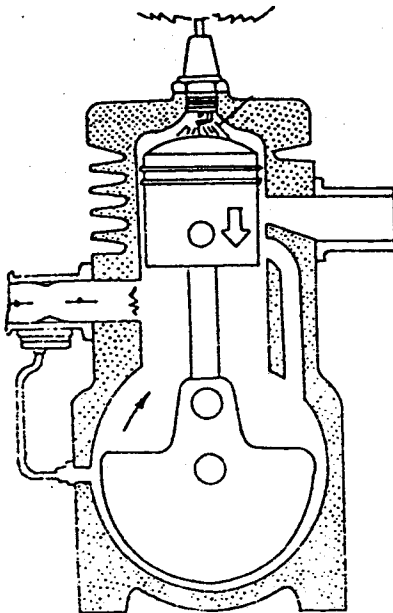


# DASAR OTOMOTIF 1



Oleh:

**Drs. Erzeddin Alwi**

DITERBITKAN OLEH UPT PUSAT MEDIA PENDIDIKAN  
FPTK IKIP PADANG  
1990

MILIK UPT PERPUSTAKAAN  
IKIP PADANG

## KATA PENGANTAR

Berkat Rahmad Tuhan Yang Maha Esa, akhirnya penulis dapat menyelesaikan buku Dasar Otomotif Jilid 1. Buku ini adalah merupakan materi dasar perkuliahan mata kuliah Dasar Otomotif.

Dasar Otomotif jilid 1 ini materinya terdiri atas Proses kerja mesin empat langkah, dan proses kerja mesin dua langkah serta komponen-komponennya, dan sistem bahan bakar.

Besar harapan penulis dengan adanya buku ini, diharapkan para mahasiswa dapat memahami cara kerja engine dan sistem pemasukan bahan bakar, dan sistem pembuangan gas bekas.

Penulis yakin dan percaya bahwa buku ini masih jauh dari sempurna, untuk itu mohon kiranya para pembaca dapat memberikan saran atau kritik pada penulis dalam rangka perbaikan untuk masa selanjutnya.

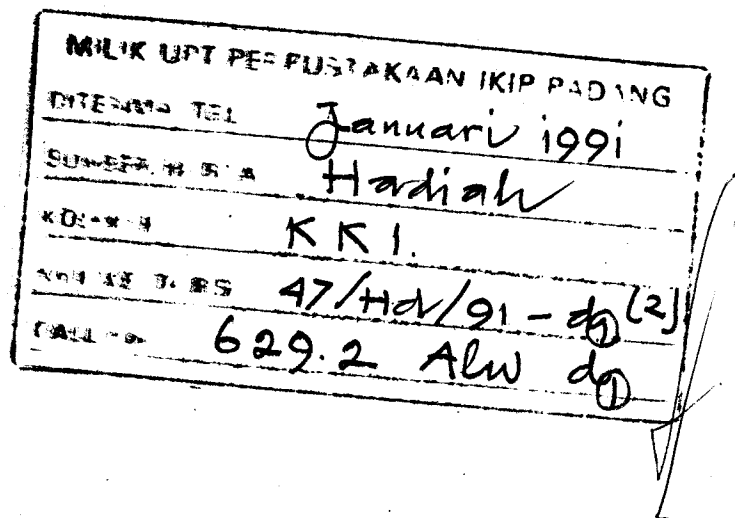
Harapan penulis, mudah-mudahan buku ini bermanfaat bagi penulis maupun pembacanya.

Padang, Agustus 1990

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
BAB I. PROSES KERJA DAN KOMPONEN-KOMPONEN MESIN...	1
A. Pendahuluan .....	1
B. Dasar Kerja Motor Bakar .....	1
C. Motor Empat Tak .....	3
D. Sistem Yang Terpenting Dalam Motor Bakar .....	16
E. Motor Dua Tak .....	23
F. Susunan Silinder Sepeda Motor .....	29
G. Pembilasan .....	30
BAB II. SISTEM BAHAN BAKAR .....	35
A. Tanki Bahan Bakar .....	36
B. Kran Bahan Bakar .....	37
C. Slang Bahan Bakar .....	39
D. Karburator .....	39
E. Bahan Bakar .....	48
F. Sistem Pemasukan dan Pembuangan Udara ..	52
DAFTAR BACAAN .....	58





## BAB I

### PROSES KERJA DAN KOMPONEN-KOMPONEN MESIN

#### A. Pendahuluan

Setiap hari kendaraan bermotor selalu memenuhi jalan umum, bahkan anda sendiri mungkin menggunakan kendaraan bermotor setiap hari.

Banyak sekali jenis kendaraan bermotor ada yang beroda dua, beroda tiga, beroda empat, dan beroda banyak. Setiap jenis mempunyai merek atau nama masing-masing. Dari kendaraan bermotor yang banyak jenisnya itu kita ambil salah satu diantaranya mobil atau sepeda motor.

Jenis mobil atau sepeda motor mempunyai berpuh-puluh-puluh malahan beratus-ratus merek dari sekian banyak negara yang menghasilkan atau yang membuat kendaraan tersebut, dan masing-masing merek ada sedikit perbedaan.

Jadi apa sebenarnya yang disebut motor, Wiranto Arismunandar (1977, hal.1) menyebutkan, mesin yang mengubah tenaga panas menjadi tenaga penggerak disebut Motor Bakar.

Dari definisi diatas semakin jelas bahwa banyak kendaraan lain yang sejenis yang menggunakan motor pembakaran sebagai tenaga penggeraknya. Ditinjau dari sumber gerakannya maka mobil dan sepeda motor yang kita kendarai tidaklah berbeda prosesnya yang dipergunakan motor bensin, dan proses kerjanya dapat dilihat pada bagian berikutnya.

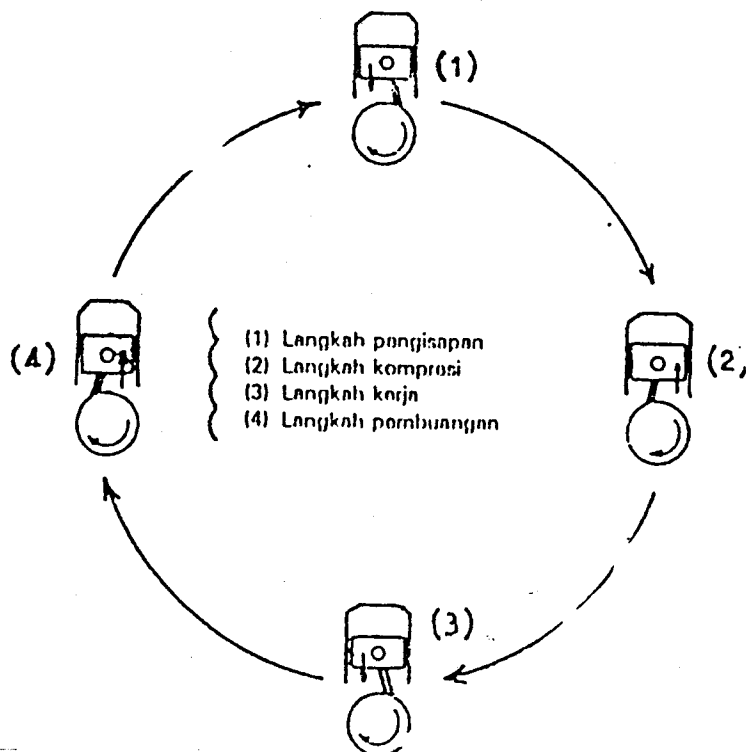
#### B. Dasar Kerja Motor Bakar

Untuk mendapatkan suatu kerja pada suatu motor bakar harus melakukan empat hal :

1. Menghisap bahan bakar (campuran bensin dengan udara) masuk kedalam ruangan silinder.

2. Menaikan tekanan gas campuran bensin dengan udara agar memperoleh tekanan hasil pembakaran yang cukup tinggi.
3. Meneruskan gaya tekanan hasil pembakaran sedemikian rupa sehingga dipakai sebagai tenaga penggerak.
4. Membuang gas-gas hasil pembakaran keluar dari ruangan pembakaran.

Keempat hal tersebut terjadi dalam suatu proses kerja motor bakar yang biasa disebut satu siklus yang dapat diperhatikan pada gambar berikut.



Gambar 1.

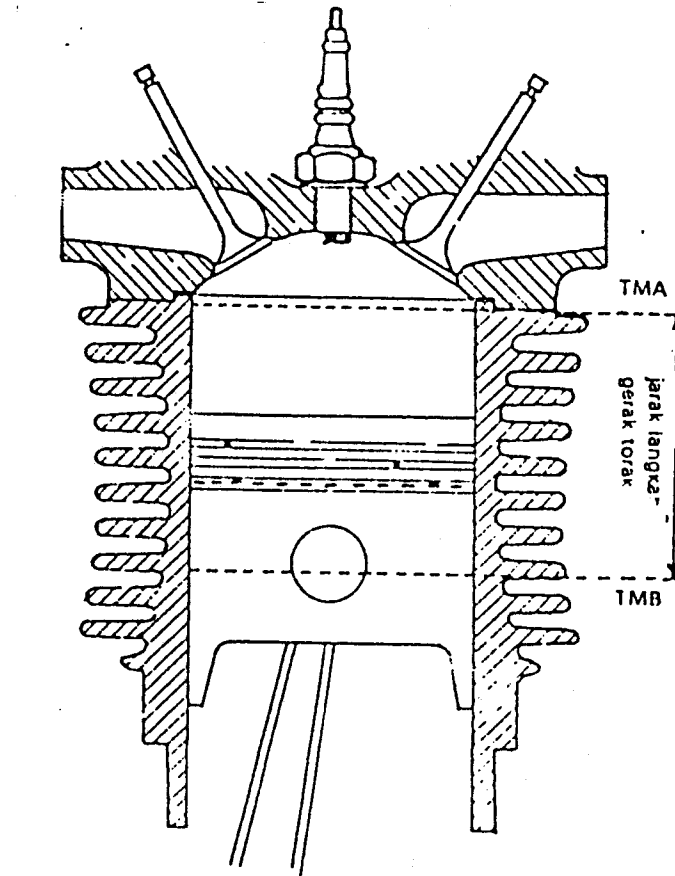
Siklus kerja Motor Bakar  
(Manual Honda C70, 1978, hal.5)

Pada motor bakar torak alat yang melakukan keempat hal tersebut diatas adalah torak yang bergerak naik turun didalam sebuah tabung yang disebut silinder. Pergerakan torak terletak antara dua batas

MILIK UPT PERPUSTAKAAN  
IKIP PADANG

batas paling atas didalam silinder disebut titik mati atas (TMA) dan batas paling bawah didalam silinder dinamakan, titik mati bawah ( TMB ).

Jarak antara TMA ke TMB dinamakan Panjang langkah gerak torak, atau stroke lihat gambar 2.



Gambar 2.

Panjang Langkah Gerak Torak.  
(Manual Honda C70, 1978, hal.5)

Mesin empat langkah memerlukan empat kali langkah gerak torak untuk menyelesaikan satu proses kerja, sedangkan mesin dua langkah memerlukan dua kali gerak torak untuk menyelesaikan satu proses kerja.

#### C. Motor Empat Tak

Arti motor empat tak, yaitu setiap jenis motor

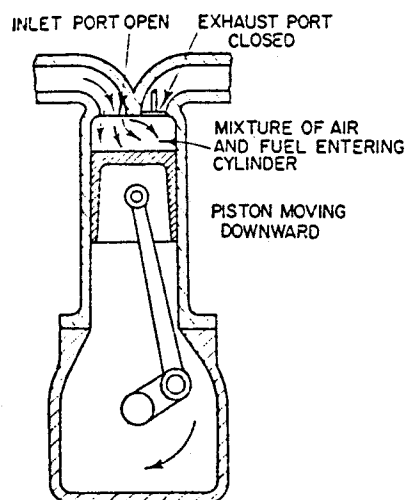
bakar yang dalam setiap silindernya untuk mendapatkan satu kali pembakaran gas memerlukan empat kali gerakan piston, dan dua kali putaran engkolnya ( $2 \times 360^{\circ}$ ) yang disertai terbukanya klep buang masing-masing sebanyak satu kali.

#### 1. Proses kerja Motor empat tak

Dari uraian diatas bahwa motor empat tak memerlukan empat langkah untuk mendapatkan satu siklus (proses kerja ).

##### a. Langkah penghisapan, (gambar 3 ).

- Torak bergerak dari TMA ke TMB.
- Katup masuk/intake valve terbuka katup buang tertutup.
- Bersamaan dengan terbukanya katup masuk, campuran bahan bakar dengan udara yang telah tercampur didalam karburator, masuk dan terhisap ke dalam silinder.
- Saat torak berada di TMB, katup masuk akan tertutup.

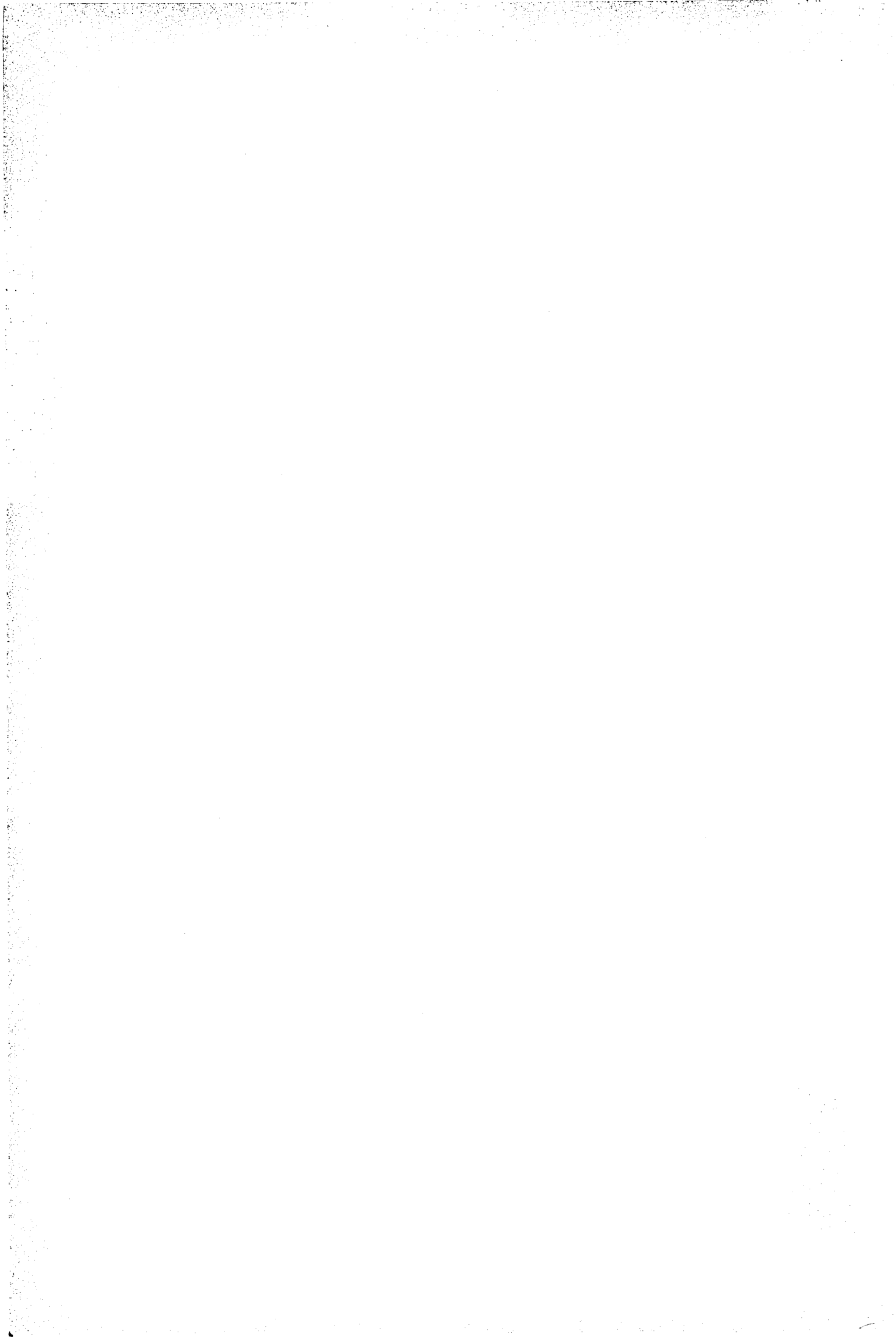


Gambar 3.

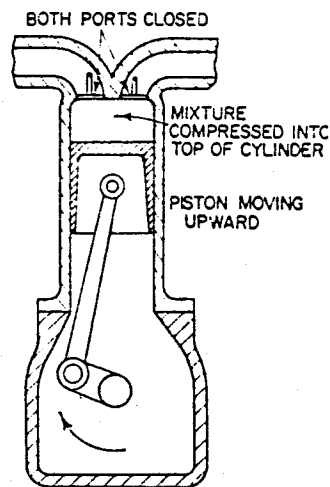
Langkah hisap

(V.A.W.Hillier & F.W Pittuck, 1972, hal.46)





- b. Langkah Kompresi, (gambar 4).
- Torak bergerak dari TMA ke TMA.
  - Katup masuk dan katup buang ke dua-duanya tertutup sehingga gas yang telah dihisap tadi tidak dapat keluar pada waktu ditekan oleh torak yang mengakibatkan tekanan gas akan naik sambil mengeluarkan panas.
  - Beberapa saat sebelum piston mencapai TMA, busi mengeluarkan percikan bunga api listrik.
  - Gas/bahan bakar yang telah mencapai tekanan tinggi terbakar.
  - Akibat pembakaran bahan bakar tadi, tekananya akan naik menjadi kira-kira tiga kali lipat.



Gambar 4.

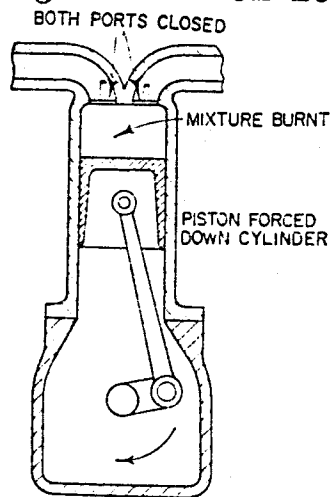
#### Langkah Kompresi

(V.A.W.Hillier & F.W Pittuck, 1972, hal.46)

- c. Langkah Kerja/Usaha, (gambar 5).
- Saat ini kedua katup masih dalam keadaan tertutup.
  - Gas yang terbakar tadi dengan temperatur dan tekanan yang tinggi akan mengembang kemudian menekan dan memaksa torak turun kebawah, dari TMA ke TMB.

MILIK UPT PERPUSTAKAAN  
IKIP PADANG

- Saat inilah pertama kali tenaga panas (kalori) dirubah menjadi tenaga gerak/mechanis. Tenaga ini disalurkan melalui batang penggerak dan oleh poros engkol dirubah menjadi gerak putar.



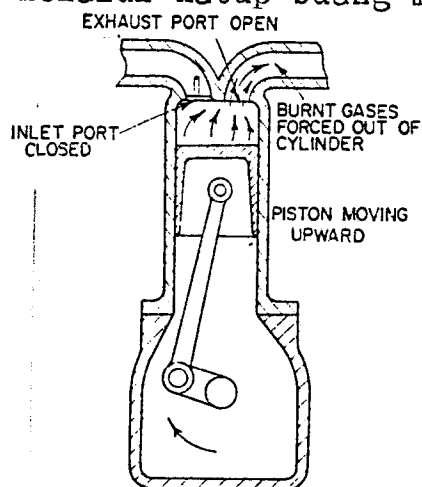
Gambar 5.

Langkah Usaha

(V.A.W.Hillier & F.W Pittuck, 1972, hal.46)

d. Langkah Pembuangan, (gambar 6).

- Katup buang terbuka, katup masuk tertutup.
- Torak bergerak dari TMB ke TMA.
- Gas-gas sisa pembakaran terdorong oleh torak ke luar melalui katup buang menuju udara bebas.



Gambar 6.

Langkah Pembuangan

(V.A.W.Hillier & F.W Pittuck, 1972, hal.46)

Dengan terbuangnya gas bekas sisa pembakaran tadi maka kerja ke empat langkah dari mesin empat langkah selesai untuk satu siklus.

Kesimpulannya, 1(satu) siklus = 2(dua) kali putaran sumbu engkol. Hal ini berlangsung berulang ulang sehingga memungkinkan untuk mesin bergerak terus menerus.

## 2. Tanda-tanda Motor empat tak

Tanda-tanda motor empat tak yang dimiliki oleh setiap motor empat tak antara lain :

- a. Bahan bakarnya bensin murni (premium/super 98) artinya tidak menggunakan campuran oli pada bahan bakar baik secara langsung maupun tidak
- b. Setiap silidernya memiliki dua buah katup yang masing-masing katup, masuk dan buang kedua katup ini berguna untuk mengatur keluar dan masuknya gas dari karburator kedalam ruang kompresi, mengeluarkan gas sisa pembakaran dari ruang kompresi (Jadi untuk pemasangan harus benar-benar baik).
- c. Setiap silindernya mempunyai hanya satu macam kompresi yaitu kompresi silinder, artinya setiap dua kali putaran poros engkol hanya terdapat satu kali usaha.
- d. Setiap pistonnya memiliki tiga ring piston yang terdiri dari : ring kompresi satu, ring kompresi dua, dan ring oli berguna untuk pelumasan piston.
- e. Terdapatnya rantai camprat atau rantai timing yang berhubungan dengan noken as.

## 3. Komponen utama motor empat tak

Komponen utama motor empat tak dapat kita golongkan menjadi dua bagian besar yaitu :

MILIK UPT PERPUSTAKAAN  
IKIP. PADANG



Komponen yang tidak bergerak, dan komponen yang bergerak.

a. Komponen yang tidak bergerak.

- Tutup kepala silinder.
- Tutup klep/katup.
- Kepala silinder.
- Silinder.
- Karter.
- Paking.

b. Komponen-komponen yang bergerak.

- Ring piston.
- Piston.
- Pin piston.
- Sumbu engkol/poros engkol.
- Sumbu bubungan.
- Magnit generator.
- Noken as.
- Gigi noken as.
- Pesawat katup.
- Rantai timing.

Setelah mengenal nama-nama komponen yang terdapat pada engine yang menggunakan mesin 4 langkah, selanjutnya harus diketahui pula fungsi dan kerja dari setiap komponen utama dari engine tersebut sebagai berikut.

1). Tabung silinder

Kalau diibaratkan kepada tubuh manusia tabung silinder ini dapat diumpamakan dengan lambung yang berfungsi berguna mencernakan makanan yang masuk menjadi zat-zat yang penting pada tubuh manusia dan kemudian untuk menimbulkan gaya kerja.

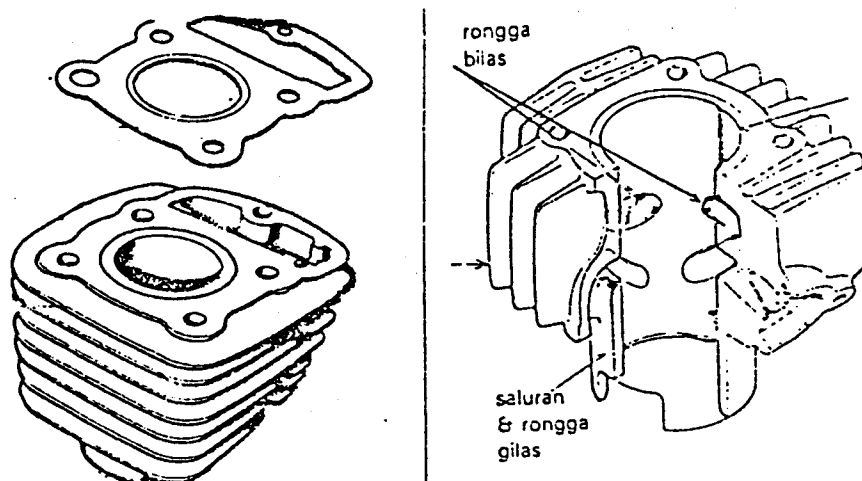
Tabung silinder juga adalah sebagai

tempat memproses bahan bakar bercampur udara yang selanjutnya akan dibakar pada ruang bakar, sehingga memperoleh tekanan dan temperatur yang tinggi.

Karena terjadinya temperatur dan tekanan yang tinggi serta gesekan piston/torak terhadap dinding silinder, maka pembuatan tabung silinder haruslah dari bahan yang cukup kuat.

Pada umumnya tabung silinder dibuat dari bahan baja tuang untuk mesin yang konstruksi besar dan bahan logam aluminium paduan yang dibagian dalamnya dipasangkan tabung dari bahan baja yaitu pada bagian tempat Bergeraknya torak pada motor berkonstruksi kecil.

Pada mesin empat tak dinding silindernya berbentuk rata dan licin, sedangkan pada motor dua tak dinding silinder mempunyai rongga-rongga bilas dan rongga pembuang, lihat gambar 7.



Gambar 7.

Tabung Silinder  
(Manual Honda C70, 1978, hal.13)

MILIK UPT PERPUSTAKAAN  
IKIP PADANG

## 2). Kepala silinder.

Sama halnya dalam ruangan silinder yang mengalami tekanan dan temperatur tinggi, demikian juga pada kepala silinder terutama pada bagian ruang bakarnya.

Untuk itulah pada kepala silinder di buat dari bahan aluminium paduan. Untuk menghindarkan dari kebocoran biasanya diberi paking dan pengencangan baut guna merapatkan kepala silinder terhadap silindernya haruslah seteliti mungkin dan menuruti pengerasan dari pabrik pembuatnya.

Kepala silinder dua tak lebih sederhana dari kepala silinder empat tak, jika dilihat pada konstruksinya, hal ini disebabkan konstruksi kepala silinder empat tak harus dipertimbangkan, karena komponen yang diperlukan seperti, katup masuk dan katup buang dan peralatan penggerak katup lainnya.

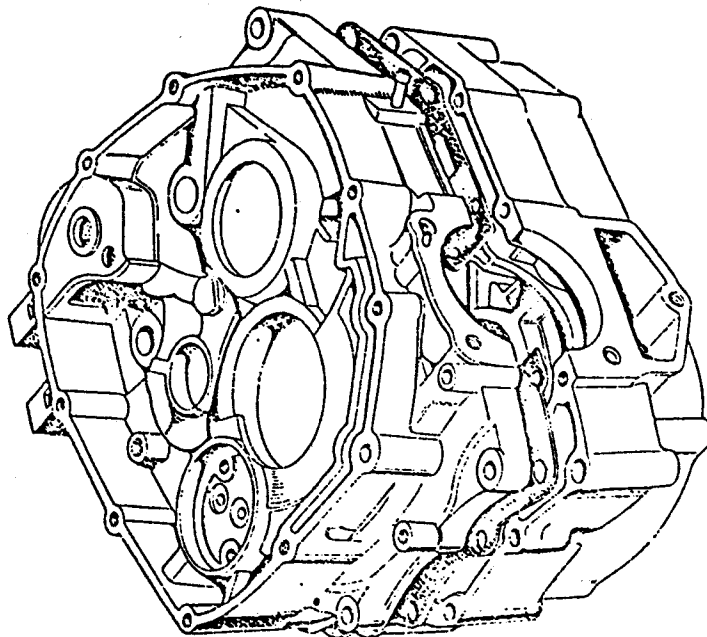
## 3). Blok silinder

Blok silinder berfungsi sebagai pendukung dari komponen, kepala silinder, silinder, poros engkol, kopling dan lain-lain lihat gambar 8 .

Blok mesin biasanya dibuat dari bahan logam aluminium paduan. Fungsi lain dari blok silinder adalah sebagai wadah minyak pelumas, sekaligus untuk mendinginkan minyak pelumas didalam sirkulasinya.

Berbeda dengan blok silinder dua langkah seperti vespa dan jenis lainnya. Pada blok mesin terdapat rongga yang dihubungkan dengan karburator sebagai pemasukan bahan bakar.





Gambar 8.

Blok Silinder

(Manual Honda CG125, 1978, hal.15)

4). Torak (Piston).

Torak akan mendapatkan bahan yang berat dalam silinder dan ruang bakar, maka dalam pembuatannya harus diperhitungkan dengan teliti, tentang pemakaian bahannya serta bentuk dari torak itu sendiri, agar dapat mengetahuinya dalam mesin.

Pada umumnya torak dibuat dari bahan aluminium paduan, yang mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

- Ringan
- Penghantar panas yang baik
- Pemuaiannya kecil
- Tahan terhadap keausan akibat gesekan
- Kekuatan yang tinggi, terutama pada temperatur yang tinggi

Kalau kita melihat kepala torak, pada umumnya rata, tetapi disebabkan adanya ke -

butuhan sehubungan dengan kompresi dan bentuk dari ruang bakarnya, maka torak dapat juga berbentuk :

- Cekung
- Gembung
- Kerucut terpancung
- Bentuk deflektor (tonjolan penggerak gas), pada umumnya pada torak motor dua tak, guna untuk membantu memisahkan gas yang baru masuk, dan gas bekas.

Diameter torak dibuat lebih kecil dari pada diameter lubang tabung silindernya. Sewaktu mesin bekerja, kerenggangan itu akan dirapatkan oleh ring torak yang mempunyai sifat pegas. Guna untuk menghindari kemacetan saat torak memuai diwaktu mesin panas, maka pada ujung cincin (ring) torak terdapat jarak, disamping itu pelumasan antara dinding silinder dengan torak dan cincin (ring) torak ini harus benar-benar baik dan sempurna.

Ketentuan dari kerenggangan antara diameter torak dengan diameter lobang silinder mempunyai besar tertentu pada setiap jenis motor sesuai dengan petunjuk pabrik. Kalau torak diukur dengan benar, maka torak itu tidak berbentuk silinder, melainkan diameter bagian atas umumnya lebih kecil dari pada bagian bawah, karena pada bagian itu menderita panas yang lebih.

5). Cincin torak (ring piston).

Fungsi dari cincin torak adalah :

- Mempertahankan kerapatan antara torak dengan dinding silinder agar tidak terjadi kebocoran gas kedalam ruang bak mesin.

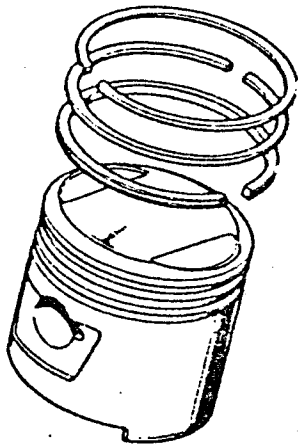
- Untuk membantu pengontrolan pelapisan minyak pelumas pada dinding silinder.

Dari kedua fungsi tersebut diatas jelas bahwa cincin torak harus dibuat dari bahan yang dapat memenuhi persyaratan tersebut. Pada umumnya cincin torak dibuat dari bahan besi tuang dan juga dari bahan baja paduan dengan tambahan bahan-bahan lain sebagai lapisan pada bagian permukaan yang bergesekan.

Melihat dari fungsinya cincin torak dapat dibagi dalam : ring kompresi, ring pelumasan. Pada umumnya mesin-mesin yang kecil empat langkah mempunyai tiga cincin yaitu :

- 2 buah sebagai cincin kompresi.
- 1 buah sebagai cincin pelumas, gambar 9.

berbeda dengan motor dua langkah, yaitu mempergunakan dua ring torak dan kedua-duanya adalah ring kompresi tanpa ring pelumasan, gambar 10.



Gambar 9.  
Torak dan cincin torak motor 4 langkah.

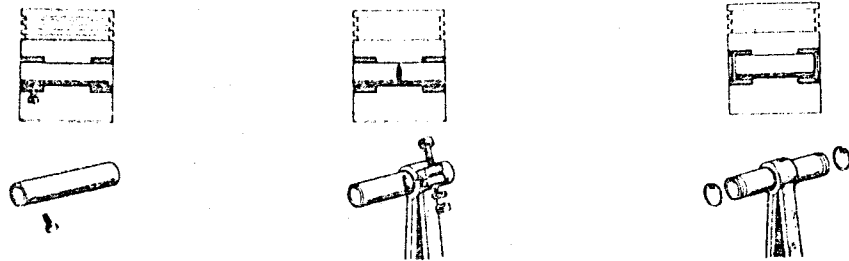


Gambar 10.  
Torak dan cincin torak motor 2 langkah.

( Manual Honda CG 125, 1978. hal.17 )

6). Pena torak (pin piston).

Fungsinya adalah untuk mengikat atau menghubungkan torak dengan batang torak disamping juga untuk memindahkan tenaga dari torak ke batang torak, agar gerak bolak balik dari torak dapat dirobah menjadi gerak putar pada poros engkol, gambar 11.



Gambar 11.

Pena Torak

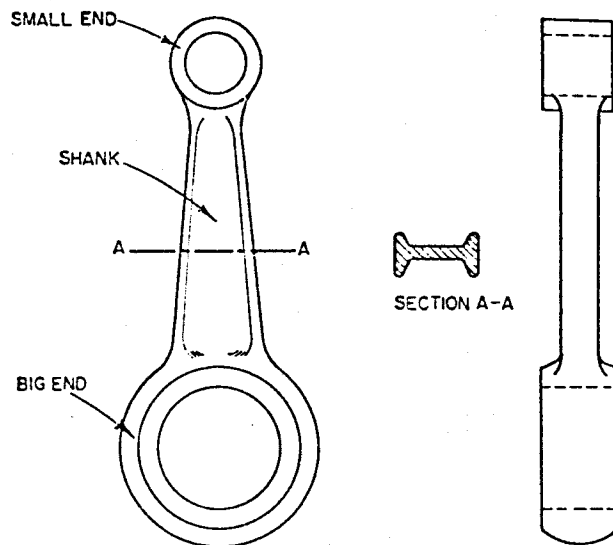
(John Deere, 1972, hal.2-44)

7). Batang penggerak (Connecting Rod).

Batang penggerak adalah berfungsi untuk menghubungkan torak dengan poros engkol. pada konstruksi batang penggerak terdiri dari bagian-bagian :

- Kepala kecil
- Tangkai
- Kepala besar

Biasanya panjang batang penggerak pada motor kira-kira dua kali langkah gerak torak, dan dibuat dari bahan besi tuang atau baja. Dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12.

## Batang Penggerak

(V.A.W.Hillier &amp; F.W.Pittuck, 1972, hal.59)

## 8). Poros engkol (Crankshaft)

Telah dijelaskan terdahulu bahwa gerak bolak balik pada torak telah dirobah menjadi gerak putar oleh poros engkol melalui pena torak dan batang penggerak.

Pada umumnya poros engkol dibuat dari bahan baja. Dilihat dari jenisnya, poros engkol pada sepeda motor dapat dibagi dalam dua bagian :

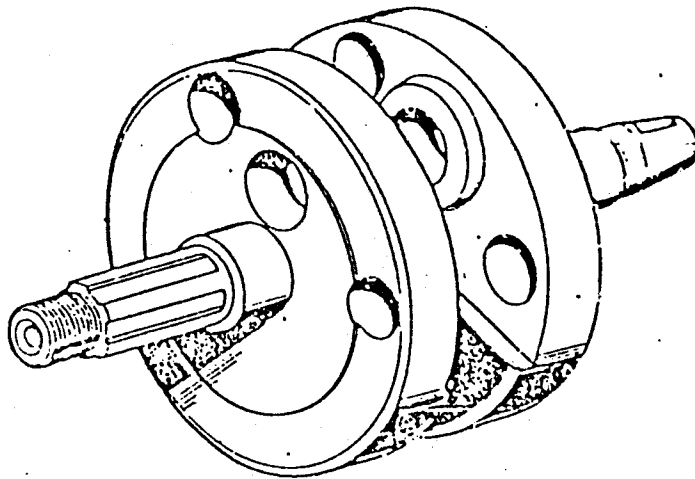
- a).Jenis built up, seperti pada motor kecil yang mempunyai jumlah silinder satu atau dua.
- b).Jenis one piece, seperti pada motor jenis besar yang mempunyai jumlah silinder banyak misalnya Honda CB 750 .

## 9). Roda Gila

Roda gila berfungsi untuk meneruskan gerak putar dari poros engkol dan untuk menjamin

agar torak dapat mencapai gerak langkah berikutnya. Dapatnya poros engkol berputar secara terus menerus adalah akibat adanya tenaga gerak (energi kinetis) yang tersimpan pada roda gila, sebagai kelebihan pada saat langkah kerja.

Dalam pembuatan roda gila harus dibalansir dengan teliti agar putaran mesin rata benar tanpa ada getaran. Pada mesin sepeda motor roda gila berfungsi sebagai rotor generator.



Gambar 13.

Poros Engkol

(Manual Honda CG 125, 1978, hal.19)

#### D. Sistem Yang Terpenting Dalam Motor Bakar.

Sistem yang terpenting dalam motor bakar adalah sistem pemasukan bahan bakar, khusus untuk motor 4 - langkah meliputi komponen-komponen berikut :

##### 1. Katup

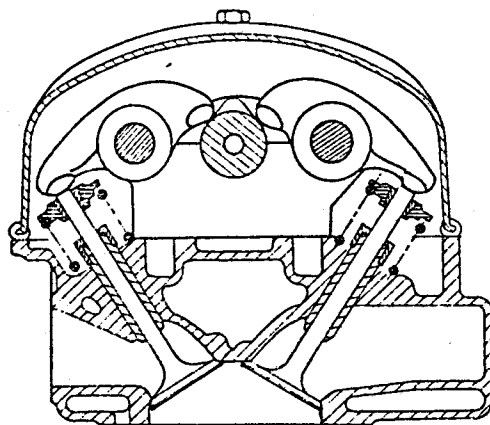
Pada motor bensin empat langkah, pemasukan dilakukan melalui katup masuk dan pembuangan dilakukan oleh katup buang. Membuka dan menutupnya kedua katup ini diatur oleh putaran sumbu bubungan . Katup masuk dan katup buang dapat dibedakan dari

diameter daun katupnya. Pada umumnya diameter daun katup masuk lebih besar dari diameter daun katup buang, hal ini berguna untuk memudahkan lebih banyak bahan bakar yang masuk kedalam ruang silinder.

Katup masuk memperoleh pendinginan dari bahan bakar yang masuk melalui katup, sedangkan katup buang hanya dilalui oleh gas buang yang panas dari hasil pembakaran yang bersuhu tinggi.

Pada umumnya katup masuk dibuat dari bahan baja paduan yang diperkeras, sedangkan katup buang dibuat dari bahan yang harus lebih kuat lagi, terutama harus keras, tahan terhadap temperatur tinggi dan harus tahan karat.

Pada gambar berikut ini diperlihatkan, gambar katup yang terpasang pada kepala silinder pada sebuah mesin yang menggunakan katup kepala.



Gambar 14.

Katup dan kepala silinder

(V.A.W.Hillier & F.W.Pittuck, 1972, hal.95)

## 2. Dudukan katup

Dudukan katup yang biasanya terdapat pada kepala silinder atau blok silinder biasanya merupakan suatu cincin dari suatu bahan yang lain di-

Pasangkan secara tekanan pada kepala silinder atau blok silinder tersebut.

Permukaan dudukan katup ini biasanya diasah membentuk sudut  $30^{\circ}$  sampai  $47^{\circ}$  terhadap sumbunya. Permukaan ini harus dibuat halus dan rapat terhadap katup, agar tidak terjadi kebocoran gas lebih-lebih sewaktu langkah kompresi dan langkah usaha.

Untuk menghaluskan permukaan dudukan biasanya disebut dengan menskir katup dengan menggunakan, karborandum untuk menjamin kerapatan.

Dudukan katup dibuat dari bahan yang tahan terhadap goresan, tumbukan, karatan, keausan dan temperatur tinggi.

### 3. Letak Katup dan Gerakan Katup

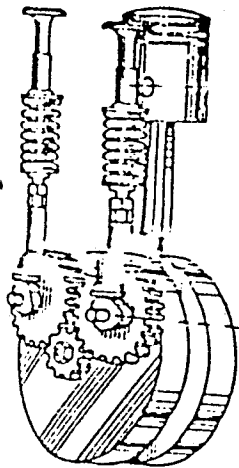
Letak katup erat sekali hubungannya dengan sistem gerakan katup. Tiga tipe letak katup yang menonjol adalah :

- Katup sisi (side valve) biasa juga disebut katup kepala L (L-head).
- Letak katup disamping silinder atau katup sisi, secara mekanis sistem ini sederhana tetapi kurang baik ditinjau dari aliran gas dalam ruang pembakaran. Pada masa kini sistem ini sudah jarang dipergunakan.
- Sistem katup dikepala (OHV = Over Head Valve). Letak katup dikepala silinder, sistem ini lebih efisien, terutama dalam hal proses pembakaran, (kompresi dapat tinggi dan tidak terjadi detonasi).

Beberapa sistem penggerakan katup yang sering dipakai adalah :

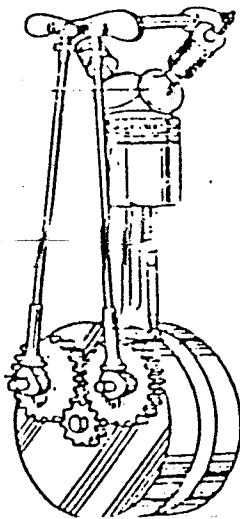
- Sistem penggerakan katup langsung, sistem ini tidak menggunakan pelatuk katup. Biasanya terdapat pada motor yang menggunakan katup samping.





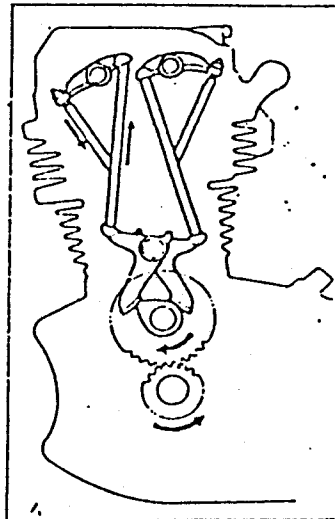
Gambar 15.  
Katup Samping  
(Honda Manual, 1978, hal.21)

- Sistem katup yang menggunakan batang penumbuk dan pelatuk katup, biasanya dipakai pada motor dengan sistem O H V , seperti pada motor honda s 110 .lihat gambar 16.



Gambar 16.  
Katup Kepala  
(Honda Manual, 1978, hal.21)

- Suatu Variasi dari pada sistem yang menggunakan batang penumbuk dan pelatuk katup adalah yang dipakai pada mesin honda CG 110/125 yang menggunakan camflower yang berporos , gambar 17.



Gambar 17.

Camflower

(Manual Honda CG110, 1978, hal.23)

- Sistem OHV (Over Head Valve) dengan poros bubungan terletak di kepala silinder. Sistem ini adalah yang menggunakan pelatuk katup dan ada yang tanpa pelatuk katup. Pemakaian ini biasanya pada motor putaran tinggi.
- Sistem DOHC (Double over Head Camshaft) dengan dua poros bubungan di kepala silinder, sebuah untuk katup masuk dan sebuah lagi untuk katup buang. Sering dipakai pada sepeda motor yang bersilinder banyak.

#### 4. Poros Bubungan

Pada uraian mengenai katup telah dijelaskan bahwa pergerakan dari pada katup masuk dan katup

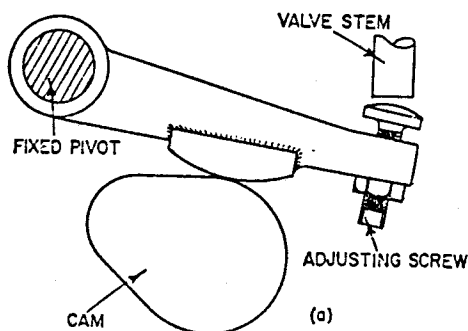
buang diatur oleh putaran poros bubungan. Tenaga yang memutar poros bubungan berasal dari putaran poros engkol yang dihubungkan melalui rantai atau roda gigi.

Pada sepeda motor honda, umumnya mempergunakan rantai, tetapi adajuga yang mempergunakan roda gigi seperti pada jenis CG110/125 dengan jenis OHV. Kesesuaian antara putaran poros bubungan dengan putaran poros engkol, berarti juga menentukan kesesuaian antara pengaturan pergerakan torak pada setiap langkah untuk mencapai satu kali proses kerja (lihat prinsip kerja motor empat langkah). Maka untuk mencapai keselarasan tersebut pada poros bubungan dan poros engkol dipasangkan roda gigi dimana perbandingan jumlah gigi pada roda gigi poros bubungan adalah dua kali lebih banyak dari pada roda gigi poros engkol.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa :

1 proses kerja = 2 x putaran poros engkol = 1 x putaran poros bubungan.

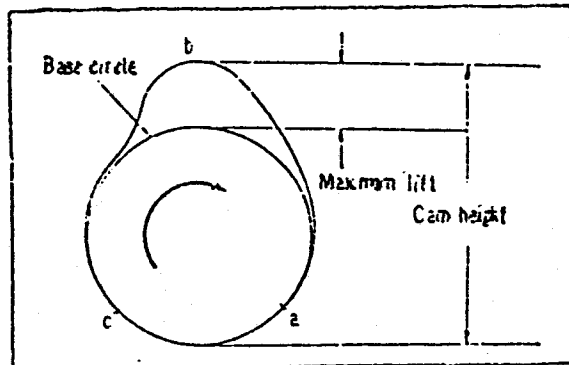
Pada poros bubungan terdapat beberapa bubungan (cam atau nok) yang masing-masing mengatur pembukaan sebuah katup. Kontak antara bubungan dan tangkai katup tidak secara langsung, melainkan dengan perantara camflower atau roker arm.



Gambar 21.

Model Pemakaian Poros Bubungan

(V.A.W.Hillier & F.W.Pittuck, 1972, hal.94)



Gambar 22.

Cara kerja Bubungan  
(Manual Honda, 1978, hal.26)

Cara kerja bubungan adalah sebagai berikut :

- Apabila titik A menyentuh pelatuk, maka katup mulai terangkat dan akan terbuka penuh setelah mencapai puncak tonjolan (titik b).
- Setelah melewati puncak, katup akan turun kembali dan tertutup rapat setelah titik c. Apabila melihat bentuk tonjolan dari dari poros bubungan dapat diperinci lagi fungsinya sebagai berikut :
- Lebar tonjolan (jarak dari titik A ke titik C melalui titik b). Jarak yang menentukan lamanya pembukaan katup dari mulai terbuka, terbuka penuh dan kemudian tertutup kembali. Waktu ini dapat dinyatakan dalam derajat poros engkol.

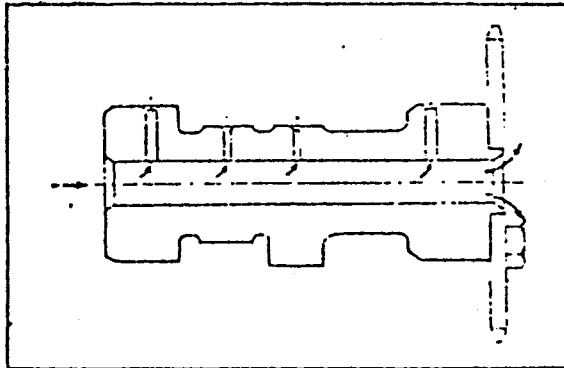
Contohnya :

! Katup masuk!	Katup Masuk!	Katup Buang!	Katup buang!
! terbuka	! tertutup	! terbuka	! tertutup
! 5°	! 35°	! 25°	! 5°
! Sebelum	! Sesudah	! Sebelum	! Sesudah
! TMA	! TMB	! TMB	! TMA

Tinggi tonjolan, menentukan besar kecilnya katup terbuka.

- Bentuk permukaan profil tonjolan, menentukan percepatan penutupan dan pembukaan katup oleh bentuk permukaan profil tonjolannya.

Umumnya bahan poros bubungan tersebut dari besi tuang atau baja paduan dengan penyepuhan pada bagian permukaan tonjolannya agar keras sehingga mempertinggi ketahanan terhadap keausan. Pada poros bubungan terdapat beberapa lobang sebagai saluran, minyak pelumas.



Gambar 23.  
Saluran Minyak Pelumas  
(Manual Honda, 1978, hal.26)

#### E. Motor Dua Tak

Pada Motor Bensin Dua Langkah, setiap siklus terdiri dua langkah piston atau satu kali putaran poros engkol. Jadi satu kali langkah usaha terjadi pada setiap dua langkah piston. Proses yang terjadi pada motor dua langkah, hanya masing-masing proses tidak terjadi pada satu langkah penuh.

Untuk jenis motor dua tak ini bahan bakarnya di campur dengan minyak pelumas, gunanya adalah sebagai pelumasan antara piston dengan dinding silinder, dan sekaligus, untuk membantu pendinginan.

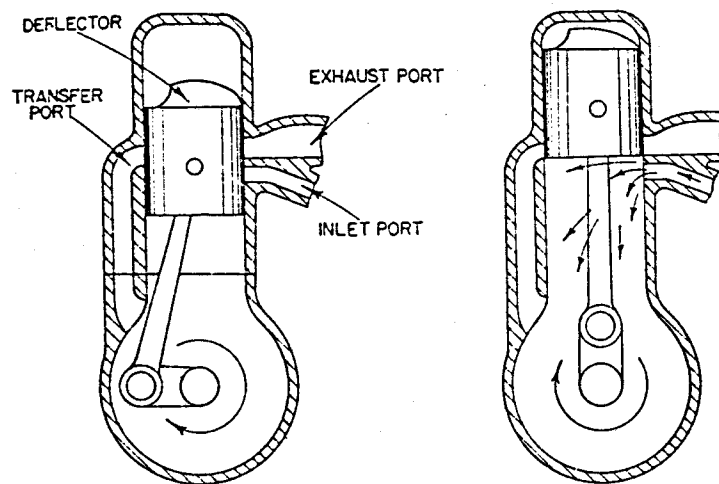
##### 1. Proses Kerja Motor 2 Tak.

Dari uraian diatas bahwa motor dua tak memerlukan dua langkah untuk satu siklus.

a. Langkah Pertama, gambar 24.

Proses masuknya gas, pemampatan dan pembakaran gas.

- Piston bergerak dari TMB ke TMA.
- Bersamaan dengan terbukanya lubang saluran masuk, maka gas dari karburator terhisap masuk kedalam karter (ruang sumbu engkol).
- Saat piston hampir mencapai TMA, Busi memercikan bunga api listrik tegangan tinggi untuk membakar gas yang telah dikompresi.



Gambar 24.

Pemasukan Gas, Pemampatan, Pembakaran  
(V.A.W.Hillier & F.W. Pittuck, 1972, hal.48)

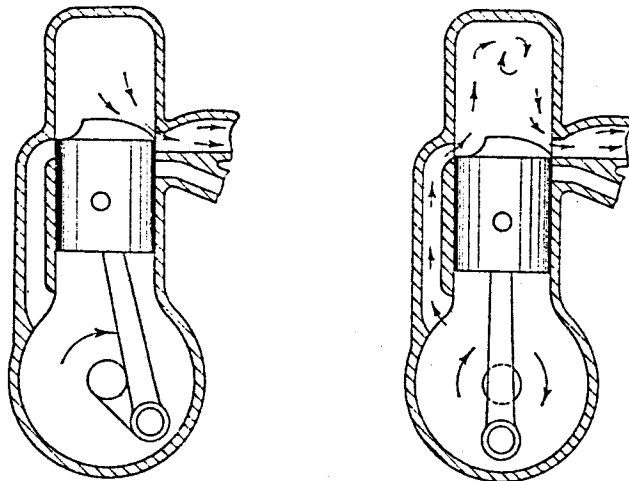
b. Langkah Kedua, gambar 25.

Proses kerja, compressi karter, buang, bilas.

- Piston bergerak dari TMA menuju TMB.
- Gas buang didalam silinder yang telah dibakar akan berusaha keluar lalu mendorong piston ke bawah dengan disertai tenaga tekanan lalu kemudian, tekanan tersebut akan disimpan dan diubah oleh sumbu engkol menjadi tenaga motor.
- Sedangkan gas didalam karter akan dikompresi-

sehingga kita sebut kompresi karter.

- Kemudian lubang saluran keluar terbuka oleh piston, maka gas sisa pembakaran akan keluar melalui saluran buang dari dalam silinder yang langsung ke knalpot.
- Pada waktu lobang saluran bilas telah terbuka oleh piston, maka gas yang telah dikompresi didalam karter akan berusaha naik keatas piston untuk membersihkan gas yang masih tinggal didalam silinder, dan sekaligus gas baru tersebut menempati ruang silinder untuk kemudian dibakar dan ini terjadi terus menerus selama mesin dalam keadaan hidup.



Gambar 25.

Proses Kerja, Kompresi, Buang  
(V.A.W.Hillier & F.W.Pittuck, 1972, hal.48)

## 2. Tanda-tanda motor dua tak

Tanda-tanda motor dua tak yang dimiliki setiap motor dua tak antara lain :

- a. Bahan Bakarnya selalu dicampur dengan oli baik secara langsung kedalam tanki bahan bakar atau dengan cara memisahkannya.

- b. Setiap silinder tidak memiliki katup dan sebagai pengantinya adalah piston valve atau reed valve maupun rotari valve untuk mengatur masuk gas ke dalam ruang silinder.
- c. Setiap piston hanya mempunyai dua buah ring yaitu masing-masing ring kompresi I dan ring kompresi II.
- d. Setiap silinder memiliki dua macam kompresi yaitu kompresi silinder dan karter.
- e. Setiap dua kali gerakan piston terjadi satu kali pembakaran gas.

### 3. Ringkasan

Pada setengah putaran poros engkol pertama Titik Mati Bawah ke Titik Mati Atas.

- Diatas torak, terjadi Langkah kompresi dan langkah pembakaran.
- Dibawah torak, terjadi langkah pengisapan.  
Pada setengah putaran poros engkol berikut, TMA ke TMB .
- Diatas torak, terjadi langkah pembuangan dan awal pemasukan gas baru kedalam ruang bakar.
- Dibawah torak, terjadi langkah kerja dan pembilasan bahan bakar didalam bak mesin.

### 4. Sistem pemasukan bahan bakar

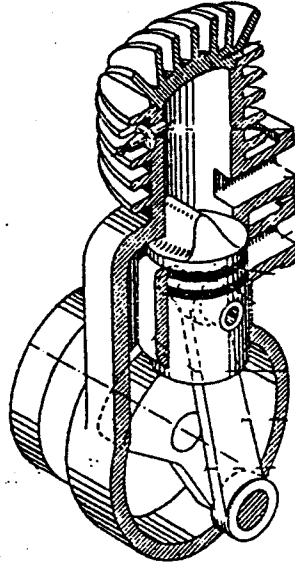
Didalam buku sepeda motor satu yang dikutip Amrizal Arief (1989, hal.26) dijelaskan bahwa : sistem pemasukan bahan bakar dan pembuangan gas sisa pembakaran pada mesin dua langkah dilakukan melalui rongga-rongga (port), gambar 26.

#### a. Fungsi dari masing-masing rongga.

- Rongga masuk (inlet port).  
Tempat masuknya campuran bahan bakar dengan udara dari karburator ke dalam karter di bawah torak .



- Rongga bilas (scaving port). Tempat masuknya bahan bakar tadi dari karter ke ruang bakar.
- Rongga buang (exhaus port). Tempat keluarnya gas sisa pembakaran.



Gambar 26.

Irisan Motor Bensin 2 Tak  
(Amrizal Arief, 1989, hal.27)

b. Macam-macam sistem rongga pada motor 2 tak.

1). Piston port

Pada sistem ini rongga masuk, rongga bilas dan rongga buang semuanya terletak pada dinding silinder. Dengan demikian pembukaan dan penutupan rongga-rongga tersebut ditentukan oleh posisi badan torak dalam pergerakannya. Ciri yang dapat dilihat pada sistem ini adalah kedudukan karburator menempel pada dinding silinder.

## 2). Rotary Valve.

Pada sistem ini rongga masuk terletak dibawah dinding carter. Pengaturan pemasukan bahan bakarnya ditentukan oleh posisi "coakan" pada suatu piringan yang berputar sebagai katup dari rongga masuk. Disamping itu, ada juga sistem yang menggunakan poros engkol sebagai katup rotari.

## 3). Reed valve

Pada sistem ini, yang bertindak sebagai katup-katup untuk pengaturan pemasukan bahan bakarnya adalah semacam plat-plat tipis seperti harmonika yang membuka dan menutup akibat perbedaan tekanan.

Dengan catatan pada sistem rotary valve dan reed valve, walaupun rongga masuk terdapat pada dinding silinder yang membuka dan menutupnya ditentukan oleh badan piston.

## 5. Komponen sepeda motor dua langkah

Jika diperhatikan tentang alat atau komponen motor dua tak dapat dibagi dalam dua bagian yaitu :

- a. Bagian atau komponen yang tidak bergerak.
  - b. Bagian atau komponen yang bergerak.
- a. Bagian komponen yang tidak bergerak.
    - silinder head/kepala silinder.
    - Tabung silinder
    - Blok mesin/bak mesin
    - Carter/crank case
    - Paking/perpak
  - b. Bagian Komponen yang bergerak
    - Piston/torak

- Ring piston/ring torak
- Pin piston
- Batang torak
- Poros engkol
- Katup
- Magnit generator

Kalau diperhatikan dari fungsi komponen sepeda motor dua tak dengan sepeda motor empat langkah tidak ada perbedaannya, kecuali pada karter dan katupnya saja, hal ini disebabkan terdapatnya perbedaan pada proses kerja dari kedua jenis sepeda motor tersebut.

#### F. Susunan Silinder Sepeda Motor

Jika diperhatikan susunan silinder dari sepeda motor, akan dapat dilihat bahwa sepeda motor itu terdiri dari, bersilinder tunggal dan bersilinder lebih dari satu. Guna memudahkan pengertian, pada umumnya sepeda motor kebanyakan bersilinder satu atau tunggal kecuali untuk sepeda motor khusus.

Lain lagi halnya, tentang letak silinder sepeda motor, karena tabung silinder terletak dalam blok, - letak silinder akan dapat dilihat dari letak bloknya.

Secara umum letak tabung silinder itu terdiri :

##### 1. Silinder berdiri (tegak)

Silinder berdiri (tegak) yang biasa dipergunakan oleh sepeda motor, Honda CB 100, GL 100, dan Yamaha RXs 100.

##### 2. Silinder miring

Silinder miring terlihat pada sepeda motor dan sekuter misalnya, Vespa, Lambretta, Suzuki A - 100, dan Yamaha L2s.

##### 3. Silinder datar

Silinder datar, seperti Honda C 70, dan 90s.

#### G. Pembilasan

Pembuangan gas-gas bekas dari silinder setiap kali sesudah pembakaran, dan mengantikannya lagi dengan udara pembakaran baru adalah salah satu bagian yang penting dari proses dua tak.

Bagian yang penting ini disebut "Pembilasan silinder" dan biasanya diselenggarakan selama 10 % terdiri dari langkah usaha dan 10 % pertama dari langkah kompresi.

Waktu yang tersedia untuk pembilasan ini singkat sekali, hingga sukar mengusahakannya supaya bilasan tersebut dapat dilakukan sebaik-baiknya.

Sebagai Contoh dari sebuah sepeda motor diketahui  $n = 100$  put/met. Pintu pembilasan terbuka dan tertutup, bila poros engkol terputar  $30^\circ$  sebelum dan sesudah TMB. Dalam hal ini pembilasan terjadi selama :

$$\frac{30^\circ + 30^\circ}{360^\circ} = \frac{60^\circ}{360^\circ} = \frac{1}{6} \text{ putaran poros engkol, atau}$$

$$60/100 \times 6 = 1/10 \text{ det, dengan rumus } t = \frac{\alpha}{6.n} \text{ det}$$

= sudut putaran.

Untuk mengeluarkan gas-gas bekas dari silinder dan mengisinya lagi dengan gas/udara baru mula-mula dipakailah klep-klep yang ditempatkan pada kepala silinder. Tetapi bilamana perputaran poros engkol naik maka ternyata bahwa klep-klep tadi tidak cukup memberi kelaluan bagi gas-gas bekas untuk keluar dari silinder melaluinya.

Kecepatan gas bekas menjadi terlampau tinggi, hingga mengakibatkan gesekan atau hambatan besar yang berarti kerugian tenaga motor. Lagi pula akibat dari kecepatan yang besar dari gas/udara baru yang masuk ke silinder, maka sebagian dari padanya akan tercampur dengan gas-gas bekas, hingga pengisian silinder

tidak lagi dapat dikatakan bersih.

Pembuatan pintu-pintu pembilasan pada dinding silinder adalah suatu perbaikan, walaupun dalam hal ini masih ada cacad-cacadnya.

Pada motor-motor yang memakai pintu-pintu bilas toraknya harus dibuat sedemikian panjangnya, hingga pembukaan dan penutupan pintu-pintu tersebut dapat diatur (gambar 27).

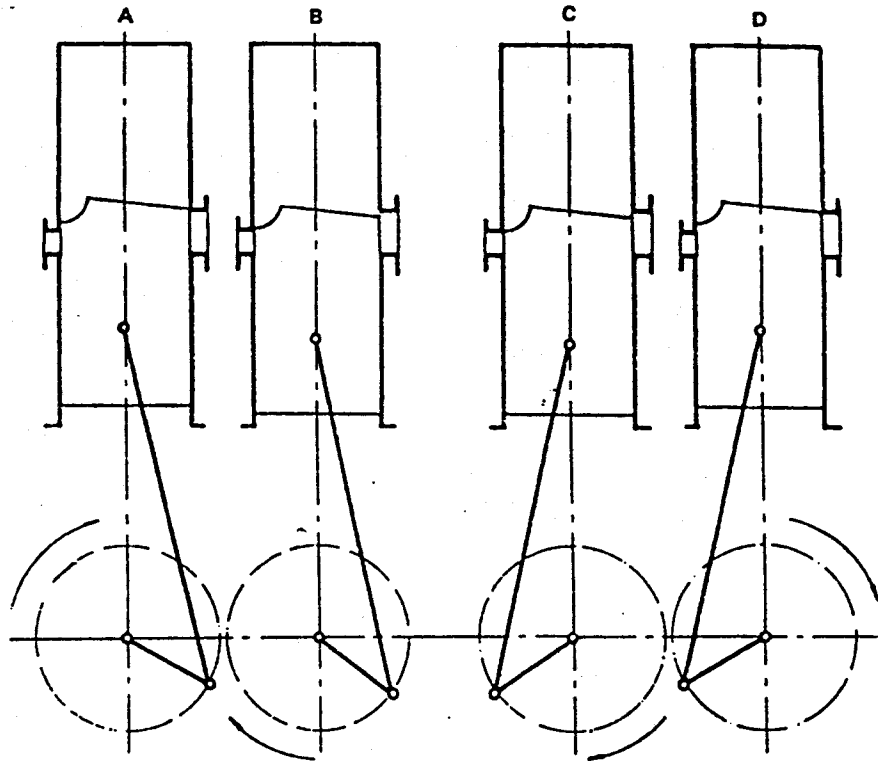
Tinggi pintu-pintu pengeluaran adalah kurang lebih 20 %, sedangkan tinggi-tinggi pintu pembilas kurang lebih 10 % dari langkah torak. Berhubungan dengan ini maka kompressinya baru mulai sesudah 20 % dari permulaan langkah, hingga pada akhir langkah dalam silinder terdapat gas/udara yang juga 20 % kurangnya, jika dibandingkan dengan motor empat langkah dengan isi langkah yang sama; Hal ini disebabkan karena pada motor 4 tak tersedia satu langkah penuh untuk kompresi.

Seperti telah diketahui banyaknya udara dalam ruang bakar menentukan banyaknya bahan bakar yang dapat dibakar, sedangkan pembakaran ini akhirnya menentukan besar kecilnya tenaga motor yang dapat diberikan untuk tiap-tiap proses usaha.

Dengan demikian maka motor dua tak memberikan tenaga  $100\% - 20\% = 80\%$  atau 0,8 sebesar tenaga motor empat tak yang ukuran-ukurannya sama. Tetapi karena perputaran poros engkol yang sama jumlah proses usaha motor 2 tak dua kali jumlah proses usaha motor 4 tak, maka sesungguhnya motor yang tersebut pertama memberikan tenaga  $2 \times 0,8 = 1,6$  sebesar tenaga motor tersebut belakang.

Untuk pembilasan yang sempurna dibutuhkan udara sebanyak 1,5 kali isi silinder. hal ini tak cukup diperoleh dengan menggunakan torak dan peti poros

engkol saja, karena ternyata bahwa torak tidak dapat menghasilkan udara lebih dari isi silinder dikurangi dengan isi ruang bakar.



Gambar 27.

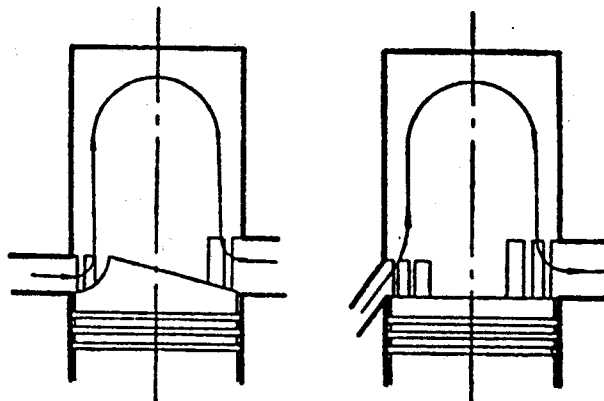
Pembukaan dan Penutupan Pembilasan  
(Amrizal Arief, 1989, hal.31)

Pembilasan dengan perantara peti poros engkol didapat pada beberapa motor kecil saja. Bukanlah karena taraf kebaikan pembilasannya, tetapi karena pembilasan semacam ini menyebabkan bentuk motor menjadi sangat sederhana.

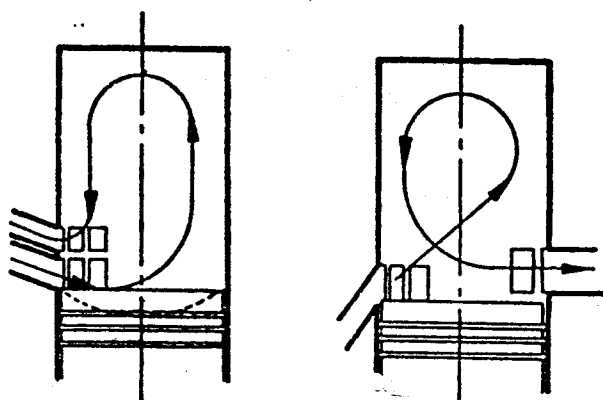
Sistem pembilasan tersebut adalah :

1. Pembilasan melintang
2. Pembilasan membalik
3. Pembilasan memutar
4. Pembilasan memanjang

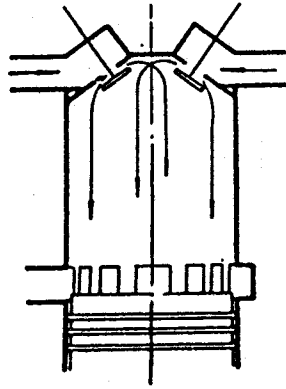
Untuk lebih jelasnya sistem pembilasan tersebut diatas dapat dilihat gambar-gambar berikut :



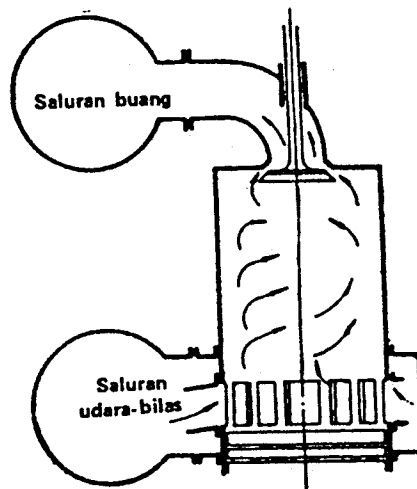
Gambar 28.  
Pembilasan Melintang  
(Wiranto Arismunandar, 1977, hal.125)



Gambar 29.  
Pembilasan membalik dan memutar  
(Wiranto Arismunandar, 1977, hal.125)



Gambar 30.  
Pembilasan memanjang dengan klep masuk  
(Darianto, 1987, hal.4)



Gambar 31.  
Pembilasan memanjang dengan klep buang  
(Darianto, 1987, hal.4)



## BAB II

### SISTEM BAHAN BAKAR

Sistem bahan bakar merupakan bagian penting sebagai kelengkapan dari suatu motor, dimana dari sistem ini diharapkan tercapainya suatu proses pembakaran yang sempurna didalam mesin. Untuk mencapai suatu proses pembakaran yang sempurna didalam ruang bakar mesin sudah barang tentu membutuhkan perlengkapan dan alat-alat pembantu yang sesuai dengan tujuan tersebut.

Bila dibicarakan tentang suatu sistem bahan bakar pada umumnya pendapat terfokus pada bahan bakar saja. Akan tetapi bila diselidiki lebih jauh suatu proses pembakaran tidak dapat berlangsung tanpa ada udara, Jalius-Jama (1977, hal.33), sehingga dalam sistem bahan bakar pada suatu motor tidak boleh terlepas dari suatu perlengkapan dan alat-alat pembantu penyaluran udara agar dapat bercampur terhadap bahan bakar untuk melangsungkan suatu proses pembakaran yang sempurna.

Kemudian dari suatu proses pembakaran yang sudah berlangsung, bila diselidiki pada proses pembakaran berikutnya tidak dapat berlangsung tanpa gas bekas lebih dahulu terbuang bersih dari ruang bakar. Gas bekas tersebut masih mempunyai temperatur yang tinggi maka kalau keluar sembarangan atau terpecar disekeliling mesin akan mengalami gangguan panas yang dapat membahayakan dan perlu membutuhkan perlengkapan dan alat-alat pembantu yang sesuai sehingga panas yang terkandung dalam gas bekas dapat disalurkan pada tempat yang aman. Disamping akibat proses pembakaran keluarnya gas bekas menimbulkan suara yang kuat yang dapat mengganggu pendengaran sehingga suara tersebut perlu diredam melalui suatu perlengkapan motor untuk memelihara ketenangan lingkungan, pengemudi dan penumpang.

Dengan demikian yang dimaksud sistem bahan bakar meliputi, tanki bahan bakar, kran bahan bakar, karburator, alat penyalur campuran gas pembakar atau sistem pemasukan dan pembuangan, B.Bisowarno (1976, hal.30).

#### A. Tanki Bahan Bakar

Tanki bahan bakar adalah suatu alat untuk menyimpan persediaan bahan bakar pada motor dan mobil. Penempatan tanki harus diatur sehingga aman tidak mudah terkena benturan. Bagian luarnya di cat dengan baik sebagai pencegah karat. Bagian dalamnya harus dipelihara dan diperiksa sehingga tidak terjadi endapan air, kotoran ini dapat mengundang karat dan kebocoran, kemudian akan dapat mengganggu jalannya bahan bakar. Bila terdapat air dalam tanki sebaiknya di kuras dan dibersihkan. Bila air bercampur dengan bahan bakar dalam sistem karburasi yang dimasukan keruang silinder maka proses pembakaran tidak dapat terjadi dalam ruang pembakaran. Bila terjadi endapan kotoran jalannya bahan bakar dari tanki ke karburator tidak lancar sehingga campuran bahan bakar kurus atau tidak dapat dikarburasikan sehingga proses pembakaran tidak berlangsung.

Penempatan tanki bahan bakar pada sepeda motor terbagi dua :

- a. Tanki bahan bakar dibawah tempat duduk.
- b. Tanki bahan bakar pada bagian atas rangka antara tempat duduk dan lengan kemudi.

Konstruksi tanki bahan bakar dibuat sedemikian rupa sehingga disamping sebagai menyimpan persediaan bahan bakar juga sebagai penghias.

Tanki bahan bakar yang tempatnya dibawah tempat duduk terdiri dari satu rongga yang bentuknya mengecil kebawah. Pada bagian terendah dibuat lobang saluran bahan bakar yang dihubungkan dengan slang pipa hingga ke karburator.

Tanki bahan bakar yang tempatnya pada bagian atas rangka antara tempat duduk dan lengan kemudi mempunyai dua rongga utama yang dibentuk sedemikian rupa sehingga menjadi satu unit yang dihubungkan rongga penghubung. Pada beberapa tanki bila rongga penghubung posisinya terlalu tinggi maka dibuat lobang saluran untuk menghubungkan kedua rongga utama. Dimana diantara kedua rongga utama adalah kedudukan tanki bahan bakar terhadap kerangka sepeda motor.

#### B. Kran Bahan Bakar

Gunanya kran bahan bakar adalah untuk mengatur aliran bahan bakar dari tanki ke karburator. Sistem kran bahan bakar terbagi dua yaitu :

1. Sistem terhubung dan tertutup.
2. Sistem saluran utama, serap dan tertutup.

Pada unit kran dilengkapi dengan saringan bahan bakar, pengendap air atau kotoran. Tujuannya adalah untuk menjaga agar ruangan bahan bakar di karburator bebas dari air ataupun endapan kotoran.

Pada kran sistem terhubung dan tertutup konstruksinya sederhana. Bila menghubungkan bahan bakar dari tanki ke karburator hanya dengan memutar posisi lengan kran kebawah atau kearah atas sehingga lobang kran berhubungan dengan tanki dan karburator. Keburukan sistem ini, bahwa bahan bakar yang kita pakai sudah habis, sehingga bila terjadi kelalaian akan dapat kehabisan bahan bakar pada suatu tempat yang jauh dari penjual bahan bakar.

Untuk menutup saluran bahan bakar dari tanki di putar  $90^{\circ}$  sehingga lobang kran menutup saluran dari tanki terhadap karburator.

Pada kran sistem saluran utama, serap dan tertutup terhadap tiga posisi yaitu saluran utama, saluran serap dan penutup saluran.

Bila saluran induk dihubungkan pada posisi ON maka bahan bakar dari tanki berhubungan ke karburator. Posisi saluran utama didalam tanki dibuat lebih tinggi sehingga bila bahan bakar habis sampai batas saluran utama adalah menjadi aba-aba yang menandakan isi tanki tinggal serap. Kemudian posisi kran dapat dipindahkan pada posisi serap.

Dengan demikian telah dapat diperkirakan kapasitas serap seberapa jauh atau seberapa lama dapat digunakan. pada umumnya kapasitas isi serap adalah satu liter. Dengan demikian dapat diatur atau atau diterka tempat pengisian atau penambahan isi bahan bakar ke dalam tanki.

Untuk menggunakan isi bahan bakar serap posisi kran diputar ke reserve sehingga bahan bakar dari tanki terhubung kembali ke karburator, karena posisi lobang saluran serap dalam tanki adalah lebih rendah atau paling rendah sama dengan alas tanki. Bila bahan bakar telah diisi kembali penuh kran dikembalikan ke posisi ON, bila tidak dikembalikan tidak mendapat aba-aba bahwa posisi bahan bakar telah berada pada posisi serap sehingga kemungkinan terjadi kehabisan bahan bakar pada tempat yang tidak diinginkan.

Pada waktu sepeda motor diberhentikan yang agak lama misalnya satu jam sebaiknya posisi kran di putar pada posisi stop untuk mencegah kebocoran bahan bakar. Hal ini terjadi bila katup pengapung sudah aus atau mendapat kotoran karena dalam tanki tidak berfungsi. Kemudian juga karena sambungan slang longgar, baut penutup karburator longgar, posisi penyetelan pelampung karburator terlalu tinggi. Pada posisi stop saluran serap dan saluran utama pada kran tanki menjadi tertutup kedua-duanya sehingga hubungan tanki dengan karburator terputus.

### C. Slang Bahan Bakar

Slang bahan bakar terbuat dari karet atau plastik yang tahan panas yang berfungsi untuk menghubungkan tanki bahan bakar dengan karburator. Slang bahan bakar dipelihara agar tidak terlalu pendek dan tidak longgar untuk menjaga tidak terjadi kebocoran atau tidak mudah terlepas dari sambungan akibat pengaruh getaran atau gelombang jalan.

### D. Karburator

Pada mobil dan sepeda motor, menggunakan bahan bakar cair, bahan bakar dicampur dengan udara diluar silinder belum sempurna, masih berbentuk bintik-bintik dalam keadaan tidak teratur dan bercampur dengan udara sampai proses kompresi.

Proses pembentukan campuran bahan bakar yang mudah terbakar adalah dengan campuran yang baik sejumlah bahan bakar dengan udara sebelum masuk ke ruangan silinder disebut karburasi, hal ini terjadi dalam karburator, B.Bisowarno (1978, hal.53).

Proses karburasi bergantung pada kecepatan mesin, karakteristik penguapan bahan bakar temperatur udara dan perencanaan karburator. Waktu yang dibutuhkan untuk pembentukan campuran sangat singkat pada mobil modern. Oleh karena itu kualitas karburasi yang tinggi, kecepatan aliran udara pada trotel sehingga pancaran jet bertambah besar hal ini dapat dicapai dengan hantaran venturi, sehingga udara bertambah dan bahan bakar berkurang dari jet karburator pada pengecilan minimum venturi. Penambahan kecepatan udara pada leher venturi (pengecilan minimum) membantu pencampuran yang lebih baik antara bahan bakar dengan udara. Atomisasi bahan bakar terjadi karena pertambahan kecepatan relatif diantara udara dengan bahan bakar dan penguapan bahan bakar.

Suatu kesulitan mencapai perbandingan campuran penguapan yang cukup tinggi antara bahan bakar dengan udara untuk memudahkan bahan bakar start, keseragaman perbandingan bahan bakar dengan udara untuk mesin yang bersilinder majemuk tidak secara penuh dapat teratasi dengan penambahan kecepatan udara pada torotel. Faktor yang lain untuk menjamin kualitas karburasi adalah dengan persentase penguapan hidrokarbon bahan bakar yang besar. Oleh karena itu karakteristik penguapan bahan bakar yang sesuai dengan yang ditentukan kurva destilasi adalah menentukan efisiensi karburasi pada kecepatan tinggi.

Temperatur dan tekanan di sekeliling udara mempunyai pengaruh besar untuk efisiensi karburasi. Pada temperatur udara yang tinggi penguapan bahan bakar bertambah untuk menambah bahan campuran dan menimbulkan kualitas campuran yang lebih baik. Dengan temperatur yang lebih tinggi campuran untuk yang bersilinder majemuk menjadi seragam. Suatu pertambahan temperatur atmosfer akan mengakibatkan penurunan tenaga mesin karena aliran masa menurun.

Pada perencanaan karburator, sistem pemasukan dan ruang pembakaran mempunyai pengaruh keseragaman campuran yang sesuai untuk mesin yang bersilinder majemuk. Perencanaan yang baik dari karburator menjamin konsumsi pelayanan campuran yang diinginkan pada kondisi mesin yang berbeda.

1. Campuran yang dikehendaki pada beban dan kecepatan yang berbeda.

Pembakaran campuran bahan bakar dengan udara yang sempurna menimbulkan panas maksimum dan bila campuran agak kaya tenaga maksimum dibangkitkan mesin dimana koefisien udara antara 0,85-0,90 perbandingan udara dengan gasoline, 0,79-0,84.

Pada proses pembakaran yang kurang sempurna penghematan bahan bakar kurang baik. Penghematan bahan bakar yang tinggi diperoleh campuran udara yang banyak dimana koefisien udara antara 1,11-1,15. Pada kondisi putaran normal tingkatan tenaga mesin umumnya bervariasi antara 25 -80 % dalam hal ini pemberian bahan bakar adalah hemat.

Pada suatu mesin komposisi campuran bahan bakar tidak pernah seragam, suatu perbandingan campuran udara yang lebih banyak dari pada bahan bakar dalam praktek penggunaannya adalah hemat. Bila start permulaan pada mesin campuran bahan bakar tidak dapat menguap sebelum pengapian berlangsung, jika bahan bakar menguap dari perbandingan udara tidak dapat segera pada batas pengapian sehingga mesin tidak dapat hidup. Sebanding atau tidaknya penguapan campuran bahan bakar ditentukan karakteristiknya start mesin. Oleh karena itu untuk memudahkan start, karburator melayani campuran memperkaya untuk memperoleh campuran yang mudah menyala hal ini bergantung pada komposisi bahan bakar dan temperatur udara masuk. Pada kecepatan lambat atau beban ringan, panas dan penguapan tidak cukup untuk saat pengapian, jika menhemat bahan bakar yang baik campuran udara dilayani pengaturan throttle memberi tenaga yang cukup untuk menjaga perputaran mesin, sedikit perubahan perbandingan udara akan mengurangi tenaga, beban dan gesekan tidak sesuai dan mesin akan berhenti. Oleh karena itu campuran kaya perlu digunakan sehingga penguapan perbandingan udara dengan bahan bakar bertambah. Perbandingan udara yang digunakan bergantung pada temperatur udara dan temperatur mesin. Dengan menambah tenaga mesin temperatur bertambah dan

Perbandingan udara harus diturunkan dimana koefisien udara bertambah untuk menjaga perbandingan penguapan bahan bakar dengan udara mendekati harga yang baik.

Bila kondisi putaran normal perbandingan udara dengan bahan bakar diatur pada harga penggunaan kondisi putaran yang baik kemudian konsumsi bahan bakar diatur pada batas minimum. Saat mendekati beban penuh diatas 85 % pembukaan trotel tenaga mesin maksimum dimana penghemat campuran bekerja tenaga dapat saja bertambah dengan pertambahan perbandingan bahan bakar dengan udara dalam hal ini pengurangan koefisien udara. oleh karena itu perbandingan udara dengan bahan bakar bertambah perlahan-lahan dari harga yang hemat dan akhirnya sampai harga penuh pada posisi pembukaan trotel penuh. Tergantung pada tingkatan kecepatan dan tenaga yang timbul, koefisien campuran motor bensin harus diatur pada tingkat perbandingan udara dengan bahan bakar 0,06-0,104, koefisien udara 0,65 - 1,10.

## 2. Type Karburator

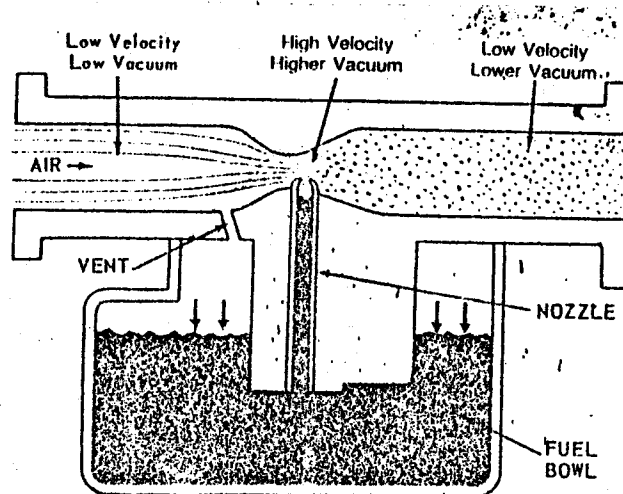
Type karburator yang digunakan pada motor bensin umumnya terdiri tiga type yaitu :

- Karburator arus datar
- Karburator arus naik
- Karburator arus turun, kebanyakan pada masa sekarang yang digunakan adalah arus datar, dan karburator arus turun, John Deere (1977, hal.3-11).

### a. Karburator arus turun

Yang dimaksud dengan karburator arus datar adalah campuran bahan bakar dengan udara dibentuk didalam karburator, arah campuran bahan bakar dan udara mendatar menuju silinder.





Gambar 31.

Karburator arus datar  
(John Deere, 1977, hal.3-11)

#### 1). Aliran Udara Pada Karburator

Timbulnya aliran udara didalam karburator pada saat berlangsungnya langkah pemasukan bahan bakar kedalam ruang silinder (bila motor empat tak), pada saat langkah pemasukan piston bergerak dari TMA ke TMB, katup masuk terbuka, katup buang tertutup, gerakan piston dari TMA ke TMB menimbulkan volume ruangan silinder bertambah besar sehingga tekanan kerendahan timbul didalam ruangan silinder maka udara terhisap melalui karburator dan mengisi silinder.

Pada motor dua tak timbul aliran udara pada saat berlangsungnya langkah pembuangan dimana piston bergerak dari TMB ke TMA pada gerakan ini ruangan karter volumenya bertambah besar dan tekanan kerendahan timbul, bila piston membuka pintu pemasukan maka udara mengalir dari karburator keruangan karter.

Jumlah dan kecepatan udara mengalir me-

ngalir melalui karburator bergantung pada besarnya volume ruang silinder dan kecepatan piston bergerak.

2). Prinsip kerja karburator arus datar.

Pada waktu motor dihidupkan piston didalam silinder melakukan gerak hisap, gerakan tersebut menari udara luar masuk ke ruangan silinder melalui karburator. Pengaruh kecepatan udara yang mengalir didalam karburator menimbulkan tekanan kerendahan pada pemancar utama. Kerendahan tekanan tersebut menarik bahan bakar (bensin) dari ruang pengapung melalui saluran pemancar utama atau saluran pemancar lambat dan akhirnya keluar dari pemancar utama atau pemancar lambat merupakan bintik-bintik halus dan bercampur dengan udara dan seterusnya masuk keruangan silinder.

Percampuran tersebut dilakukan pada venturi pada motor venturi berbentuk katup trottel atau berbentuk piston, bila motor dalam kecepatan lambat posisi venturi membentuk saluran yang kecil maka diantara trotel dengan ruang silinder terjadi vakum yang besar sehingga memungkinkan untuk menarik bahan bakar dari saluran pemancar lambat dan bila kecepatan tinggi posisi venturi membentuk saluran udara yang besar sehingga memungkinkan pemasukan udara yang lebih banyak dan menarik bahan bakar dari saluran pemancar utama. Karena setiap perobahan posisi trotel mempengaruhi posisi besar kecilnya venturi, maka venturi ini disebut variabel venturi. Pada bagian berikut ini akan kita bicarakan pula, sistem kerja karburator sebagai berikut :

a). Sistem stasioner

Putaran stasioner pada suatu mesin adalah mesin berputar lambat dan stabil dengan tidak berbeban dan bila diberi beban mesin akan mati. Pada posisi stasioner posisi trottel adalah minimal sehingga vacuum diantara trottel dengan ruangan silinder besar, Vacuum menarik bahan bakar melalui saluran pemancar lambat dan ke luar bercampur dengan udara menjadi gas masuk ke ruang silinder. Bila terjadi putaran yang tidak normal pada sistem stasioner dapat distel atau diatur pada posisi trottel minimal dan baut pengatur udara sehingga sinkron.

b). Sistem putaran rendah

Putaran rendah adalah putaran sedikit diatas putaran stasioner. Pada putaran ini telah dapat bekerja dengan beban ringan dan kecil. Pada sistem putaran rendah posisi trottel dari  $1/8 - 1/4$  sehingga sebagian vacuum masuk dari saluran lambat. Sewaktu udara melewati pemancar induk terjadi vacuum pada saluran pemancar utama sehingga energi sejumlah bahan bakar dari ruang pengapung dan keluar dari pemancar utama bercampur dengan udara, sejalan dengan itu karena posisi trottel lebih besar yang tertutup maka vacuum antara trottel dan bercampur dengan udara masuk ke ruangan silinder.

3. Sistem putaran menengah

Sistem putaran menengah dapat bekerja

dengan beban berat, posisi trostel  $1/4 - 3/4$ . Vakum yang mampu menarik sejumlah bahan bakar dari ruang pengapung hanya dari saluran pemancar utama kemudian bahan bakar tersebut keluar dan bercampur dengan udara masuk ke ruangan silinder.

#### 4. Sistem putaran tinggi

Pada putaran tinggi ini dapat bekerja dengan beban yang lebih besar. Posisi trostel dari  $3/4$  sampai pembukaan maksimum, udara yang masuk dari saluran induk udara hanya dapat membentuk vakum yang mampu menarik sejumlah bahan bakar dari ruang pengapung hanya dari saluran pemancar utama. Bahan bakar yang tertarik oleh vakum bercampur dengan udara pada venturi menjadi suatu kabutan gas kemudian masuk ke ruangan silinder.

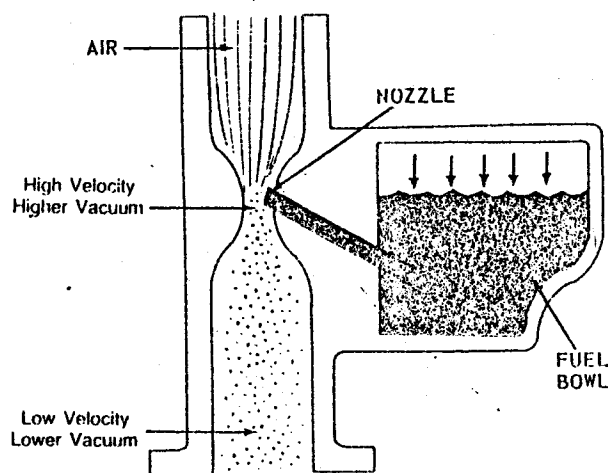
Perpindahan posisi trostel dari minimum hingga maksimum akan mengubah posisi jarum pemancar utama dari posisi minimum ke posisi maksimum dan sekali gus mengubah posisi pembukaan saluran pemancar utama dari posisi minimum ke posisi maksimum sehingga dapat melayani variasi perubahan putaran dan tenaga mesin.

#### 5. Prinsip kerja Karburator Arus Turun

Pada motor dihidupkan piston melakukan gerak hisap sehingga menarik udara luar ke dalam silinder melalui karburator. Kecepatan udara dalam karburator menimbulkan vakum dan menarik bahan bakar dari ruang pengapung melalui saluran pemancar utama atau saluran pemancar lambat dan keluar bercampur dengan udara masuk ke ruang silinder untuk diubah menjadi

tenaga panas melalui proses pembakaran didalam ruang silinder.

Yang dimaksud dengan karburator arus turun adalah bila campuran bahan bakar dengan udara yang dibentuk dalam karburator arah arusnya turun menuju ruang silinder. Karburator arus turun ini paling banyak digunakan pada mobil, dapat dilihat pada gambar 32.



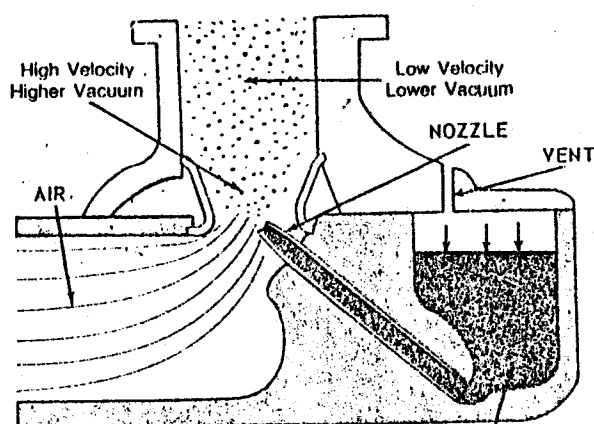
Gambar 32.

Karburator Arus Turun  
(John Deere, 1977, hal.3-11)

#### 6. Prinsip kerja Karburator Arur Naik

Karburator ini biasanya hanya digunakan pada masa lampau, efesiensi pemasukannya tidak baik karena terjadi kerugian grafitasi pada saat bensin atau bahan bakar dihisap kedalam ruangan silinder oleh piston. Sehingga campuran udara dan bahan bakar yang masuk kedalam ke ruang silinder tidak sempurna.

Akibat campuran udara dan bahan bakar tidak sempurna, dengan sendirinya tenaga yang dihasilkan juga tidak maksimal.



Gambar 33.

Karburator Arus Naik  
(John Deere, 1977, hal.3-11)

#### E. Bahan Bakar

Tenaga panas yang dibutuhkan pada motor umumnya ditimbulkan reaksi kimia bahan bakar dan oksigen didalam ruangan silinder. Berlangsungnya reaksi kimia tersebut adalah sangat singkat.

Bahan bakar tersebut dicampur diluar dengan menggunakan karburator kemudian dimasukan kedalam ruangan silinder, campuran bahan bakar tersebut harus mudah menguap terhadap temperatur atmosfer dan harus mudah terbakar.

Reaksi dan karakteristik bahan bakar harus pada tingkat tekanan dan panas yang ditentukan didalam ruangan silinder tidak terlalu tinggi untuk mengurangi besarnya pengaruh mekanik-mekanik demikian juga tekanan panas terhadap komponen mesin.

Bahan bakar yang sempurna terbakar tidak meninggalkan carbon, kerak, belerang, busi yang akan dapat mengakibatkan kerusakan, keausan, korosi pada dinding silinder dan ring piston. Komposisi bahan bakar juga harus tidak memberi bangkitnya perubahan panas berlebihan.

MILIK UPT PERPUSTAKAAN  
IKIP PADANG

Jika temperatur atmosfer lebih tinggi dari yang dibutuhkan pada efisiensi penguapan dan pendistribusian bahan bakar temperatur pemasukan campuran bahan bakar pada karburator akan berkurang demikian juga penguapan bahan bakar itu sendiri.

Bahan bakar yang lebih tinggi panas penguapannya akan mengurangi temperatur pemasukan pada suatu jumlah yang besar. Menggunakan bahan bakar dengan menambah berat jenisnya tenaga mesin akan bertambah.

#### 1. Spesifikasi Konsumsi Bahan Bakar

Spesifikasi konsumsi bahan bakar pada suatu mesin adalah berbanding terbalik dari efisiensi panas yang timbul terhadap panas pembakaran dari bahan bakar per Kg. Pada bahan bakar petroleum konsumsi bahan bakar terutama bergantung pada efisiensi panas.

#### 2. Sifat-sifat bahan bakar

Karakteristik bahan bakar dibutuhkan dalam menentukan kesesuaian pemakaian bahan bakar pada sebuah mesin. Pada motor yang menggunakan karburator cairan bahan bakar harus cukup penguapan untuk bercampur dengan udara pada temperatur yang diinginkan didalam saluran pemasukan gas atau uap yang sempurna bercampur dengan udara didalam ruangan silinder sebelum pembakaran. Spesifikasi untuk semua gasolin bahwa temperatur penguapan 10 % adalah sangat penting. Dibawah 10 persen temperatur penguapan didinginkan untuk memudahkan start, tetapi harga ini terlalu rendah sehingga mudah terjadi vapor lock. Timbulnya sejumlah fraksi uap bahan bakar yang tinggi mungkin dari tanki atau pipa saluran. Kenyataan penguapan fraksi bahan bakar ringan adalah tinggi yang membuat campuran bahan bakar kurus pada karburator atau menyumbat,

pipa saluran dengan gelembung uap. Kondisi sedemikian ini dikenal dengan vapour lock (hambatan gangguan uap) dari sistem bahan bakar. Tekanan uap bahan bakar pada temperatur pemasukan membentuk gelombang uap kemudian menyumbat saluran bahan bakar. Gasolin (petrol) mempunyai tekanan penguapan  $0,7 \text{ kg/cm}^2 - 0,85 \text{ kg/cm}^2$ .

### 3. Harga anti knock dan kemampuan membakar

Pada motor bensin campuran bahan bakar dengan udara dimasukkan kedalam ruangan bakar silinder dilangsungkan terhadap campuran bahan bakar. Ketahanan bahan bakar terhadap detonasi sangat penting artinya pada mesin. Detonasi mengakibatkan terlalu cepat timbulnya energi, kelebihan panas tekanan didalam ruangan silinder kurang baik akibatnya efisiensi energi panas terhadap tenaga yang berguna berubah.

Pengaruh penguapan terhadap efisiensi tidak ada demikian juga terhadap kehalusan mesin hidup. Oleh karena itu karakteristik bahan bakar yang digunakan harus menahan akibat timbulnya detonasi. Bahan tambahan untuk menahan detonasi dan knocking dibawah kondisi putaran normal mesin disebut alat anti knock. Bahan tambahan anti knock tergantung pada karakteristik pembakaran, komposisi kimia dan struktur molekul bahan bakar. Bahan bakar yang digunakan pada motor bensin harus sesuai untuk menahan detonasi, harus mempunyai kesesuaian bahan anti knock. Bahan tambahan anti knock dinyatakan dengan tingkat oktan.

### 4. Tingkat anti knock bahan bakar

Kekuatan menahan detonasi dan karakteristik bahan bakar adalah sangat penting pada motor bensin. Suatu cara untuk menahan detonasi telah lama



diusahakan dari berbagai bahan bakar. Dengan menambahkan karakteristik kimia dari hidrokarbon, faktor perbandingan udara dengan bahan bakar, saat pengapian, diilusi, pengaruh mantel silinder, kondisi atmosfer, perbandingan kompresi dan sebagainya cenderung, cengdrung bahan bakar menimbulkan detonasi didalam ruangan silinder. Oleh karena itu karakteristik ketahanan anti knock bahan bakar suatu mesin dan variasi kerjanya harus ditetapkan harga standarnya.

Intensitet variasi knock bahan bakar, tergantung pada kecil besarnya bagian muatan detonasi. Oleh karena itu dibutuhkan suatu skala intensiti detonasi terutama penunjukan intensiti skala detonasi untuk perbandingan tingkat bahan bakar. Sesuai dengan standart praktis harga anti knock suatu bahan bakar ditentukan dari perbandingan dua bahan yang berbeda. Iso Parafin, Trimethyl pentene adalah ISO OKTAN ( $C_8H_{18}$ ) yang sangat tinggi tahannya terhadap detonasi dan mempunyai karakteristik yang sesuai. Normal Heptan ( $C_7H_{16}$ ) sangat rendah tahanan terhadap detonasi.

Perimbangan campuran dari kedua hidrokarbon yang berbeda ini memberikan karakteristik diantaranya, oleh karena itu hidrokarbon ditentukan sebagai petunjuk utama bahan bakar. Sesuai dengan tingkat oktan disebut kekuatan utama bahan bakar menahan knock. Sesuai dengan skala tingkat oktan, iso oktan diberi ukuran 100 dan normal heptan diberi ukuran 0 pada tingkat oktan, Wiranto Arismunandar, (1977, hal.100).

Tingkat oktan suatu bahan bakar menunjukkan prosentase volume Iso Oktan, dalam suatu campuran Iso Oktan dan Normal Heptan yang akan menahan intensiti detonasi, suatu standart pengujian khusus

telah dibuat dibawah persetujuan kondisi kerja. Pengujian bahan bakar dan campuran udara diatur pada intensiti maksimum. Ukuran perbandingan kompressi dapat diatur sampai pada standart knock.

#### F. Sistem Pemasukan dan Pembuangan Udara

Tujuan sistem pemasukan udara adalah untuk memberi udara bersih yang dibutuhkan bercampur dengan bahan bakar dalam suatu perbandingan yang tertentu untuk melakukan proses pembakaran yang sempurna didalam ruang bakar. Udara yang dibutuhkan terhadap sejumlah bahan bakar pada proses pembakaran sempurna adalah 15 : 1, artinya 15 gram udara bercampur 1 gram bahan bakar atau 15 kg udara terhadap 1 kg bahan bakar.

Sejumlah udara yang dibutuhkan masuk melalui saringan udara kedalam karburator. Didalam karburator udara ini bercampur dengan bahan bakar dan melalui pipa saluran masuk (intake manifold) masuk keruang silinder pada saat langkah pemasukan, campuran udara dan bahan bakar dikompresikan dan selanjutnya berlangsung proses pembakaran, gas-gas bekas pembakaran disalurkan melalui pipa buang/mufler ke udara bebas.

##### 1. Saringan udara dan jenisnya

Saringan udara adalah untuk menyaring kotoran, abu atau partikel lainnya yang tergabung atau terbawa oleh udara, sehingga udara tersebut dalam keadaan bersih masuk ke ruangan silinder. Bila kotoran, atau abu dan partikel lainnya yang tercampur dalam udara masuk ke ruang silinder akan dapat merusak bagian mesin terutama dinding silinder, piston dan ring piston .

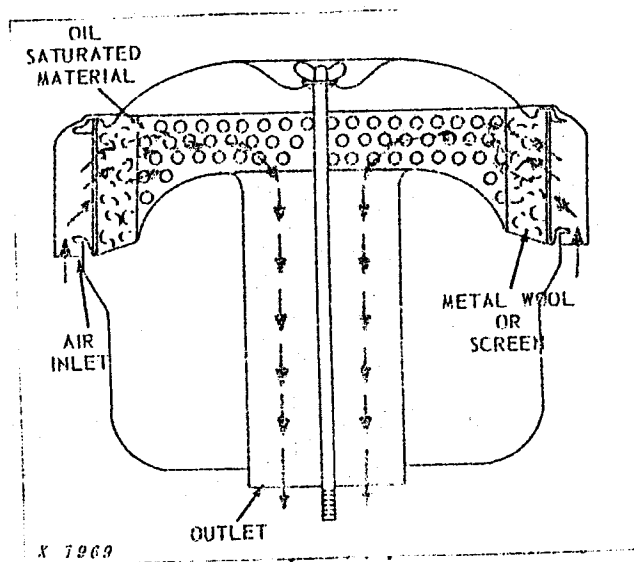
Did daerah industri, kota besar, gurun pasir jalan yang tidak beraspal, kadar abu lainnya

sangat penting untuk membatasi masuknya abu keru-  
angan silinder.

Jenis saringan yang dipergunakan pada kenda-  
raan dapat kita bagi John Deere (1977, hal.6-3),  
yaitu :

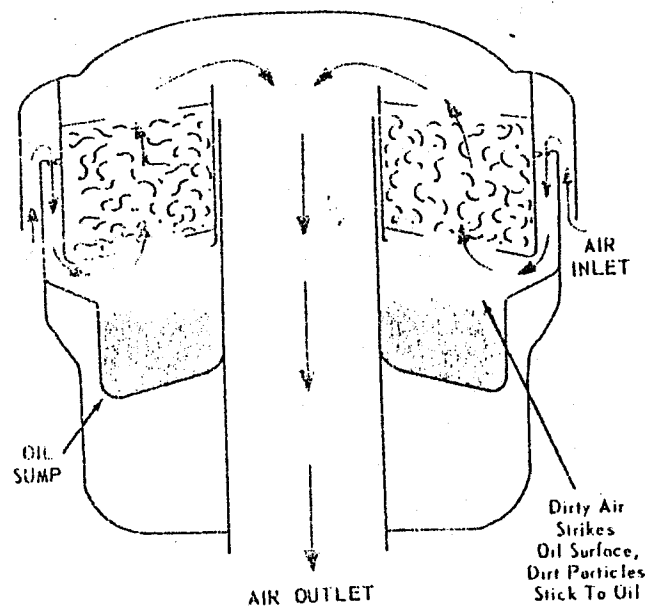
- Saringan udara jenis kering
- Saringan Udara jenis basah

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar berikut.



Gambar 34.

Saringan Udara Jenis Kering  
(John Deere, 1977, hal.6-3)



X 1971

Gambar 35.

Saringan Udara Jenis Basah  
(John Deere, 1977, hal.6-4)

## 2. Saluran Masuk (Intake Manifold).

Untuk memperoleh tenaga yang besar dan efisiensi pembakaran bahan bakar pada suatu mesin membutuhkan pemasukan bahan bakar yang banyak. Karena itu saluran gas masuk lebih menguntungkan sependek mungkin, lurus. Saluran pemasukan yang panjang dan bengkok akan mengurangi tekanan aliran udara.

Saluran gas masuk adalah bagian yang menghubungkan karburator dengan mesin dan sekali gus menjadi saluran gas dari karburator ke mesin. Pada mobil saluran masuk gas dibuat panjang agar gas yang masuk kedalam silinder sempurna, dan mengingat banyaknya jumlah silinder yang berjejer.

MILIK UPT PERPUSTAKAAN  
IKIP. PADANG

Untuk motor dua langkah saluran masuk gas dibuat pendek, karena gas tidak langsung disalurkan ke ruang silinder dalam hal ini masih membutuhkan pemisah uap pelumas didalam karter sebelum gas di masukan kedalam ruangan silinder.

### 3. Saluran Gas Bekas (Exhaust Manifold).

Saluran gas bekas adalah tempat keluarnya sisa-sisa pembakaran dari dalam silinder. Setiap saluran gas bekas selalu disambung dengan muffler (kanalpot), gunanya muffler adalah untuk mengurangi tekanan dan meredam suara pengeluaran gas bekas agar tidak terlalu berisik. Saluran gas bekas ini dapat pula digolongkan atas tiga bagian :

- Exhaust manifold
- Pipa saluran gas bekas
- Peredam letusan (Muffler)

#### a. Exhaust manifold

Exhaust manifold bertugas mengumpulkan dan menyalurkan gas bekas hasil pembakaran dari silinder-silinder untuk dibuang keluar. Manifold ini harus dapat menyalurkan gas bekas secara lancar, sehingga tidak terjadi pusaran pusaran gas panas, Itulah sebabnya belokan-belokan manifold itu dibuat setumpul-tumpulnya dan diusahakan agar tidak terdapat sudut belokan yang tajam.

Perapatan disini sangat penting, karena apabila ada kebocoran, suara letusan motor akan terdengar keluar dengan keras. Suhu pada exhaust manifold ini kadang-kadang dapat mencapai  $1.400^{\circ}\text{F}$  atau  $760^{\circ}\text{C}$ .

b. Pipa saluran gas bekas

Gas panas dari exhaust manifold disalurkan keluar oleh pipa pembuangan gas bekas. Arah pembuangan gas bekas itu biasanya kebelakang mobil, tetapi ada juga yang diarahkan ke samping kiri atau kanan.

Agar pipa pembuang ini tidak mudah patah karena guncangan motor, maka pipa ini diberi gantungan lentur dekat ujungnya.

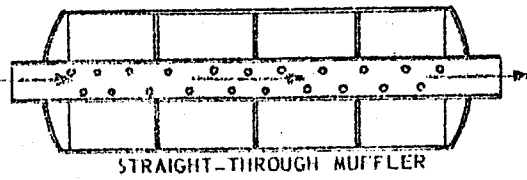
Untuk menghilangkan bunyi letusan yang sangat keras itu pipa pembuang dipotong menjadi dua bagian yang terpisah, dan pada bagian yang kedua ini dipasanglah sebuah pipa peredam letusan atau muffler.

c. Peredam letusan (muffler)

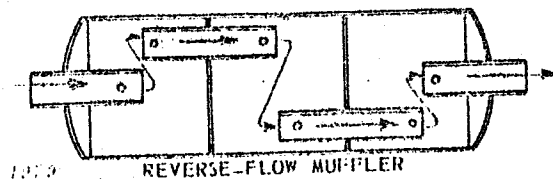
Perdam letusan atau lebih sering dikenal dengan nama knalpot, bertugas meredam atau menyerap suara letusan motor yang keras itu, sehingga tidak kedengaran keluar. Peredam suara letusan itu dijalankan dengan cara memaksa gas bekas pembuangan melewati jalan yang berbelok-belok.

Karena harus berbelok-belok, maka didalam pipa peredam letusan akan terjadi semacam bantalan gas yang menyerap suara letusan, sebagai akibat keluarnya gas pembuangan secara cepat.

Konstruksi peredam letusan ini sangat nyak macamnya, dapat kita lihat pada gambar berikut ini :



Gambar 36.  
Knalpot Saringan Lurus  
(John Deere, 1977, hal.6-13)



Gambar 37.  
Knalpot Saringan Spiral  
(John Deere, 1977, hal.6-13)

DAFTAR BACAAN

- Amrizal Arief. (1989). Buku Sepeda Motor I. Padang, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Padang.
- B. Bisowarno. (1976). Kenalilah Mobil Anda. Bandung, Penerbit Tarate.
- Daryanto. (1987). Teknik Sepeda Motor. Bandung, Penerbit Tarsito.
- Honda Division, PT. Astra International, Inc. (1978). Manual Honda C70, CG125, Jakarta.
- Jalius Jama. (1977). Motor Bensin. Jakarta, Penerbit Ghalia Indonesia.
- John Deere. (1977). FOS (Fundamentals Of Service engines). Litho U.S.A.
- V.A.W. Hillier & F.W. Pittuck. (1972). Fundamentals Of Motor Vehicle Technology. Hutchinson of London.
- Wiranto Arismunandar. (1977). Motor Bakar Torak. Bandung Penerbit ITB.