

## **BAB II**

### **KAJIAN TEORI**

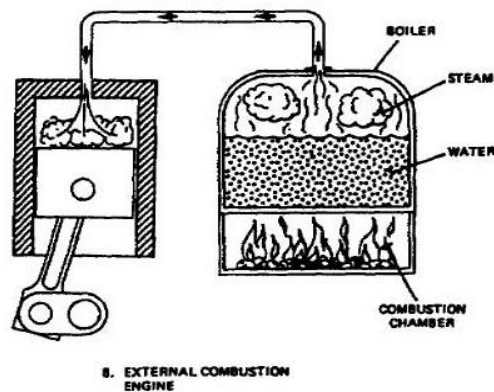
#### **2.1. Motor Bakar**

Seperti kita ketahui roda-roda suatu kendaraan memerlukan adanya tenaga luar yang memungkinkan kendaraan dapat bergerak serta dapat mengatasi keadaan, jalan, udara, dan sebagainya. Sumber dari luar yang menghasilkan tenaga disebut motor. Motor merupakan alat yang merubah sumber tenaga panas, listrik, air, angin, tenaga atom, atau sumber tenaga lainnya menjadi tenaga mekanik (*mechanical energy*). Sedangkan motor yang merubah tenaga panas menjadi tenaga mekanik disebut motor bakar (*thermal engine*).

Motor bakar adalah pesawat yang menggunakan energi termal untuk melakukan kerja mekanik, yaitu dengan cara merubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi panas, dan menggunakan energi tersebut untuk melakukan kerja mekanik. Energi termal diperoleh dari pembakaran bahan bakar pada motor itu sendiri. Jika ditinjau dari cara memperoleh energi termal ini (proses pembakaran bahan bakar), maka motor bakar dapat dibagi menjadi 2 golongan yaitu : motor pembakaran luar (*external combustion engine*) dan motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*) (Hidayat,2012:14).

### 2.1.1. Motor Pembakaran Luar (*External Combustion Engine*)

Pada motor pembakaran luar ini, proses pembakaran bahan bakar terjadi di luar motor itu, sehingga untuk melaksanakan pembakaran digunakan motor tersendiri.

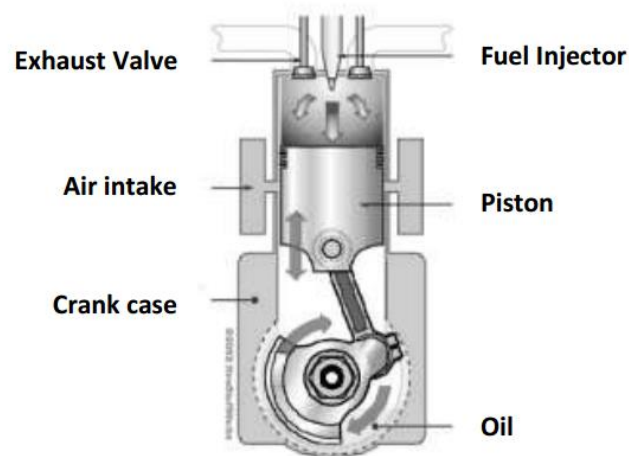


Gambar 2.1. *External Combustion Engine*

Panas dari hasil pembakaran bahan bakar tidak langsung diubah menjadi tenaga gerak, tetapi terlebih dahulu melalui media penghantar, baru kemudian diubah menjadi tenaga mekanik. Misalnya pada ketel uap dan turbin uap. Berbeda dengan mesin pembakaran dalam, dimana panas masukan adalah dengan pembakaran bahan bakar di dalam tubuh fluida kerja, mesin pembakaran luar membutuhkan sumber panas hasil pembakaran dari bahan bakar karena produk-produk pembakaran tidak bercampur dengan fluida kerja. Umumnya fluida kerja adalah udara, helium atau hidrogen. Dalam sistem terjadi siklus tertutup, dalam operasi normal mesin disegel dan tidak ada gas masuk atau meninggalkan mesin. (Hidayat,2012:14)

### 2.1.2. Motor Pembakaran Dalam (*Internal Combustion Engine*)

Pada motor pembakaran dalam, proses pembakaran bahan bakar terjadi di dalam motor itu sendiri, sehingga panas dari hasil pembakaran langsung bisa diubah menjadi tenaga mekanik. Misalnya pada turbin gas dan motor bakar torak.



Gambar 2.2. *Internal Combustion Engine*(Hidayat,2012:14)

Motor yang tenaganya digunakan pada sepeda motor harus kompak, ringan dan mudah ditempatkan pada ruangan yang terbatas. Selain itu motor harus dapat menghasilkan kecepatan yang tinggi dan tenaga yang besar, mudah dioperasikan dan sedikit menimbulkan bunyi. Oleh sebab itu, motor bensin dan diesel umumnya lebih banyak digunakan pada kendaraan.

Menurut cara kerjanya, motor pembakaran dalam ada 2 macam:

1. Motor 4 langkah (4-tak)

Motor 4-tak dalam satu siklus kerjanya terdiri dari empat tahap (langkah), yaitu langkah hisap, tekan, usaha / ekspansi, dan buang yang diselesaikan dalam dua putaran crankshaft.

## 2. Motor 2 langkah (2-tak)

Jika motor 4 tak memerlukan 2 putaran crankshaft dalam satu siklus kerjanya, maka untuk motor 2-tak hanya memerlukan satu putaran saja. Hal ini berarti dalam satu siklus kerja 2 tak hanya terdiri dari 1 kali gerakan naik dan 1 gerakan turun dari piston saja.

### 2.2. Prinsip Kerja Motor 4 Langkah

Motor bakar empat langkah adalah mesin pembakaran dalam, yang dalam satu kali siklus akan mengalami empat langkah *piston*. Sekarang ini, mesin pembakaran dalam pada mobil, motor, truck, pesawat terbang, kapal, alat berat dan sebagainya, umumnya menggunakan siklus empat langkah. Empat langkah tersebut meliputi langkah hisap (pemasukan), Kompresi, Tenaga dan langkah Buang. Yang keseluruhan memerlukan dua putaran poros engkol (*crankshaft*) per satu siklus pada mesin bensin atau mesin diesel.

Pada motor bensin empat langkah terdapat empat langkah kerja piston yaitu langkah hisap, langkah kompresi, langkah usaha, dan langkah buang. Berikut akan dibahas langkah dari piston : Dalam motor bensin, campuran udara dan bahan bakar dihisap ke dalam silinder, kemudian dikompresikan oleh torak saat bergerak naik. Bila campuran udara dan bahan bakar terbakar dengan adanya percikan api dari busi yang panas sekali, maka akan menghasilkan tekanan gas pembakaran yang besar dalam silinder. Tekanan gas pembakaran ini mendorong torak ke bawah, yang menggerakkan torak turun naik dengan bebas di dalam silinder. Dari gerak lurus (naik turun) torak dirubah menjadi gerak putar pada poros engkol

(camshaft) melalui batang torak (connecting rod). Gerak putar inilah yang menghasilkan tenaga pada sepeda motor. (Arends, 1980).

Posisi tertinggi yang dicapai oleh torak dalam silinder disebut titik mati atas (TMA), dan posisi terendah yang dicapai torak disebut titik mati bawah (TMB). Jarak Bergeraknya torak antara TMA dan TMB disebut langkah torak (stroke). Proses menghisap campuran bensin dan udara ke dalam silinder, mengkompresikan, membakarnya dan mengeluarkan gas bekas dari silinder, disebut satu siklus. (Arends, 1980).

#### 1. Langkah Hisap

Pada langkah ini, campuran udara dan bensin dihisap ke dalam silinder. Katup hisap terbuka sedangkan katup buang tertutup. Waktu torak bergerak ke bawah, menyebabkan ruang silinder menjadi vakum, masuknya campuran udara dan bahan bakar ke dalam silinder disebabkan adanya tekanan udara luar (atmospheric pressure). (Arends, 1980).

Katup masuk pada langkah hisap sudah terbuka sebelum piston bergerak dari 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%. Pada putaran mesin yang tinggi maka kevakuman tersebut akan rendah sehingga volume bahan bakar dan udara yang masuk juga sedikit sehingga daya mesin akan berkurang pada putaran yang tinggi.



Gambar 2.3. Langkah Hisap

(sumber: [http://www.isuzu-astra.com/service\\_engine.php](http://www.isuzu-astra.com/service_engine.php))

## 2. Langkah Kompresi

Pada langkah ini, campuran udara dan bahan bakar dikompresikan. Katup hisap dan katup buang tertutup. Waktu torak mulai naik dari TMB ke TMA campuran yang telah dihisap tadi dikompresikan. Akibatnya tekanan dan temperturnya menjadi naik, sehingga akan mudah terbakar. Poros engkol berputar satu kali, ketika torak mencapai TMA. (Arends, 1980).

Langkah kompresi mengakibatkan campuran udara dan bahan bakar dikompresi atau ditekan akibatnya tekanan dan temperturnya 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.

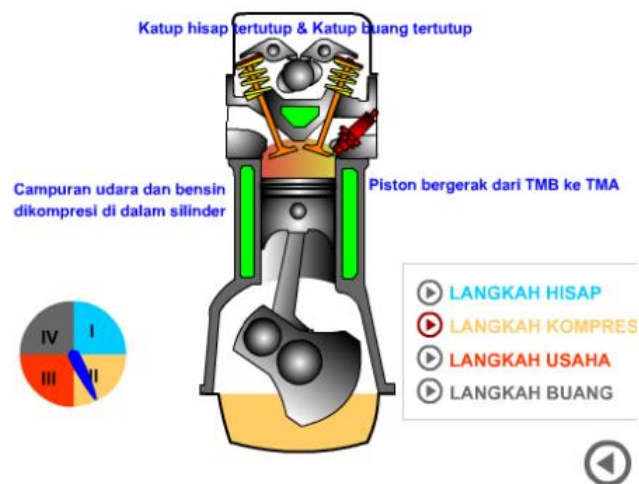
$$\epsilon = 1 + \frac{v_s}{v_c} \text{ atau } \epsilon = \frac{v_s + v_c}{v_c}$$

keterangan:

$\epsilon$  : perbandingan kompresi.

$v_c$  : volume ruang bakar.

$v_s$  : volume langkah piston



Gambar 2.4. Langkah Kompresi

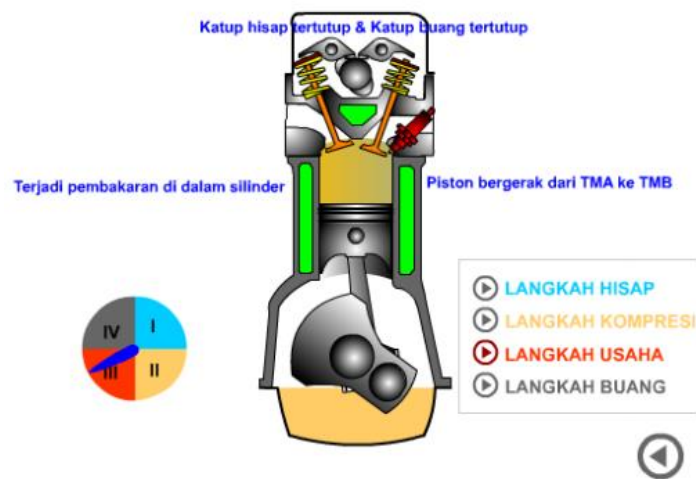
(sumber: [http://www.isuzu-astra.com/service\\_engine.php](http://www.isuzu-astra.com/service_engine.php))

### 3. Langkah Usaha

Pada langkah ini, mesin menghasilkan tenaga untuk menggerakkan kendaraan. Sesaat sebelum torak mencapai TMA pada saat langkah kompresi, busi memberi loncatan api pada campuran yang telah dikompresikan. Dengan terjadinya pembakaran, kekuatan dari tekanan gas pembakaran yang tinggi mendorong torak ke bawah. Usaha ini yang menjadi tenaga mesin (*engine power*). (Arends, 1980).

Penghentian kebakaran gas sebaiknya terjadi pada TMA atau sedikit sesudahnya, ini disebabkan oleh pengembangan gas tersebar akibat suhu tertinggi harus terjadi pada volume terkecil sehingga piston mendapat

tekanan terbesar. Ekspansi terjadi di atas piston selama terjadi langkah kerja. Hal tersebut akan mengakibatkan tekanan dan suhu akan sangat menurun. Hubungan ini tampaknya menarik bila diadakan perbandingan antara motor Otto dan motor Diesel. Diumpamakan tekanan pembakaran motor Otto adalah 4 MPa dan pada motor Diesel 7,2 MPa. Perbandingan pemampatannya masing-masing adalah 8 : 1 dan 18 : 1. (Arends, 1980).



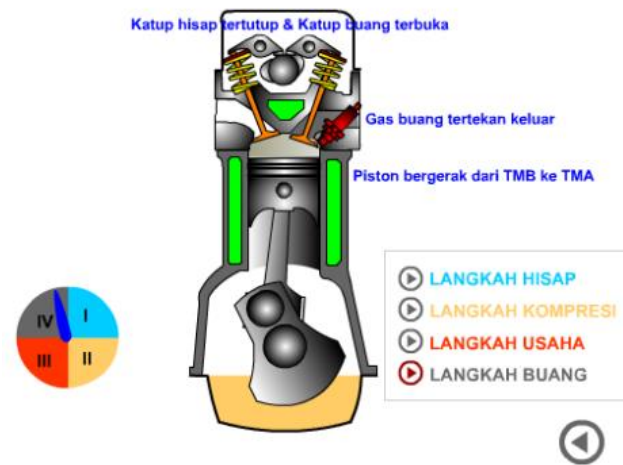
Gambar 2.5. Langkah Usaha

(sumber: [http://www.isuzu-astra.com/service\\_engine.php](http://www.isuzu-astra.com/service_engine.php))

#### 4. Langkah Buang

Pada langkah ini, gas yang terbakar dibuang dari dalam silinder. Katup buang terbuka, torak bergerak dari TMB ke TMA, mendorong gas bekas keluar dari silinder. Ketika torak mencapai TMA, akan mulai bergerak lagi untuk persiapan berikutnya, yaitu langkah hisap. (Arends, 1980).





Gambar 2.6. Langkah Buang

(sumber: [http://www.isuzu-astra.com/service\\_engine.php](http://www.isuzu-astra.com/service_engine.php))

## 2.3. Konstruksi Motor Bensin (otto)

### 2.3.1. Blok Silinder

Blok silinder merupakan inti dari pada motor, yang terbuat dari besi tuang. Belakangan ada beberapa blok silinder yang terbuat dari paduan aluminium. Blok silinder dilengkapi rangka pada bagian dinding luar untuk memberikan kekuatan pada motor dan membantu meradiasikan panas. Blok silinder terdiri dari beberapa lubang tabung silinder tempat torak bergerak naik-turun. Silinder-silinder ditutup bagian atasnya oleh kepala silinder yang dijamin oleh gasket kepala silinder yang letaknya antara blok silinder dan kepala silinder. Crankcase terpasang dibawah blok silinder dan poros engkol, bak oli termasuk dalam crankcase. Silinder-silinder dikelilingi oleh mantel pendingin (water jacket) untuk membantu pendinginan. Perlengkapan lainnya seperti stater, alternator, pompa bensin,

distributor dipasangkan pada bagian samping blok silinder. (Pulkrabek, Willard W,1977 : 18 )

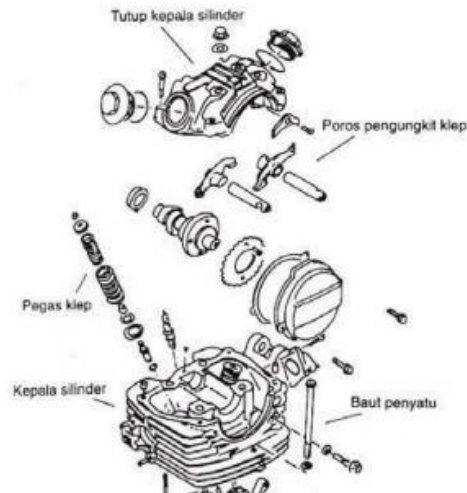


Gambar 2.7. Blok silinder

### **2.3.2. Kepala Silinder**

Kepala silinder (cylinder head) ditempatkan di bagian atas blok silinder. Pada bagian bawah kepala silinder terdapat ruang bakar dan katup-katup. Kepala silinder harus tahan terhadap temperatur dan tekanan tinggi selama mesin bekerja. Oleh sebab itu, umumnya kepala silinder dibuat dari besi tuang dan paduan alumunium. Kepala silinder yang terbuat dari paduan alumunium memiliki kemampuan pendingin lebih besar dibanding dengan yang terbuat dari besi tuang.

Gasket kepala silinder (cylinder head gasket) letaknya antara blok silinder dan kepala silinder, fungsinya untuk mencegah kebocoran gas pembakaran, air pendingin dan oli. Gasket harus tahan panas dan tekanan dalam setiap perubahan temperatur. Umumnya terbuat dari carbon clad sheet steel (gabungan carbon dengan lempengan baja). Karbon itu sendiri melekat dengan graphite, dan keduanya berfungsi untuk mencegah kebocoran yang ditimbulkan antara blok silinder, serta untuk menambah kemampuan melekat pada gasket. (Pulkrabek, Willard W,1977 : 18 )



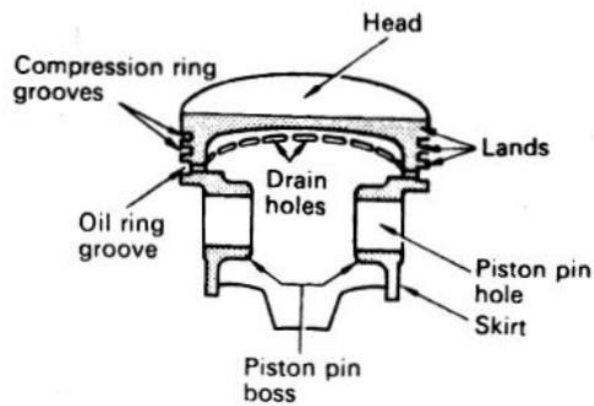
Gambar 2.8.Kepala Silinder

### 2.3.3. Torak

Torak bergerak turun naik di dalam silinder untuk melakukan langkah hisap, kompresi, pembakaran, dan pembuangan. Fungsi utama torak untuk menerima tekanan pembakaran dan meneruskan tekanan untuk memutar poros engkol melalui batang torak (connecting rod). Torak terus-menerus menerima temperatur dan tekanan tinggi, sehingga harus dapat tahan panas saat motor beroperasi pada kecepatan tinggi untuk periode waktu yang lama. Pada umumnya torak terbuat dari paduan aluminium, selain lebih ringan, radiasi panasnya juga lebih efisien dibanding material lainnya. (Pulkrabek, Willard W, 1977 : 20)

Bagian atas piston pada mulanya dibuat rata. Namun, untuk meningkatkan efisiensi motor, terutama pada mesin dua langkah, permukaan piston dibuat cembung simetris dan cembung tetapi tidak simetris. Bentuk permukaan yang cembung gunanya untuk menyempurnakan pembilasan campuran udara bahan

bakar. Sekaligus, permukaan atas piston juga dirancang untuk melancarkan pembuangan gas sisa pembakaran.



Gambar 2.9. Torak. (Pulkrabek, Willard W,1977 : 20)

Pada saat torak menjadi panas akan terjadi sedikit pemuaian yang mengakibatkan diameternya akan bertambah. Untuk mencegah hal ini pada motor harus ada semacam celah yaitu jarak yang disediakan untuk temperatur ruang, lebih kurang  $25^{\circ}\text{C}$ , jarak ini disebut celah torak (*piston clearance*). Celah torak umumnya berukuran antara 0,02-0,12 mm.

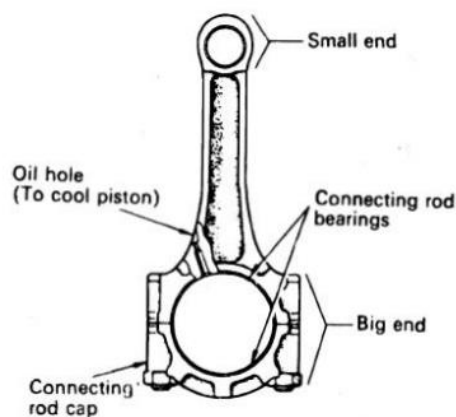
#### 2.3.4. Piston ring

Piston ring berfungsi untuk mencegah kebocoran campuran udara dan bensin dan gas pembakaran dari ruang bakar ke bak engkol selama langkah kompresi dan usaha. Piston ring terbuat dari besi tuang perlit dan mempunyai koefisien gesek yang rendah sehingga tidak merusak dinding silinder. Oil ring dipasang untuk membentuk lapisan oli (oil film) antara torak dan dinding silinder. Selain itu juga untuk mengikis kelebihan oli untuk mencegah masuknya ke dalam ruang bakar. Konstruksi oil ring berbeda dengan compression ring, di sekeliling

oil ring terdapat lubang atau alur-alur agar minyak pelumas yang dikikis dapat dialirkan kembali ke bagian dalam piston. (Pulkrabek ,Willard W, 1977 : 22).

### 2.3.5. Batang Torak

Batang torak (*connecting rod*) menghubungkan torak ke poros engkol dan selanjutnya meneruskan tenaga yang dihasilkan oleh torak ke poros engkol. Bagian ujung batang torak disebut *small end*, sedang bagian yang berhubungan dengan poros engkol disebut *big end*. *Crank pin* berputar pada kecepatan tinggi di dalam *big end* dan mengakibatkan temperature menjadi tinggi. Untuk menghindari hal tersebut yang diakibatkan panas, metal dipasangkan di dalam *big end*. Metal ini dilumasi dengan oli dan sebagian dari oli ini dipercikan dari lubang oli ke bagian dalam torak untuk mendinginkan torak. (Pulkrabek, Willard W,1977 : 20)

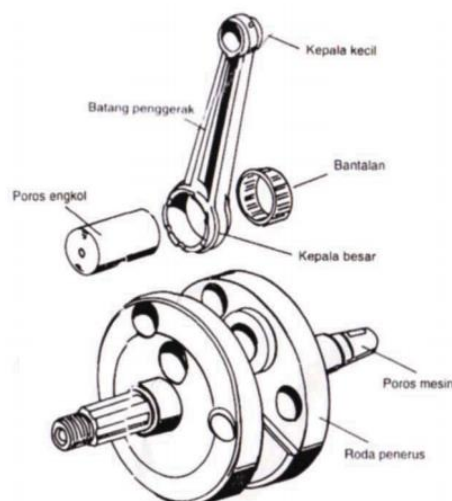


Gambar 2.10. Batang torak

### 2.3.6. Poros Engkol

Tenaga (*torque*) yang digunakan untuk menggerakkan roda kendaraan dihasilkan oleh gerakan batang torak dan diubah menjadi gerak putaran pada poros engkol. Poros engkol menerima beban yang besar dari torak dan batang torak serta berputar pada kecepatan tinggi, dengan alasan tersebut poros engkol umumnya terbuat dari baja karbon dengan tingkatan serta mempunyai daya tahan yang tinggi. (Pulkrabek, Willard W,1977 : 22)

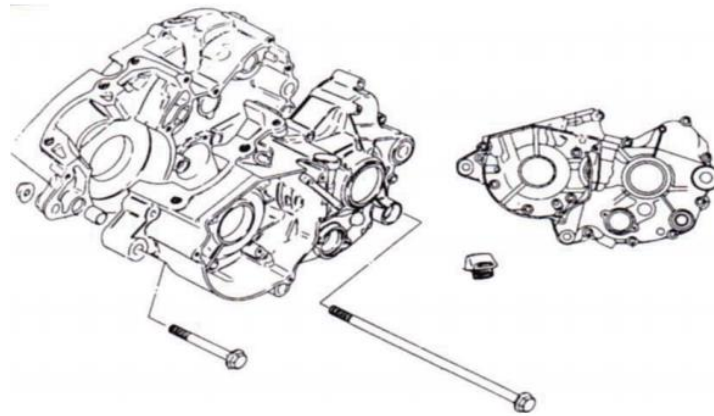
Poros engkol dan batang penggerak adalah untuk merubah gerak translasi piston menjadi gerak putar. Kedua bagian ini selalu menderita tegangan dan regangan yang sangat besar. Karena itu harus dibuat dari bahan yang khusus dan ukuran yang tepat. Dalam keadaan diam dan berputar poros engkol selalu setimbang (*balance*). Bagian permukaan bantalan dikeraskan dan harus licin untuk mengurangi keausan.(Daryanto,2000 :42)



Gambar 2.11. Poros engkol

### 2.3.7. Bak Engkol Mesin (*Crankcase*)

*Crankcase* (bak engkol) biasanya terbuat dari aluminium die casting dengan sedikit campuran logam. Bak engkol fungsinya sebagai rumah dari komponen yang ada di bagian dalamnya, yaitu komponen alternator untuk pembangkit daya tenaga listriknya sepeda motor, Pompa oli, Kopling, Poros engkol, dan bantalan peluru serta gigi transmisi. Bak engkol terletak di bawah silinder dan biasanya merupakan bagian yang ditautkan pada rangka sepeda motor Sebagai penampung oli pelumas

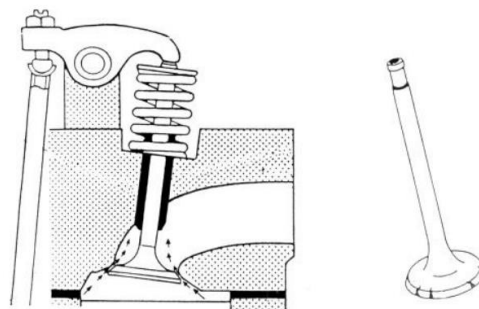


Gambar 2.12. Bak engkol

### 2.3.8. Mekanisme Katup

Motor 4 langkah mempunyai langkah hisap, kompresi, usaha, dan buang, tetapi bekerjanya katup hanya dibutuhkan dalam 2 proses langkah yaitu langkah hisap dan buang. Mekanisme katup dirancang sedemikian rupa sehingga sumbu nok (camshaft) berputar satu kali untuk menggerakkan katup hisap dan katup buang setiap dua kali berputarnya poros engkol. Puli timing crankshaft dipasang pada ujung poros engkol dan puli timing camshaft dipasang pada ujung exhaust

camshaft. Exhaust camshaft digerakkan oleh poros engkol melalui timing belt. Intake camshaft digerakkan oleh gigi-gigi yang berkaitan pada intake dan exhaust camshaft. Bila poros engkol berputar menyebabkan exhaust camshaft juga berputar melalui timing belt, sedangkan intake camshaft diputar oleh exhaust camshaft melalui roda-roda gigi. Bila sumbu nok terus berputar, nok akan menekan ke bawah pada valve filter dan membuka katup. Bila sumbu nok terus berputar, maka katup akan menutup dengan adanya tekanan pegas. Setiap camshaft berputar satu kali, akan membuka dan menutup katup hisap dan katup buang satu kali pada setiap dua putaran poros engkol.



Gambar 2.13. Mekanisme katup

## **2.4. Sistem Kelengkapan Pada Motor Bakar**

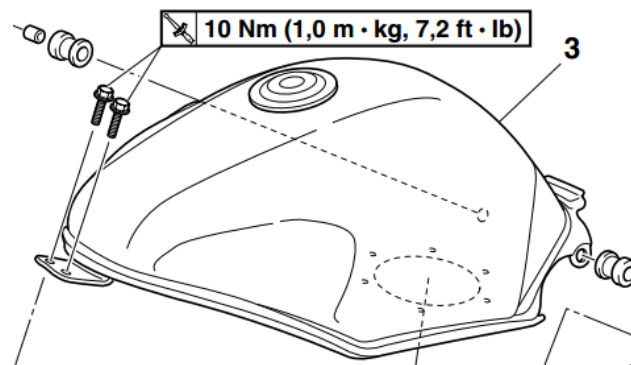
### **2.4.1. Sistem Bahan Bakar**

Di dalam motor bensin selalu diharapkan bahan bakar dan udara itu sudah bercampur dengan baik sebelum dinyalakan oleh busi. Komponen-komponen pada sistem bahan bakar



### 1. Tangki bahan bakar

Tangki bahan bakar dibagi-bagi dalam beberapa bagian dengan pemisah. Pemisah ini berfungsi sebagai damper bila kendaraan berjalan atau berhenti secara tiba – tiba atau berjalan di jalan yang kasar.



Gambar 2.14. Tangki bahan bakar

### 2. Saringan Bahan Bakar

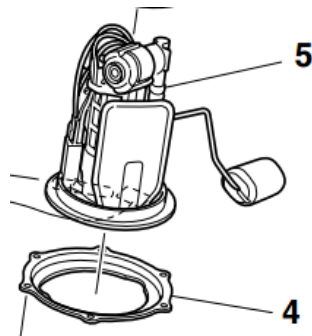
Saringan bahan bakar berfungsi untuk menyaring kotoran – kotoran dan air yang terbawa oleh bahan bakar.



Gambar 2.15. Saringan Bahan Bakar

### 3. Pompa Bahan Bakar

Pompa bahan bakar ada dua jenis, yaitu model mekanik dan model elektrik. Fungsi dari pompa ini adalah untuk mengalirkan bahan bakar dari tangki ke karburator.

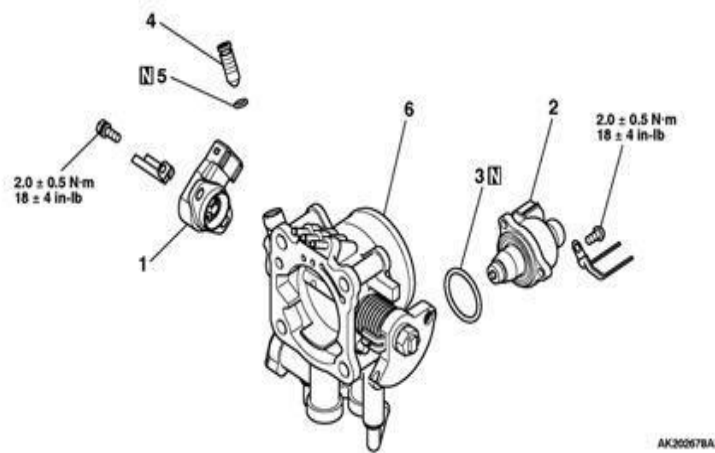


Gambar 2.16. Pompa Bahan Bakar

#### 4. Throttle body

Throttle adalah bagian dari mesin injeksi yang mengatur masuknya udara ke mesin pembakaran. Fungsi Throttle Position Sensor (TPS) atau Sensor Posisi Throttle adalah sensor yang digunakan untuk memantau posisi throttle apakah terbuka sebagian, terbuka penuh atau tertutup. Sensor ini biasanya terletak pada poros kupu-kupu sehingga dapat langsung memantau posisi throttle. ECU (*Engine Control Unit*) dapat mengontrol posisi throttle.

Fungsi throttle body adalah sebagai saluran utama yang dilalui oleh udara sebelum masuk ke intake manifold. Konstruksi *throttle body* dapat dilihat pada gambar di bawah.

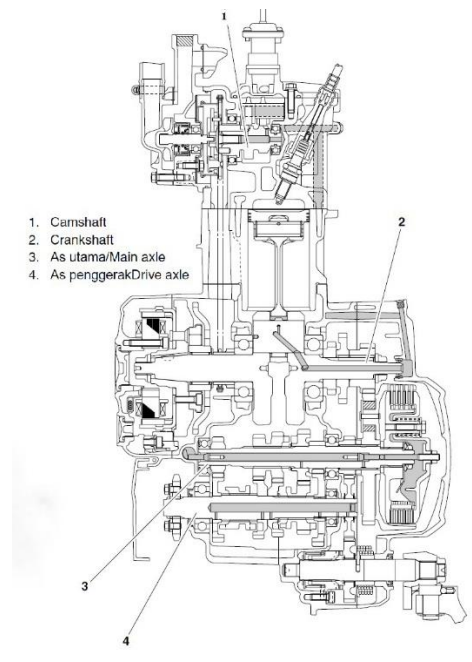


Gambar 2.17. *Throttle Body*

#### 2.4.2. Sistem Pelumasan

Pelumasan adalah proses memberikan lapisan minyak pelumas di antara dua permukaan yang bergesek. Semua permukaan komponen motor yang bergerak seharusnya selalu dalam keadaan basah oleh bahan pelumas. Fungsi utama pelumasan ada dua yaitu mengurangi gesekan (friksi) dan sebagai pendingin. Bila terjadi suatu keadaan luar biasa, dimana sistem pelumasan tidak bekerja, maka akan terjadi gesekan langsung antara dua permukaan yang mengakibatkan timbulnya keausan dan panas yang tinggi.

Bahan pelumas di dalam mesin bagaikan lapisan tipis (film) yang memisahkan antara permukaan logam dengan permukaan logam lainnya yang saling meluncur sehingga antara logam-logam tersebut tidak kontak langsung. Selain seperti yang diterangkan di atas, bahan pelumas juga berfungsi sebagai sekat (seal) pada cincin torak yang dapat menolong memperbesar kompresi motor.



Gambar 2.18. Pelumasan pada Mesin Sepeda Motor

Kegagalan pada sistem pelumasan tidak hanya berakibat rusaknya sepeda motor tetapi juga dapat menimbulkan kebakaran dan kecelakaan pengemudi. Kebakaran akan terjadi disebabkan oleh bagian yang panas dapat melelehkan pembalut kabel dan karenanya akan segera terjadi hubungan singkat dan percikan api. Bahan bakar bensin menyambar percikan api dan akan terjadi kebakaran.

Pelumasan dinding silinder merupakan bagian yang penting untuk diperhatikan. Fungsi pelumasan disini sebagaimana dikatakan bukan saja untuk mengurangi gesekan tetapi juga untuk perapat. Dengan adanya minyak pelumas antara ring piston dan dinding silinder maka diharapkan kebocoran kompresi dari langkah usaha dapat dihindarkan. Untuk menjamin pelumasan dinding silinder maka dipasang ring oli. Ring oli tidak dapat bekerja dengan baik jika pelumas terlalu kental, atau bila terjadi lumpur (sludge) pada celah ring. Begitu pentingnya fungsi dan peran minyak pelumas, maka diperlukan sistem pelumasan yang

bekerja dengan pasti, mudah dikontrol dan dipelihara. Fungsi minyak pelumas secara keseluruhan ialah untuk mencegah atau mengurangi:

- Gesekan
- Persentuhan bidang kerja
- Pemanasan yang berlebihan
- Keausan
- Karatan
- Pengendapan kotoran

Jika sistem pelumasan pada suatu mesin tidak dilakukan maka akan mengakibatkan hal-hal berikut ini:

- Bagian peralatan yang bergesekan akan cepat aus.
- Timbulnya panas yang berlebihan;
- Tenaga mesin berkurang;
- Timbul karat/korosi;
- Umur pemakaian berkurang.

Sehingga pelumasan yang teratur dan selalu memperhatikan mutu minyak pelumas dapat memperpanjang usia motor bakar terhadap kerusakan, karena terhindar dari:

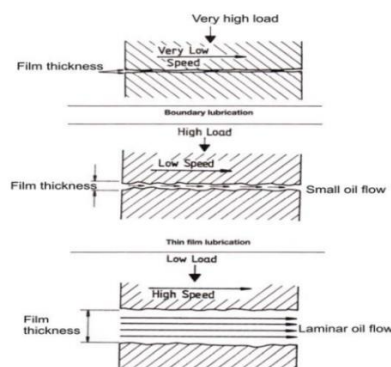
- Keausan silinder
- Terbakarnya bantalan
- Pengotoran busi
- Kemacetan cincin-cincin torak
- Pelumpuran

- Deposit
- Pemborosan bahan bakar

## 1. Pelumasan Pada Sepeda Moto Empat Langkah

Bahan pelumas harus dapat didistribusikan secara meyakinkan ke semua bagian yang memerlukan. Ada tiga jenis pelumasan pada motor empat langkah: Boundary lubrication, yaitu bila permukaan bearing dilapisi dengan lapisan halus minyak pelumas. Lapisan minyak pelumas ini mempunyai keterbatasan. Bila kekuatan atau berat komponen melebihi batas kemampuannya, maka lapisan tersebut dengan mudah hancur dan akan terjadi keausan. Pelumasan tekan (thin film lubrication), yaitu pelumasan antara dua permukaan juga, tetapi minyak pelumas dialirkan dengan pompa minyak pelumas (tekanan) untuk penggantian dengan minyak pelumas yang baru.

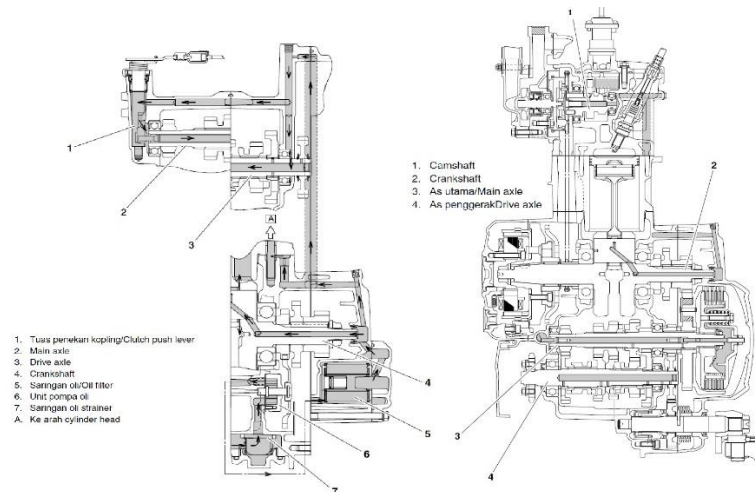
Hydrodynamic lubrication yaitu pelumasan yang mampu menahan beban berat seperti batang penggerak dan pada pelumasan roda gigi. Minyak pelumas dengan kekentalan yang lebih tinggi dialirkan sehingga dapat memelihara sistem pelumasan dengan baik.



Gambar 2.19. Jenis pelumasan: Film, Thick Film dan Hydrodynamic

## 2. Sistem Pelumasan Sepeda Motor Empat Langkah

Pada Motor empat langkah bak engkol merupakan satu kesatuan, baik untuk bagian motor bakar ataupun untuk kopling dan gigi transmisi



Gambar 2.20. Resirkulasi system pelumasan (Yamaha Vixion)

Keterangan:

Sump (oil pump)	Oil feed to con-rod	Oil feed to cylinder
Oil strainer	Starter clutch gear	Camshaft caps
Oil pump	Alternator rotor	Camshaft
Pressure relief valve	Oil feed to starter	Oil gallery
Oil filter	Gearbox input shaft	Oil pipes
Oil cooler	Gearbox output shaft	Oil drain plug
Crankshaft	Oil pressure switch	Oil jets (nozzles)

Sepeda motor empat langkah pelumasannya hanya ada satu macam, yaitu dari bak engkol. Minyak pelumas diisikan pada bak engkol. Dari bak engkol minyak pelumas dipercikkan ke dinding silinder untuk melumasi dinding silinder motor. Ring oli yang dipasang pada piston bertugas meratakan dan membersihkan oli pada dinding silinder tersebut. Oleh karena itu pada sepeda motor empat langkah dilengkapi dengan ring oli. Gambar 9.3 menunjukkan sistem resirkulasi pelumasan pada mesin empat langkah.

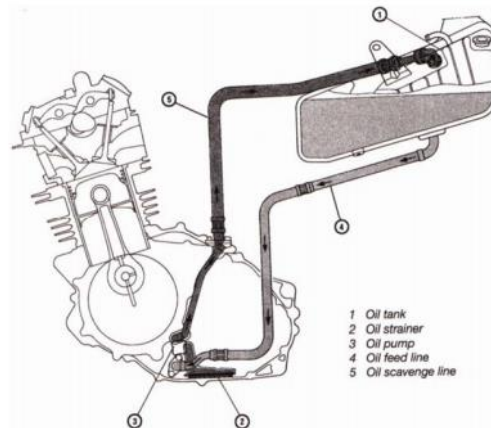
### **3. Penyimpanan Pelumas**

Dasar dari pekerjaan sistim resirkulasi pada mesin empat langkah adalah terletak pada perbedaan dalam cara oli disimpan pada mesin. Ada dua sistem: Sistem

- **Tempat Oli Kering (Dry-Sump System)**

Oli ditampung terpisah dalam tangki oli dan diberikan tekanan pompa melalui saluran yang sama dalam sistem wet sump. Setelah melumasi oli kembali ke crankcase dan disalurkan kembali ke tangki oleh pompa. Kopling dan transmisi dilumasi oleh cipratan oli dari pompa ke tangki oli.



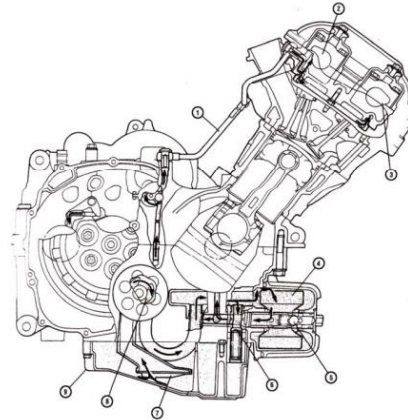


Gambar 2.21. Sistem dry-sump

- Sistem Tempat Oli Basah (Wet sump system)

Minyak pelumas berada diruang oli yang ditempatkan dibawah crankcase, dari ruangnya oli naik dan diberikan menurut tekanan. Sebagian oli diberikan ke poros engkol dan sebagian ke penggerak katup. Sebagian oli pelumas dalam crankcase digunakan untuk melumasi dinding silinder. oli melumasi silinder piston dan ring piston dan kelebihan oli disapu kebawah oleh ring dan kemudian kembali ke crankcase. Kopling dan trasmisi dilumasi dengan cipratan oli dari bak oli atau tekanan pompa oli.

Pada jenis ini tempat oli (bak oli / karter beroda menjadi satu dengan mesin Jenis ini digunakan pada semua mesin sepeda motor 4 Tak. Karena konstruksi lebih praktis dan pelumasan pada semua bagian mesin lebih merata, (mesin, kopling, transmisi)



Gambar 2.22. Pelumasan sistem basah (wet sump)

#### 4. Pompa Oli Untuk Sistem Pelumasan Mesin Empat Langkah

Pompa oli pada sepeda motor berfungsi untuk menyemprotkan oli agar bercampur dengan gas baru dan masuk ke dalam ruang bakar. Jumlah oli yang disemprotkan ke dalam ruang bakar tersebut harus sesuai dengan ketentuan. Oli yang disemprotkan tidak boleh terlalu banyak tetapi juga tidak boleh kurang. Jika oli yang disemprotkan terlalu banyak mengakibatkan ruang bakar menjadi cepat kotor oleh kerak/arang karbon dan polusi yang ditimbulkan oleh asap gas buang. Jika oli yang di-semprotkan kurang maka akan mengakibatkan motor menjadi cepat panas. Hal ini akan memungkinkan piston macet di dalam silindernya. Untuk mendapatkan penyemprotan yang sesuai pompa oli harus disetel. Karena jenis dan macam pompa oli cukup banyak maka cara penyetelannya juga berbeda-beda.

Berikut ini beberapa tipe pompa oli yang sering digunakan:

- Pompa oli tipe plunger

Pompa oli tipe plunger sering ditemukan digunakan pada mesin kuno dengan pelumasan sistem kering.

- Pompa oli tipe gear

Oleh putaran 2 gigi didalam rumah pompa, oli ditarik kedalam melalui lubang pemasukan dan keluar melalui lubang pengeluaran.

- Pompa oli tipe trochoid

Disini dua rotor berputar pada kecepatan yang berbeda, sehingga menyebabkan perbedaan volume diantara dua rotor tersebut, karena adanya perbedaan volume tadi menyebabkan oli mengalir keluar dan kedalam.

### **2.4.3. Sistem Pendingin**

Sistem pendingin yang digunakan pada motor mobil ada 2 macam : Sistem pendingin udara dan Sistem pendingin air. Pada motor yamaha Vixion sudah menggunakan sistem pendinginan menggunakan pendingin air. Komponen pada sistem pendinginan Yamaha Vixion antara lain:

1. Radiator

Radiator mendinginkan cairan pendingin yang telah menjadi panas setelah melalui saluran water jacket. Radiator terdiri dari tangki air bagian atas, tangki air bagian bawah, dan radiator core pada bagian

tengah. Konstruksi radiator memungkinkan sistem pendinginan dapat bekerja secara optimal. Kontruksi radiator terdiri dari:

- Tangki atas

Tangki atas berfungsi untuk menampung air yang telah panas dari mesin. Tangki atas dilengkapi dengan lubang pengisian, pipa pembuangan dan saluran masuk dari mesin. Lubang pengisian harus ditutup dengan tutup radiator. Pipa pembuangan untuk mengalirkan kelebihan air dalam sistem pendinginan yang disebabkan oleh ekspansi panas dari air keluar atau ke tangki reservoir. Saluran masuk ditempatkan agak keujung tangki atas.

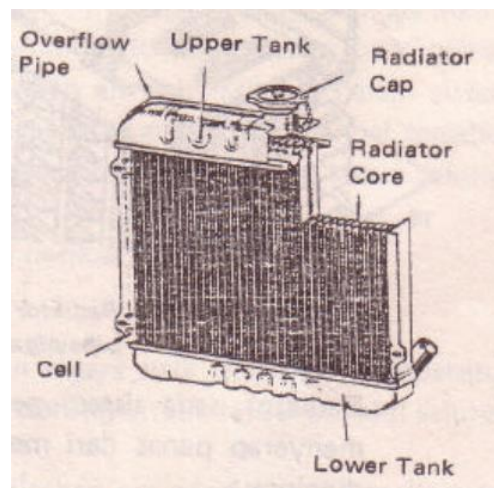
- Inti radiator (*radiator core*)

Inti radiator berfungsi untuk membuang panas dari air ke udara agar suhu air lebih rendah dari sebelumnya. Inti radiator terdiri dari pipa-pipa air untuk mengalirkan air dari tangki atas ke tangki bawah dan sisip-sisip pendingin untuk membuang panas air dalam pipa-pipa air. Udara juga dialirkan diantara sirip-sisip pendingin agar pembuangan panas secepat mungkin. Warna inti radiator dibuat hitam agar perpindahan panas radiasi dapat terjadi sebesar mungkin. Besar kecilnya inti radiator tergantung pada kapasitas mesin dan jumlah pipa-pipa air dan sisip-sisipnya

- Tangki bawah

Tangki bawah berfungsi untuk menampung air yang telah didinginkan oleh inti radiator dan selanjutnya disalurkan ke mesin

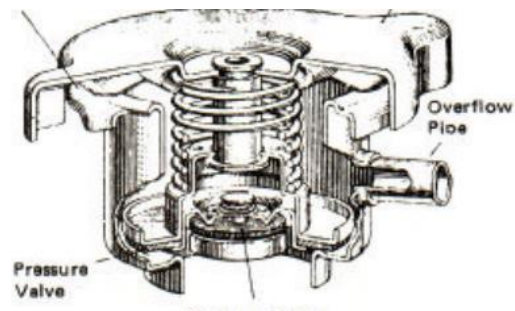
melalui pompa. Pada tangki bawah juga dipasang saluran air yang berhubungan dengan pompa air dan saluran pembuangan untuk membuang air radiator pada saat membersihkan radiator dan melepas radiator.



Gambar 2.23. Radiator

## 2. Tutup Radiator

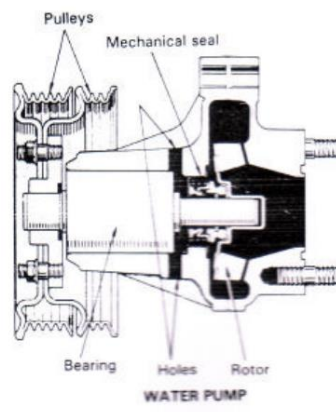
Tutup radiator berfungsi untuk menaikkan titik didih dari air pendingin dengan jalan menahan ekspansi air pada saat air menjadi panas sehingga tekanan air menjadi lebih tinggi dari tekanan udara luar. Di samping itu pada sistem pendinginan tertutup, tutup radiator juga berfungsi untuk mempertahankan air pendingin di dalam sistem agar tetap walaupun motor dalam keadaan dingin ataupun panas. Untuk itu tutup radiator dilengkapi dengan katup pengatur tekanan dan katup vakum



Gambar 2.24. Tutup Radiator

### 3. Pompa Air (*Water Pump*)

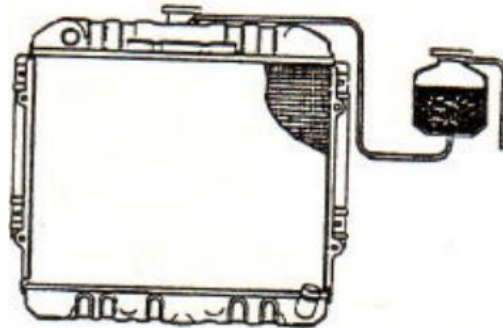
Fungsi dari pompa air adalah untuk mensirkulasikan air pendingin dengan jalan membuat perbedaan tekanan antara saluran isap dengan saluran tekan yang terdapat pada pompa.



Gambar 2.25. Pompa Air (*Water Pump*)

### 4. Tangki Cadangan

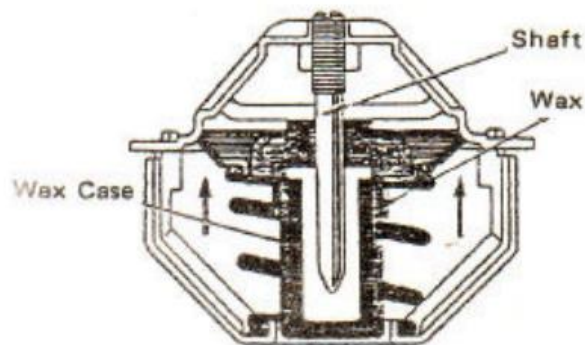
Bila volume cairan pendingin berekspansi disebabkan naiknya temperature, maka cairan pendingin yang berlebihan dikirim ke tangki cadangan. Bila temperature turun, maka cairan pendingin di dalam tangki cadangan kembali ke radiator.



Gambar 2.26. Tangki Cadangan

#### 5. Thermostat

Temperatur cairan pendingin tergantung dengan motor. Efisiensi operasi motor yang tertinggi adalah bila temperaturnya mencapai  $80^{\circ}$  -  $90^{\circ}$  C. untuk mempertahankan temperature pendingin cairan dalam batas yang diijinkan digunakanlah thermostat.



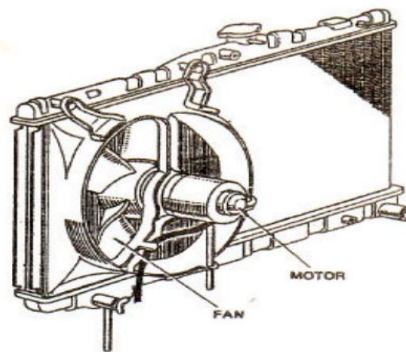
Gambar 2.27. Thermostat

Pada saat air pendingin suhunya masih rendah, saluran dari motor ke radiator tertutup karena lilin ( wax ) masih belum memulai. Apabila temperature pendingin mencapai  $80 - 90^{\circ}$  C , lilin akan memulai dan

selanjutnya menekan karet. Karet menekan poros katup agar katup membuka.

#### 6. Kipas pendingin

Kipas berfungsi untuk mengalirkan udara pada inti radiator agar panas yang terdapat pada inti radiator dapat dipancarkan ke udara dengan mudah. Kipas pendingin dapat berupa kipas pendingin biasa (yang diputar oleh mesin) atau kipas pendingin listrik. Kipas pendingin biasa digerakkan oleh putaran puli poros engkol. Poros kipas biasa sama dengan poros pompa air sehingga putaran kipas sama dengan putaran pompa. Pada kipas pendingin listrik digerakkan oleh motor listrik akan menghasilkan efisiensi pendinginan yang lebih baik (terutama pada kecepatan rendah dan beban berat) dan membantu pemanasan awal air pendingin yang lebih cepat, penggunaan bahan bakar yang lebih hemat, dan mengurangi suara berisik



Gambar 2.28. Kipas pendingin