

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Perawatan dan Perbaikan

Perawatan/pemeliharaan secara harfiah adalah *cause to continue (oxford)* atau *keep in existing state (webster)*. Faktanya, mesin atau peralatan lainnya dibeli dan digunakan oleh perusahaan dengan tujuan adanya keinginan agar mesin atau peralatan tersebut bisa melakukan atau memenuhi fungsi tertentu. Dengan kata lain, perawatan atau pemeliharaan adalah kegiatan untuk menjamin mesin / peralatan mampu untuk terus melakukan apa yang diinginkan oleh pemakainya (Subagia, 2015).

Tujuan pemeliharaan tersebut antara lain untuk menjamin :

1. Agar mesin / peralatan tersedia dalam kondisi yang menguntungkan.
2. Adanya kesiapan peralatan cadangan dalam kondisi darurat.
3. Keselamatan operator mesin dan lingkungan kerja.
4. Usia pemakaian mesin / peralatan lebih panjang.

2.1.1 Perawatan koreksi (*Corrective Maintenance*)

Adalah pemeliharaan yang dilaksanakan dengan memperbaiki perubahan kecil yang terjadi di dalam desain, serta menambahkan komponen - komponen yang sesuai dan juga menambahkan material - material yang cocok sehubungan dengan kegiatan inspeksi. Pemeliharaan koreksi dilakukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kondisi fasilitas atau peralatan sehingga mencapai standar yang dapat diterima (mengembalikan mesin pada kondisi standar yang diperlukan).

2.1.2 Perawatan berjalan (*Running Maintenance*)

Adalah suatu kegiatan perawatan yang dilakukan dengan tujuan hanya memperbaiki peralatan yang rusak saja dalam suatu unit dan unit tersebut tetap melakukan kegiatan. Pemeliharaan berjalan diterapkan pada peralatan - peralatan yang harus beroperasi terus dalam melayani proses produksi. Contoh: inspeksi, penyetelan sistem pelumasan, dll.

2.1.3 Perawatan setelah terjadi kerusakan (*Breakdown Maintenance*)

Adalah pemeliharaan yang dilakukan sebagai tindakan untuk mengembalikan kondisi normal suatu mesin/peralatan setelah mengalami kegagalan fungsi yang mengakibatkan peralatan tersebut berhenti beroperasi (dilakukan ketika terjadi kerusakan pada komponen peralatan). Dalam hal ini harus disiapkan suku cadang, alat-alat, dan tenaga kerjanya.

2.1.4 Perawatan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Adalah pemeliharaan yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan mesin/peralatan saat unit produksi beroperasi (cara pemeliharaan yang direncanakan untuk pencegahan). Ruang lingkup pemeliharaan preventif diantaranya termasuk inspeksi, perbaikan kecil, pelumasan dan penyetelan, sehingga peralatan atau mesin-mesin terhindar dari kerusakan selama beroperasi. Jadwal preventif ini disusun berdasarkan data dari pihak pabrik pembuat mesin yang dapat disusun berdasarkan waktu, yaitu harian, mingguan, bulanan, tahunan, atau disesuaikan dengan lamanya waktu pengoperasian mesin.

2.1.5 Perawatan Darurat (*Emergency Maintenance*)

Adalah pemeliharaan yang dilakukan apabila mesin mati sama sekali karena terjadinya kerusakan atau kelainan yang menyebabkan mesin tidak dapat dioperasikan. Perawatan ini tidak direncanakan sebelumnya dan perbaikannya dilaksanakan untuk mencegah terjadinya akibat yang lebih serius. Misalnya korosi.

2.2 Sejarah Mesin Otto

Nikolaus August Otto ialah penemu mesin pembakaran dalam asal Jerman. Sebagai lelaki muda ia mulai percobaan dengan mesin gas dan pada 1864 ikut serta dalam 2 kawan untuk membentuk perusahaannya sendiri. Perusahaan itu dinamai N.A. Otto & Cie. ,yang merupakan perusahaan pertama yang menghasilkan mesin pembakaran dalam. Perusahaan ini masih ada sampai kini dengan nama Deutz AG. Mesin atmosfer pertamanya selesai pada Mei 1867. 5 tahun kemudian ia disusul oleh Gottlieb Daimler dan Wilhelm Maybach dan bersama mereka ciptakan gagasan putaran empat tak atau putaran Otto.

pertama kali dibuat pada 1876, tak itu merupakan gerakan naik atau turun pada piston silinder. Paten Otto dibuat tak berlaku pada 1886 saat ditemukan bahwa penemu lain, Alphonse Beau de Rochas, telah membuat asas putaran 4 tak dalam selebaran yang diterbitkan sendirian. menurut studi sejarah terkini, penemu Italia Eugenio Barsanti dan Felice Matteucci mematenkan versi efisien karya pertama dari mesin pembakaran dalam pada 1854 di London (Wikipedia. 2009).

2.3 Pengertian Motor Bakar

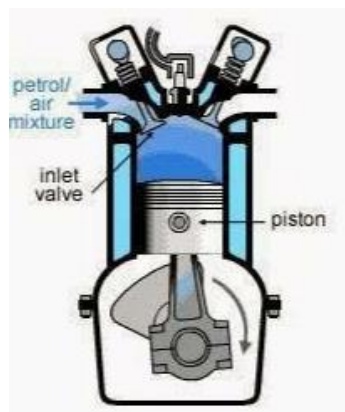
Motor bakar torak merupakan salah satu mesin pembangkit tenaga yang mengubah energi panas (*energi termal*) menjadi energi mekanik melalui proses pembakaran yang terjadi dalam ruang bakar sehingga menghasilkan energi mekanik berupa gerakan translasi piston (*connecting rods*) menjadi gerak rotasi poros engkol yang selanjutnya diteruskan ke sistem transmisi roda gigi kemudian diteruskan ke roda penggerak sehingga kendaraan dapat berjalan. Menurut siklus kerja ideal, motor bakar torak terbagi menjadi tiga yaitu motor bensin (Otto) atau yang lebih umum *spark ignition engines* (SIE), motor diesel atau lebih umum *compression ignition engine* (CIE), dan siklus gabungan. sedangkan menurut langkah yang ditempuh dalam menghasilkan tenaga, maka motor bakar torak terbagi menjadi dua yaitu motor bakar dua langkah (*two stroke engine*) dan motor bakar empat langkah (*four stroke engine*) (Arisumandar, 1998).

2.4 Prinsip Kerja Motor 4 Langkah

Kerja periodik motor bensin 4 langkah dimulai dari gerak hisap, campuran udara dan bahan bakar dihisap kedalam silinder, kemudian kompresi, pembakaran dan pembuangan gas sisa hasil pembakaran yang terbakar dalam ruang bakar. Pada motor bensin ini torak bergerak membuat 4 langkah dalam satu siklus, memerlukan 2 kali putaran penuh poros engkol. Titik tertinggi yang dicapai torak disebut titik mati atas (TMA) dan titik terendah yang di capai torak disebut titik mati bawah (TMB). Berikut ini kerja periodik motor bensin 4 langkah

1. Langkah Hisap

Torak bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB), katup masuk dalam keadaan terbuka dan katup buang dalam keadaan tertutup, sehingga di dalam silinder terjadi kevakuman. Oleh karena adanya perbedaan tekanan antara ruang silinder dengan udara luar, maka campuran udara dan bahan bakar akan terhisap masuk kedalam ruang bakar.

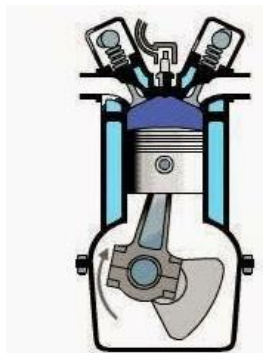


Gambar 2.1 Langkah Hisap

Sumber : oktaandrica, 2016

2. Langkah Kompresi

Pada langkah kompresi, katup hisap dan katup buang tertutup, sewaktu piston bergerak dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA), campuran bahan bakar dan udara yang dihisap akan di kompresikan. Akibatnya tekanan dan tempraturnya menjadi naik, sehingga akan mudah terbakar. Ketika piston mencapai TMA, poros engkol telah berputar satu kali.

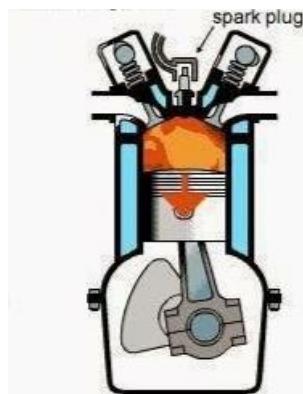


Gambar 2.2 Langkah Kompresi

Sumber : oktaandrica, 2016

3. Langkah Usaha

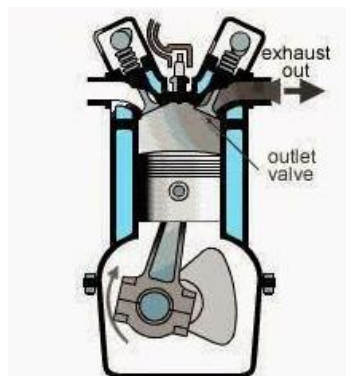
Katup masuk dan katup buang dalam keadaan tertutup. Torak bergerak dari titik mati (TMA) ke titik mati bawah (TMB) sesaat sebelum torak mencapai TMA pada saat langkah kompresi, busi akan meloncatkan bunga api pada campuran bahan bakar dan udara yang telah dikompresikan. Dengan terjadinya pembakaran, kekuatan dari tekanan gas pembakaran yang tinggi mendorong torak ke titik mati bawah (TMB).



Gambar 2.3 Langkah usaha
Sumber : oktaandrica, 2016

4. Langkah Buang

Dalam langkah buang, gas yang terbakar dibuang dari dalam silinder. Katup buang terbuka, torak bergerak dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA), mendorong gas buang dari ruang bakar keluar silinder. Ketika torak mencapai titik mati atas (TMA), akan mulai bergerak lagi untuk persiapan langkah berikutnya yaitu langkah hisap.



Gambar 2.4 Langkah Buang
Sumber : oktaandrica, 2016

2.5 Komponen Mesin

1. Pelatuk klep (*rocker arm*)

Rocker arm di pasang pada *rocker shaft*, bila *rocker arm* ditekan keatas oleh *push rod* maka katup akan tertekan dan membuka. *Rocker arm* dilengkapi dengan sekrup dan mur pengunci untuk penyetelan katup.



Gambar 2.5 Pelatuk klep (*rocker arm*)
Sumber : Toyota, 1981

2. Katup (*valve*)

Katup pada mesin ini berfungsi untuk mengatur pemasukan gas dan pengeluaran gas buang, untuk melaksanakan kerja tersebut katup harus membuka dan menutup tepat pada waktunya. Pada saat katup terbuka *Camshaft* berada pada pengangkatan (*high cam*), terbukanya katup ditekan oleh *rocker arm*, pada saat katup tertutup *camshaft* dalam posisi bebas (*low cam*), pegas katup akan mengembalikan katup untuk menutup.



Gambar 2.6 Katup (*valve*)
Sumber : Toyota, 1981

3. Kepala silinder (*cylinder head*)

Kepala silinder ini terbuat dari paduan aluminium yang di tempa keras. Kepala silinder yang terbuat dari paduan aluminium memiliki kemampuan pendinginan yang baik. Pada kepala silinder ini terdapat ruang bakar dan mekanisme katup. Kepala silinder juga dilengkapi mantel pendingin yang di aliri oleh air pendingin yang datang dari blok silinder untuk mendinginkan mekanisme katup dan busi

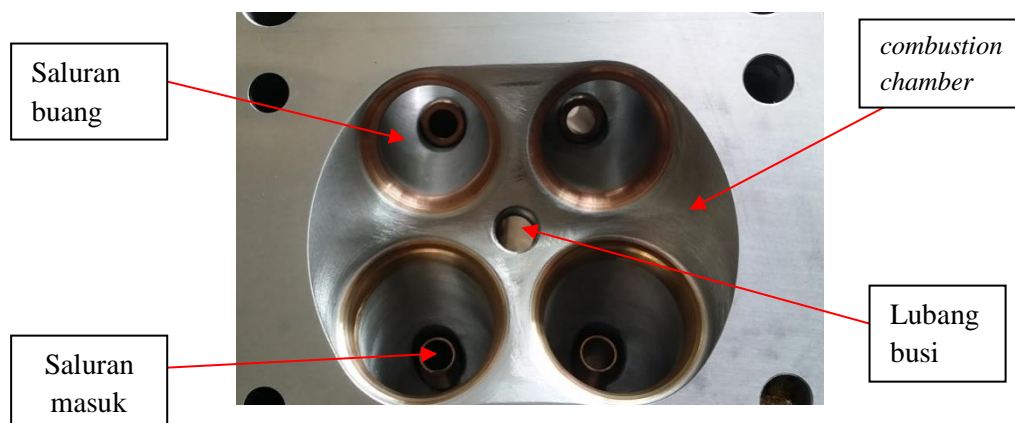


Gambar 2.7 Kepala silinder (*cylinder head*)

Sumber : Toyota, 1981

4. Ruang Bakar (*combustion chamber*)

Ruang bakar terletak di kepala silinder yang berfungsi sebagai tempat pembakaran campuran bahan bakar dengan udara yang telah dikompresikan oleh torak didalam silinder. Ruang bakar terhubung langsung ke katup masuk dan katup buang, juga pemasangan busi



Gambar 2.8 *combustion chamber*

Sumber : Toyota, 1981

5. Blok Silinder

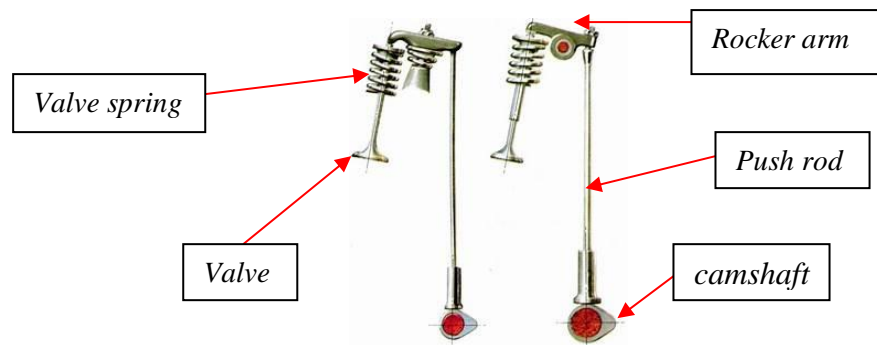
Blok silinder merupakan inti dari mesin, yang terbuat dari paduan aluminium atau besi tuang. Blok silinder dilengkapi rangka pada dinding luar untuk memberikan kekuatan pada mesin dan membantu meradiasikan panas. Blok silinder terdiri dari beberapa lubang tabung silinder, yang di dalamnya terdapat torak yang bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB) atau sebaliknya. Silinder-silinder dikelilingi oleh mantel pendingin (*water jacket*) untuk membantu pendinginan. Untuk pembuatan silinder diperlukan ketelitian tinggi karena tidak boleh terdapat kebocoran campuran bahan bakar dan udara saat berlangsungnya kompresi atau kebocoran gas pembakaran antara silinder dan torak, tahanan antara torak dan silinder harus sekecil mungkin.



Gambar 2.9 Blok Silinder
Sumber : Toyota, 1981

6. *Push rod*

Push rod berbentuk batang kecil yang masing masing di hubungkan pada perangkat katup dan *rocker arm* pada mesin OHV (*over head valve*). *Push rod* ini meneruskan gerakan dari *cam shaft* menuju *rocker arm*.



Gambar 2.10 *push rod*
Sumber : Toyota, 1981

7. Poros nok (*camshaft*)

Sumbu nok dilengkapi dengan sejumlah nok yang sama yaitu untuk katup hisap dan katup buang, dan nok ini membuka dan menutup katup sesuai *timing* yang telah ditentukan.



Gambar 2.11 *Camshaft*
Sumber : Toyota, 1981

8. Torak (*piston*)

Torak bergerak dari titik mati atas (TMA) menuju titik mati bawah (TMB) atau sebaliknya di dalam silinder untuk melakukan langkah hisap, langkah kompresi, langkah tenaga dan langkah buang. Fungsi utama torak adalah 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 saat mesin beroperasi pada

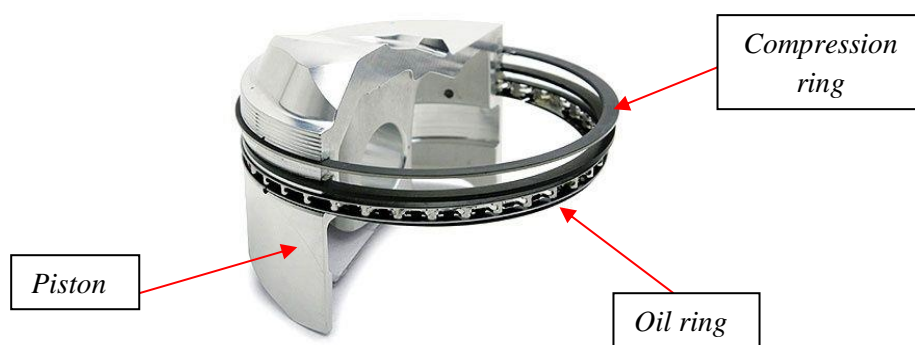
kecepatan tinggi untuk periode waktu yang lama. Pada umumnya torak terbuat dari aluminium.



Gambar 2.12 *Piston*
Sumber : Toyota, 1981

9. Cincin torak (*piston ring*)

Piston ring berfungsi untuk mencegah kebocoran udara dan bahan bakar dari ruang bakar ke bak engkol selama langkah kompresi dan usaha. *Piston ring* terbuat dari besi tuang perlit dan memiliki koefisien gesek yang rendah sehingga tidak merusak pada 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. Kontruksi ring oli berbeda dengan *compression ring*, di sekeliling ring oli terdapat lubang atau alur alur agar minyak plumas yang dikikis dapat di alirkan kembali ke dalam bagian piston.



Gambar 2.13 Cincin torak (*piston ring*)
Sumber : Toyota, 1981

10. Batang Torak (*connecting rod*)

Batang torak menghubungkan torak ke poros engkol dan selanjutnya meneruskan tenaga yang dihasilkan oleh batang torak ke poros engkol.



Gambar 2.14 *connecting rod*

Sumber : Toyota, 1981

11. Poros engkol (*crankshaft*)

Tenaga yang digunakan untuk menggerakkan roda kendaraan dihasilkan oleh gerakan batang torak yang diubah menjadi gerak putaran pada poros engkol / *crankshaft*. Poros engkol menerima beban yang besar dari torak dan batang torak serta berputar pada kecepatan tinggi. Dengan alasan tersebut poros engkol umumnya dibuat dari baja karbon dengan tingkatan setara mempunyai daya tahan tinggi.



Gambar 2.15 Poros engkol (*crankshaft*)

Sumber : Toyota, 1981

12. Bantalan poros engkol (*metal*)

Crank pin dan *journal poros engkol* menerima beban yang besar dan berputar pada putaran tinggi. Oleh karena itu digunakan bantalan antara pin dan *journal* yang dilumasi dengan oli untuk mencegah keausan akibat dari gesekan. Lapisan baja (*steel shell*) memiliki bibir pengunci (*locking lip*) untuk mencegah bantalan untuk ikut berputar.



Gambar 2.16 Bantalan poros engkol (*metal*)
Sumber : Toyota, 1981

13. Bak oli (*oil pan*)

Bagian bawah dari pada blok silinder disebut bak engkol (*crank case*). Bak oli dibaut pada bak engkol dengan diberi paking seal atau gasket. Bak oli dibuat dari baja yang di cetak dan dilengkapi dengan penyekat untuk menjaga agar permukaan oli tetap rata ketika kendaraan pada posisi miring. Penyumbat oli (*drain plug*) letaknya di bagian bawah bak oli dan fungsinya untuk mengeluarkan oli mesin bekas.



Gambar 2.17 Bak oli (*oil pan*)
Sumber : Toyota, 1981

14. Roda penerus (*fly wheel*)

Roda penerus dibuat dari baja tuang dengan mutu tinggi yang diikat oleh baut pada bagian belakang poros engkol. Poros engkol menerima tenaga putar (*rotational force*) dari torak selama langkah usaha. Tapi tenaga itu hilang pada langkah langkah lainnya, dan kehilangan akibat gesekan. Roda penerus menyimpan tenaga putar selama poros engkol berputar terus menerus. Hal ini menyebabkan mesin berputar dengan lembut yang diakibatkan getaran tenaga yang dihasilkan. Roda penerus dilengkapi dengan ring gear yang dipasangkan dibagian luarnya gunanya untuk perakitan dengan gigi pinion dari motor starter.



Gambar 2.18 *fly wheel*
Sumber : Toyota, 1981

15. Gasket kepala silinder (*cylinder head gasket*)

Cylinder head gasket berfungsi untuk mencegah kebocoran gas pembakaran, air pendingin dan oli. Gasket kepala silinder harus tahan panas dan tekanan dalam setiap perubahan temperatur. *cylinder head gasket* terbuat dari gabungan karbon dengan lempengan baja karbon itu melekat dengan ghrapite, dan keduanya berfungsi untuk mencegah kebocoran yang ditimbulkan dengan kepala silinder.



Gambar 2.19 Gasket kepala silinder (*cylinder head gasket*)

Sumber : Tara Kesuma, 2018

16. Saluran masuk (*intake manifold*)

Intake manifold berfungsi untuk mendistribusikan campuran udara dan bahan bakar yang diproses oleh karburator menuju tiap tiap ruang bakar. *Intake manifold* terbuat dari paduan aluminium, yang dapat memindahkan panas lebih efektif dibanding dengan logam lainnya.



Gambar 2.20 Saluran masuk (*intake manifold*)
Sumber : Tara Kesuma, 2018

17. Saluran buang (*exhaust manifold*)

Exhaust manifold berfungsi untuk menampung gas dari sisa hasil pembakaran dan menyalurkan gas tersebut menuju pipa buang (*exhaust pipe*). *Exhaust manifold* dibuat pada kepala silinder, saluran manifold (*mainfold port*) disambungkan langsung pada lubang gas bekas (*exhaust port*).

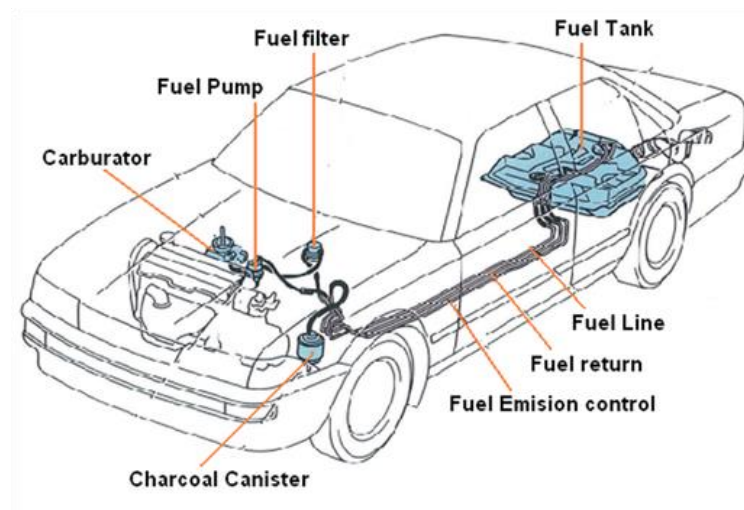


Gambar 2.21 Saluran buang (*exhaust manifold*)
Sumber : Toyota, 1981

2.6 Sistem bahan bakar

Sistem bahan bakar pada motor bensin berfungsi untuk menyediakan dan mengatur banyak sedikitnya campuran bahan bakar secara tepat yang dibutuhkan

mesin (*engine*) sesuai dengan kondisi dan beban mesin itu sendiri. Sistem bahan bakar (*fuel system*) terdiri dari beberapa komponen utama, umumnya komponen utama sistem bahan bakar motor bensin terdiri dari tangki bahan bakar, *fuel filter* (saringan bensin), pompa dan karburator, serta selang dan pipa pipa penghubung (*fuel line*). Pada sebagian mobil ada juga yang ditambah dengan *charcoal canister* yang berfungsi sebagai penyimpan sementara gas HC yang berbahaya pada saat mesin mati.



Gambar 2.22 Sistem bahan bakar
Sumber : Toyota, 1981

Cara kerja sistem bahan bakar bensin konvensional yaitu:

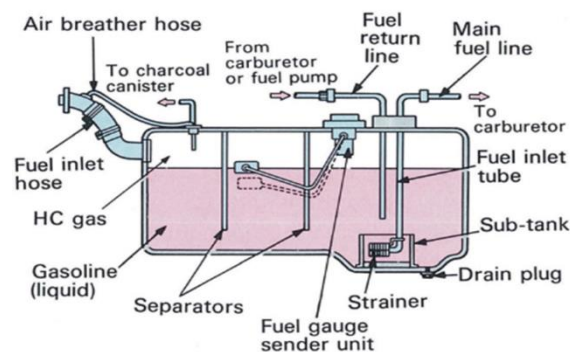
- a. Saat mesin start, pompa akan menyerap bensin dari tangki menuju saringan bahan bakar.
- b. Didalam *filter*, bensin disaring serta dipisahkan oleh *water sedimenter* untuk menghasilkan bensin murni.
- c. Bensin murni yang telah disaring mengalir ke arah karburator. Didalam karburator, bensin masuk kedalam ruang pelampung.

Umumnya aliran bahan bakar pada sistem bahan bakar motor bensin adalah sebagai berikut : Tangki bahan bakar > *Fuel filter* > Pompa bahan bakar > Karburator > *Intake Manifold* > Ruang bakar.

Pada sistem bahan bakar bensin, pada dasarnya terdiri dari beberapa komponen, diantaranya sebagai berikut :

1. Tangki bahan bakar bensin (*Fuel tank*)

Fuel tank berfungsi untuk menampung bahan bakar yang akan di perlukan mesin untuk proses pembakaran. Tangki bahan bakar (*fuel tank*) pada motor bensin dan motor diesel adalah sama. Tangki bahan bakar terbuat dari plat baja tipis yang bagian dalamnya dilapisi anti karat. Dalam *fuel tank* terdapat *fuel sender gauge* yang berfungsi menunjukkan jumlah bensin yang ada dalam tangki dan juga separator yang berfungsi sebagai damper bila kendaraan berjalan atau berhenti secara tiba-tiba atau bila berjalan di jalan yang tidak Rata. *Fuel inlet* ditempatkan 2-3 mm dari bagian dasar tangki, ini dimaksudkan untuk mencegah ikut terhisapnya kotoran dan air.



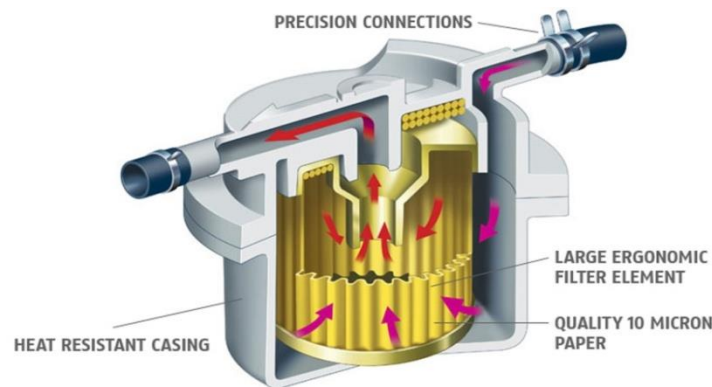
Gambar 2.23 *Fuel tank*
Sumber : Toyota, 1981

2. Saluran bahan bakar

Bensin dialirkan dari tangki ke karburator melalui saluran bahan bakar (pipa dan selang). Pipa bahan bakar dibuat dari pelat seng (*zinc-plated*) dan tembaga (*copper lined steel*). Untuk bagian tertentu ada juga pipa bahan bakar yang terbuat dari selang karet. Seperti pada gambar.

3. Saringan Bahan Bakar (*Fuel Filter*)

Air dan pasir, kotoran dan benda benda lainnya di saring oleh saringan bahan bakar agar bahan bakar bersih, dan tidak menyumbat saluran saluran bahan bakar, khususnya saluran yang kecil kecil. Contohnya pada jet jet karburator.



Gambar 2.24 *Fuel filter*
Sumber : Toyota, 1981

4. Pompa bahan bakar (*Fuel pump*)

Biasanya tangki terletak tidak sejajar dengan karburator, untuk mengalirkan bahan bakar tersebut diperlukan pompa bahan bakar. Ada dua tipe pompa bahan bakar yaitu tipe mekanik dan tipe elektrik.



Gambar 2.25 *Fuel pump*
Sumber : Toyota, 1981

5. Karburator

Karburator berfungsi untuk menyediakan campuran bahan bakar dan udara dengan perbandingan tertentu sesuai dengan yang dibutuhkan mesin. Karburator juga berfungsi untuk mengatomisasikan bahan bakar menjadi butiran butiran kecil berbentuk kabut dan mudah menguap menjadi gas sehingga mudah terbakar pada proses pembakaran.



Gambar 2.26 Karburator
Sumber : Tara Kesuma, 2018

2.7 Komponen sistem pendingin

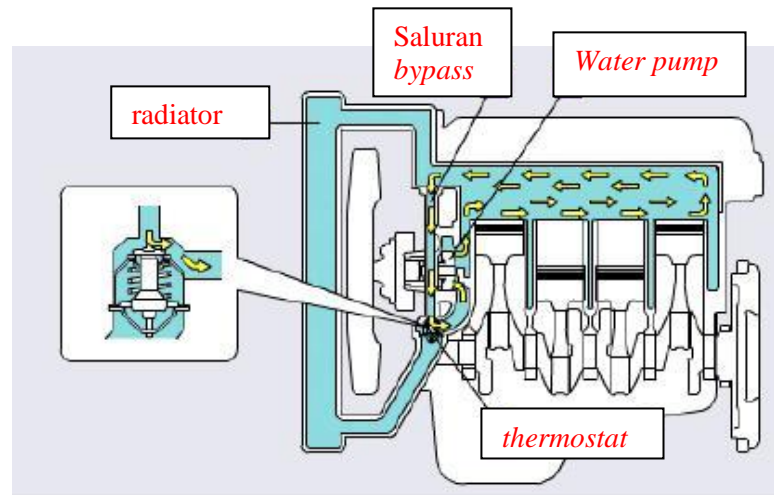
Komponen sistem pendingin pada kendaraan, harus menyertakan sistem pendingin pada bagian mesin. Tujuannya untuk menjaga suhu mesin karena mesin melakukan pembakaran yang menghasilkan panas, panas yang dihasilkan ini berlangsung berkelanjutan sehingga akan meningkatkan suhu mesin seiring bekerjanya mesin. Dengan adanya sistem pendingin, maka suhu pada mesin pun dapat dijaga agar tidak berlebihan. Prinsip kerja sistem pendingin, adalah dengan memindahkan kalor dari komponen mesin ke udara bebas. Proses pemindahan kalor inilah yang menuntut rangkaian beberapa komponen. Sistem pendingin air yaitu suatu sistem pendinginan yang digunakan untuk menyerap panas yang dihasilkan dari panas pembakaran pada ruang bakar, dengan media air yang disirkulasi oleh pompa. Fungsi dari sistem pendinginan air yaitu untuk mengurangi keausan komponen-komponen mesin melalui penyerapan panas agar tidak terjadi *over heating* (panas berlebih) karena panas dapat mengakibatkan pemuaian serta tingkat gesekan yang lebih besar.

Cara kerja sistem dari pendingin:

a. Pada saat mesin dingin

Tekanan pada sistem pendingin dipompa oleh pompa air dan bersirkulasi dari *water pump* ke *water jacket* ke *by pass hose* kembali lagi ke *water pump*, karena pada saat ini mesin masih dingin dan air pun masih dingin menyebabkan katup

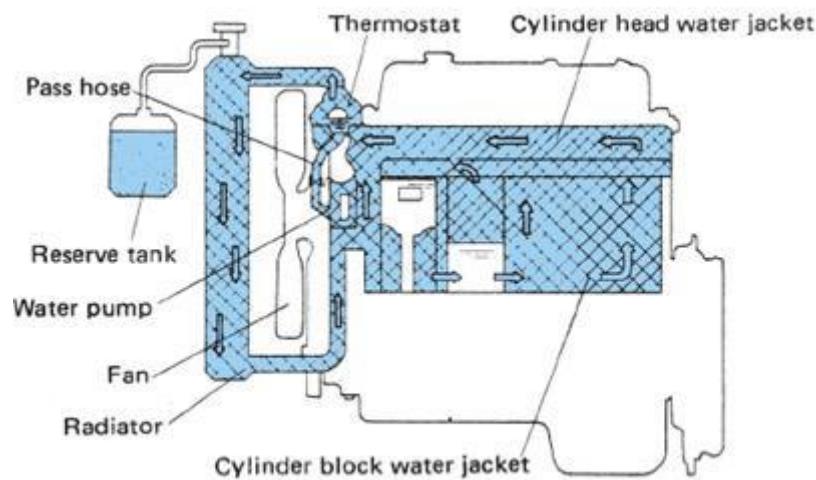
thermostat masih tertutup, Pada saat mesin masih dingin, air tidak bersirkulasi melalui radiator, hal ini bertujuan agar air pendingin dan mesin cepat mencapai suhu kerja maksimal, mengingat bahwa tenaga mesin juga akan maksimal ketika mesin itu pada suhu kerjanya, bukan terlalu dingin dan juga terlalu panas. Untuk sirkulasi airnya dapat anda lihat pada Gambar 2.27.



Gambar 2.27 cara kerja sistem pendingin
Sumber : oktaandrica, 2016

b. Pada saat mesin panas (Mencapai suhu Kerja)

Setelah mesin menjadi panas, kira-kira pada temperatur 85°C *thermostat* mulai terbuka dan katup *bypass* tertutup dalam *bypass* sirkuit, sehingga aliran air pendingin mengalir dari radiator ke *lower hose*, ke *water pump*, ke *water jacket*, ke *upper hose* dan kembali ke radiator untuk didinginkan dengan kipas dan udara yang dihasilkan dari gerakan maju kendaraan itu sendiri. Aliran air pada sistem pendingin dengan kondisi mesin dalam keadaan panas dapat dilihat pada Gambar 2.28.



Gambar 2.28 cara kerja sistem pendingin
Sumber : oktaandrica, 2016

Pada sistem pendingin, pada dasarnya terdiri dari beberapa komponen, diantaranya sebagai berikut :

1. Tutup radiator

Tutup radiator berfungsi sebagai penutup bagian *upper tank* radiator sekaligus menjaga tekanan udara didalam sistem pendingin. Konstruksi tutup ini tidak seperti tutup botol atau tutup lain, karena ada mekanisme pengatur tekanan maka ada bagian-bagian lain didalam tutup ini. Bagian utama adalah pegas yang mendorong sebuah katup kearah bawah. Dalam posisi normal, pegas ini akan mendorong katup sehingga katup bisa menutup saluran radiator. Sementara saat tekanan didalam radiator meningkat, tekanan itu akan melawan pegas dan menyebabkan terbukanya katup. Akhirnya udara bertekanan keluar dari dalam radiator dan tekanan menjadi lebih stabil. Tekanan udara didalam sistem pendingin bisa berubah karena faktor suhu air. Semakin tinggi suhu air maka air tersebut semakin menguap dan meningkatkan tekanan udara didalam sistem.



Gambar 2.29 Tutup radiator
Sumber : Toyota, 1981

2. Radiator

Radiator adalah komponen berbentuk lempengan besi yang digunakan untuk mendinginkan air pendingin. Prinsip kerja radiator adalah dengan memindahkan suhu dari air ke udara.



Gambar 2.30 Radiator
Sumber : Toyota, 1981

3. *Reservoir tank*

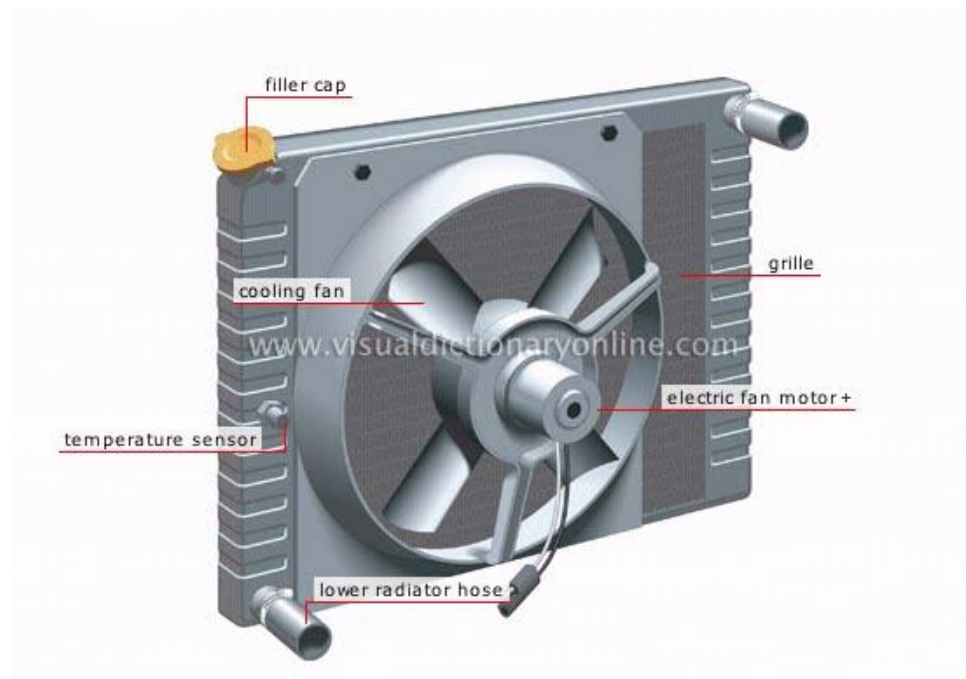
Tabung ini berfungsi untuk menyimpan air pendingin yang mengalami penguapan. Saat mesin dalam suhu tinggi, air pendingin akan menguap dan berakibat pada peningkatan tekanan udara didalam sistem. Untuk menstabilkan tekanan udara tersebut, air yang menguap akan disalurkan ke dalam sebuah tabung melalui tutup radiator. Didalam tabung ini, uap air akan kembali diembunkan agar menjadi zat cair. Uap yang sudah berubah wujud di dalam *reservoir* dapat kembali disalurkan kedalam sistem pendingin ketika tekanan didalam sistem mengalami kevakuman. Ini akan mencegah terjadinya pengurangan air pendingin.



Gambar 2.31 *Reservoir tank*
Sumber : Toyota, 1981

4. Kipas pendingin

Kipas pendingin berfungsi untuk mendinginkan radiator. Prinsip kerja *cooling fan* yakni dengan mengalirkan udara dari luar melewati sirip radiator. Kipas pendingin ada dua macam yakni kipas konvensional dan kipas elektrik. Kipas konvensional akan digerakan oleh tenaga mesin melalui *drive belt* sementara kipas elektrik digerakan oleh motor listrik.



Gambar 2.32 Kipas pendingin
Sumber : oktaandrica, 2016

5. Selang radiator

Fungsi selang radiator adalah untuk menyalurkan air dari mesin ke radiator dan kembali ke mesin. Meski fungsinya hanya menyalurkan air, komponen ini tidak bisa disepelekan. Selang radiator dituntut untuk fleksibel namun harus kuat menahan suhu air yang hampir mendidih. Oleh sebab itu, selang radiator terbuat dari karet khusus yang didesain untuk bertahan pada suhu tinggi namun fleksibel.



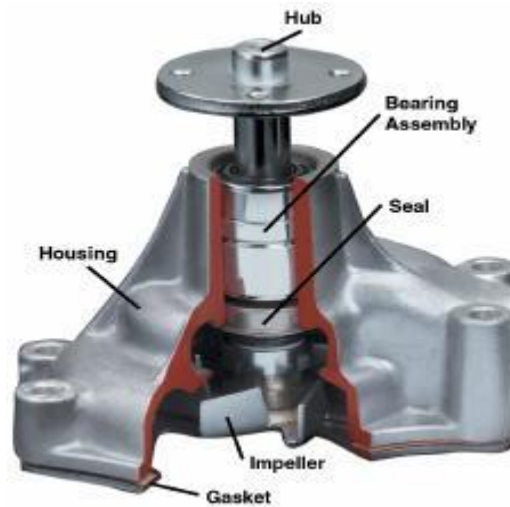
Gambar 2.33 Selang radiator
Sumber : Toyota, 1981

Terhitung ada sekitar tiga jenis selang pada sistem pendingin yaitu :

- a. *Radiator inlet hose*, adalah selang *input radiator* yang mengalirkan air panas dari mesin.
- b. *Radiator outlet hose*, adalah selang *output radiator* yang mengalirkan air bersuhu rendah untuk disalurkan kembali ke *water jacket*.
- c. *By pass hose*, selang ini menjadi selang pembagi menuju beberapa komponen sekaligus. Seperti untuk disalurkan ke reservoir tank atau heater.

6. Pompa air (*Water pump*)

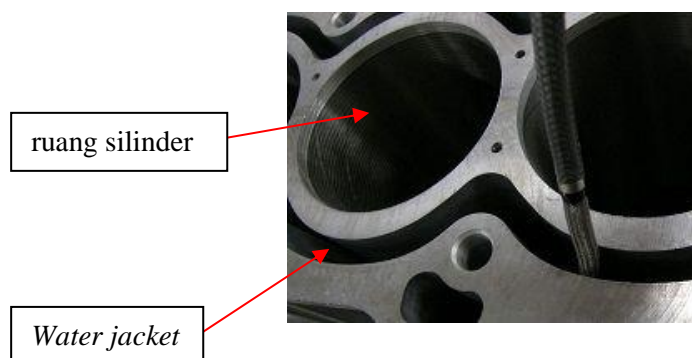
Fungsi pompa air hanya satu, yakni untuk mensirkulasikan air pendingin agar bisa berpindah. Pompa air umumnya terletak didalam *water jacket*, ketika *thermostat* menutup pompa ini akan menimbulkan aliran air didalam *water jacket* yang membantu meratakan panas mesin. Ketika *thermostat* terbuka, pompa ini akan mengalirkan air dari *water jacket* menuju radiator untuk didinginkan. Sama halnya dengan kipas pendingin, komponen ini juga ada dua versi. Versi konvensional yang digerakan tenaga mesin dan versi elektrik yang digerakan oleh tenaga listrik.



Gambar 2.34 Pompa air (*Water pump*)
Sumber : Toyota, 1981

7. *Water jacket*

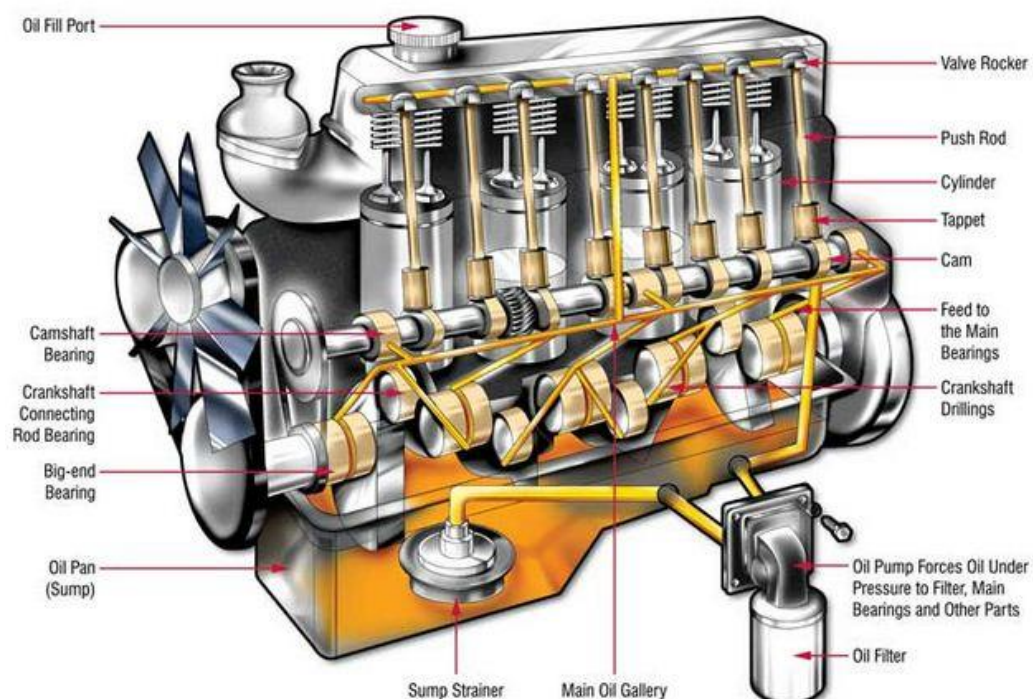
Water jacket berfungsi sebagai tempat untuk menyerap panas mesin secara merata. Nama *water jacket* ini hanya sebuah istilah yang mengarah ke saluran air disekitar mesin. *Water jacket* berbentuk saluran air didalam blok dan *cylinder head* yang terisi dengan air. Saat mesin menyala, panas yang dihasilkan oleh pembakaran akan meningkatkan suhu blok mesin dan kepala silinder. Karena ada air yang mengalir pada saluran ini, maka panas tersebut akan juga mengalir mengikuti aliran air yakni ke arah radiator untuk didinginkan.



Gambar 2.35 *Water jacket*
Sumber : oktaandrica, 2016

2.8 Sistem pelumas

Salah satu sistem yang harus disediakan dalam sebuah mesin adalah sistem pelumasan. Berbeda dengan sistem pemesinan lain, pada sistem pelumasan tidaklah mempengaruhi proses kerja mesin secara langsung. Namun tetap sistem ini wajib keberadaannya pada mesin. Di dalam mesin ada banyak sekali komponen yang bergesekan. Komponen yang umumnya terbuat dari bahan logam itu akan menghasilkan panas saat bergesekan. Panas tersebut tentu bisa menyebabkan *engine overheat*.



Gambar 2.36 Sistem pelumas
Sumber : oktaandrica, 2016

Cara kerja dari sistem pelumas :

Cara kerja sistem pelumas pada umumnya sama dan berulang, yaitu memanfaatkan oli mesin yang disirkulasikan ke seluruh sistem pelumasan. Setelah oli melumasi komponen mesin maka oli akan kembali kedalam bak penampungan oli untuk kemudian disaring dan disirkulasikan kembali. Berikut adalah cara kerja sistem pelumasan mesin mobil.

- a. Saat mesin mati, oli mesin semua ditampung di dalam *oil pan*, sebagian kecil ada yang tertahan didalam *main galery*, *oil cooler*, dan *oil pump*.

- b. Setelah mesin distarter dan hidup, maka mesin akan memutar pompa oli. Akibatnya oli mesin dihisap masuk kedalam pompa oli melalui *oil stainer*. *Oil stainer* akan menyaring oli yang masuk sehingga pompa oli terhindar dari kerusakan.
- c. Selanjutnya pompa oli akan memompa oli mesin menuju keseluruhan sistem pelumasan. Akibatnya tekanan oli akan meningkat. Semakin kencang putaran mesin, maka tekanan oli akan semakin besar
- d. Untuk mencegah kelebihan tekanan oli, maka *oil pressure regulator* akan membatasi tekanan yang dihasilkan pompa oli. Ketika tekanan berlebih, *relieve valve* akan terbuka untuk menurunkan tekanan oli dan mengembalikan oli yang berlebihan kembali kedalam oil pan.
- e. Oli mesin akan masuk kedalam *oil filter* (saringan halus) untuk menyaring oli mesin dari kotoran-kotoran yang lebih kecil. Dengan begitu maka oli mesin yang bersih bisa dialirkan menuju *oil cooler*.
- f. Didalam *oil cooler*, oli mesin akan didinginkan suhunya terlebih dahulu. Prosesnya ada yang menggunakan air radiator maupun di kenakan udara langsung . Setelah oli di dinginkan suhunya di *oil cooler*, selanjutnya oli mesin di alirkan menuju *main gallery cylinder blok*.
- g. Didalam main gallery silinder blok, oli akan di alirkan menuju *crankshaft pin* dan *crankshaft jurnal*, selain itu oli mesin juga ada yang di semprotkan ke piston melalui *oil jet*. Selanjutnya, sebagian oli mesin ada yang dialirkan ke silinder head untuk melumasi bagian *camshaft* dan *rocker arm*.
- h. Setelah semua bagian dalam mesin sudah mendapat pelumasan, oli mesin akan mengalir kembali kedalam oil pan untuk kemudian kembali disirkulasikan ke seluruh komponen sistem pelumasan mesin.
- i. Untuk mengetahui kondisi aliran oli mesin, pengemudi bisa mengetahui dari lampu indikator oli mesin yang sinyalnya di dapat dari *oil pressure switch*. Ketika mesin mati, lampu indikator oli mesin akan menyala, kemudian setelah mesin hidup dan oli sudah mengalir, maka lampu indikator akan mati.

Pada sistem pelumasan, pada dasarnya terdiri dari beberapa komponen, diantaranya sebagai berikut :

1. *Oil Filter*

Fungsi *oil filter* adalah untuk menyaring kotoran-kotoran yang terdapat di dalam oli, sebelum oli itu melumasi bagian-bagian mesin seperti poros engkol, mekanisme katup, dan lain sebagainya.



Gambar 2.37 Filter oli
Sumber : Toyota, 1981

2. *Oil pump*

Oli pump berfungsi untuk menghisap minyak pelumas dari bak oli dan menekan atau menyalurkan ke bagian-bagian mesin yang bergerak dengan tujuan agar bagian bagian tersebut dapat terlumasi dengan oli.



Gambar 2.38 *Oil pump*
Sumber : Toyota, 1981

3. Bak oli (*carter*)

Fungsi dari bak oli adalah untuk menampung oli mesin untuk pelumasan. Bak oli ini diberi *gasket* yang bertujuan agar tidak terjadi kebocoran, bak oli ini dibautkan

dengan blok silinder. Bak oli akan menutupi bagian bawah dari blok silinder, yang terdiri dari poros engkol dan komponen lainnya.



Gambar 2.39 Bak oli (*oil pan*)
Sumber : Toyota, 1981