



**KONSENTRASI OTOMOTIF  
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK MOTOR  
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

BAHAN AJAR NO 6	Motor Bensin	TANGGAL :
KOMPETENSI	Pemeriksaan Kepala Silinder	HARI :
SUB KOMPETENSI	Memelihara komponen motor	DOSEN : SRIYONO

**MATERI**

**Prosedur Pemeliharaan Cylinder Head**

**Pemeliharaan Cylinder Head**

**Pengantar**

Servis sebuah kepala silinder dapat memperpanjang usia mesin dan meningkatkan pemakaian bahan bakar.

Ketika menservis sebuah kepala silinder pemeriksaan secara visual, penyetelan dan pengetesan komponen-komponen diperlukan. Pengetesan-pengetesan dan penyetelan dilakukan sebagai berikut:

- (a) Pemeriksaan secara visual
- (b) Sistem pendinginan.
- (c) Kebocoran manifold (saluran masuk dan buang).
- (d) Kebocoran dalam (tekanan air dalam mantel).
- (e) Penyimpangan kepala silinder.
- (f) Penyetelan katup.
- (g) Kondisi sabuk timing katup.

**Pemeriksaan Visual**

Ketika menservis sebuah kepala silinder, komponen-komponen jangan dilepas dulu dari kepala silinder untuk dites kebocoran dan/atau kerusakan mekanik. Pemeriksaan awal dilakukan untuk menemukan dimana kebocoran mulai dan mengapa kerusakan mekanik terjadi. Pengujian tanda-tanda bekas yang ditinggalkan oleh kebocoran merupakan cara umum dari penentuan kebocoran-kebocoran air.

Periksa kepala silinder dari :

- (a) Rusaknya baut-baut / stud.
- (b) Korosi pada sambungan selang.
- (c) Kebocoran-kebocoran oli.
- (d) Selang-selang vakum rusak / hilang.
- (e) Kebocoran-kebocoran cairan pendingin.

**Sistem Pendinginan**

Kelebihan cairan pendingin merupakan penyebab umum kerusakan engine. Untuk mengurangi resiko kehilangan cairan pendingin, sistem pendinginan perlu diservis. Selama menservis kepala silinder pengetesan-pengetesan berikut perlu dilakukan:

- (a) Kebocoran-kebocoran cairan pendingin.

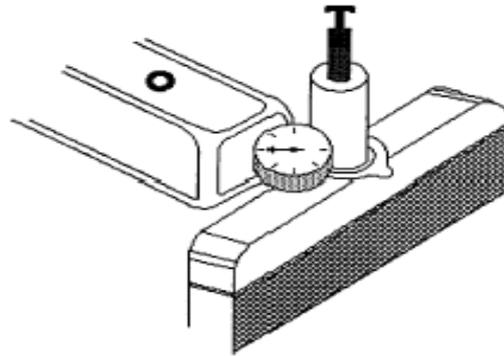
- (b) Kondisi cairan pendingin.
- (c) Bahan tambah penahan karat.
- (d) Kondisi selang-selang.
- (e) Kerja termostat.

Untuk mengetes sistem pendinginan untuk kebocoran sebuah pengetesan tekanan sistem pendinginan diperlukan.

**Pengetesan Tekanan Sistem Pendinginan.**

Sistem pendinginan pertama-tama diisi dengan cairan pendingin. Pengetesan tekanan sistem pendinginan dengan memasang pengetes pada leher tutup radiator.

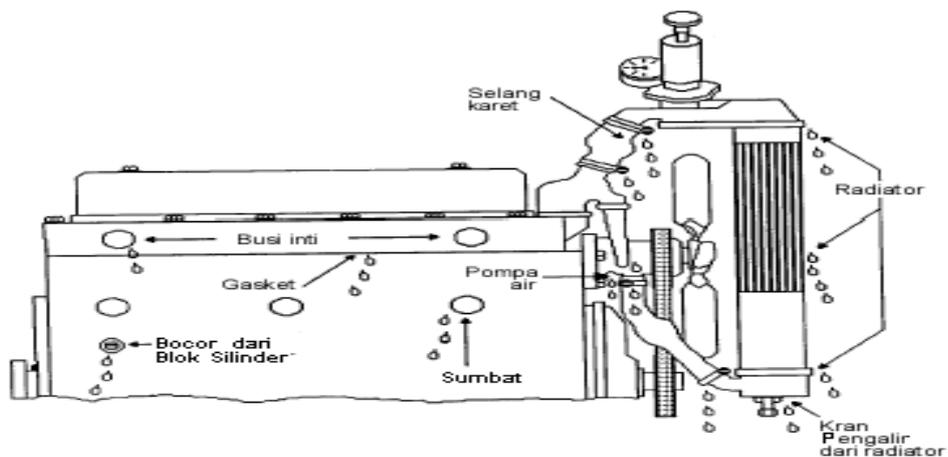
Kemudian pompa sampai timbul tekanan sebesar spesifikasi (misal 0,9 bar). Hati-hati jangan sampai tekanan melebihi spesifikasi karena dapat menimbulkan kerusakan (pengetesan ini sering dilakukan saat engine dingin dan dengan tekanan sebanding saat engine pada temperatur kerja).



Gambar 1

Dengan sistem pendinginan bertekanan, periksa secara teliti kepala silinder pada bagian: sumbat-sumbat air, saluran rumah termostat, pengukur temperatur, gasket, selang-selang radiator, perhatikan gambar 2.

Ketika tidak ditemukan bukti kebocoran, lepaskan alat pengetes kebocoran tekanan secara pelan-pelan untuk mencegah kecelakaan personel

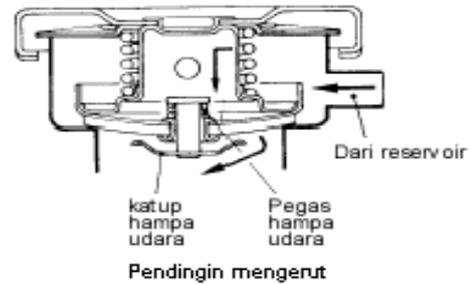


Gambar 2

Tutup radiator juga diperiksa dengan pengetes tekanan sistem pendinginan. Tutup dipes dari besarnya tekanan



pembocoran untuk meyakinkan tutup aman/baik untuk kendaraan dan katup vakuum berfungsi untuk mencegah selang-selang kempes akibat tekanan rendah air (kevakuman).



Gambar 3

Setelah pengetesan tekanan lengkap cairan pendingin akan diperiksa kondisinya.

### Cairan Pendingin (Coolant)

Cairan pendingin umumnya berupa campuran dari Ethylen Glicol dan air. Campuran cairan pendingin memiliki tiga fungsi:

- 1) Cairan pendingin mengkondisikan air dengan mengurangi resiko air menjadi asam. Air murni bereaksi dengan logam blok motor dan kepala silinder dan air menjadi asam. Apabila hal ini terjadi, timbul karat dan elektrolisa. Korosi dan karat pada sistem memberi efek yang besar pada sistem pendinginan, dapat mengurangi efisiensi pendinginan karena pemindahan panas terhambat, dapat juga mengurangi umur motor.
- 2) Cairan pendingin juga menghambat elektrolisa. Elektrolisa adalah reaksi kimia dari air yang bergerak dan bersinggungan dengan logam, yang menghasilkan sebuah arus listrik kecil dalam sistem pendinginan. Listrik ini membantu terjadinya korosi untuk melunakkan logam-logam yang digunakan dalam konstruksi engine. Kebanyakan engine sekarang memiliki kepala silinder aluminium. Elektrolisa perlu dicegah pada aluminium untuk meyakinkan komponen-komponen engine digunakan sampai waktu yang lama (awet).
- 3) Cairan pendingin juga memiliki titik didih lebih tinggi dari air, sehingga resiko kerusakan engine akibat panas berlebihan (overheating) akan dikurangi. Sebuah titik didih yang tinggi menyediakan rentang kerja temperatur yang lebih luas.  
Cairan pendingin juga memiliki titik beku lebih rendah dari air. Dengan rendahnya titik beku kemungkinan kerusakan engine terhambat, sebagai akibat dari membekunya air dan keretakan blok engine atau kepala silinder terhindari.

### Cara Pemeriksaan

Untuk mengecek anti beku sebuah cairan pendingin digunakan hidrometer. Campuran cairan pendingin dimasukkan ke dalam hidrometer untuk diketahui berat jenisnya. Berat jenis cairan pendingin dibandingkan dengan spesifikasi pabrik dan diganti bila perlu atau sejumlah cairan pendingin ditambah agar berat jenis cairan pendingin menjadi sesuai spesifikasi.

Penghambat korosi juga perlu diperiksa untuk mencegah air menjadi asam. Pengecekan penghambat korosi umumnya diukur menggunakan sebuah rangkaian pengetes kimia atau kertas litmus.

Ketika menggunakan pengetes kimia sejumlah ukuran dari cairan pendingin diambil keluar dari sistem pendinginan, dimasukkan kedalam sebuah botol percontohan. Sejumlah tetesan tertentu dari pengetes

dicampurkan dengan cairan pendingin. Warna cairan pendingin akan berubah. Warna cairan pendingin dibandingkan dengan tabel penbanding. Apabila warna cairan cocok dengan warna tertentu pada tabel, cairan pendingin berada pada spesifikasi. Jika cairan pendingin diluar spesifikasi ini berarti perlu diganti.

Kertas litmus juga dapat digunakan untuk mengetes cairan pendingin. Perbedaan dasarnya adalah bahwa sepotong kertas litmus dicelupkan dalam leher radiator sampai basah. Ketika kertas litmus basah zat kimia bereaksi dan kertas basah berubah warna. Jika warna yang telah berubah tadi sama dengan warna tertentu hal ini menunjukkan penghambat korosi berada dalam spesifikasi.

Campuran penghambat korosi cairan pendingin perlu diganti setiap dua belas bulan karna ethylene glycol dapat rusak. Jika cairan pendingin tidak diganti, hal ini dapat menjadi asam dan merusakkan engine

Cairan pendingin juga diperiksa dari tercemari oli. Buka tutup radiator dan periksa dari leher radiator, jika terdapat oli yang melapisi di lapisan atas air akan tampak mengapung dan sistim perlu dibilas/cuci dan penyebab kontaminasi harus ditemukan dan diperbaiki.

Selang-selang sistem pendinginan juga perlu diperiksa selama kepala silinder diservis. Semua selang perlu diperiksa dengan manipulasi dan diperiksa dari retak, lembek/lunak, kulit berbintik-bintik, menggelembung atau terpotong. Selang-selang juga perlu diperiksa dari kerusakan menjadi tergores oleh komponen-komponen lain seperti sabuk penggerak.

Pengetesan akhir sistem pendinginan adalah untuk meyakinkan bahwa sabuk kipas dalam keadaan yang baik, terasetel dengan benar dan kisi-kisi radiator bersih dari daun-daun dan debu. Karena kotoran ini akan menghambat aliran pemindahan panas dari radiator saat motor hidup.

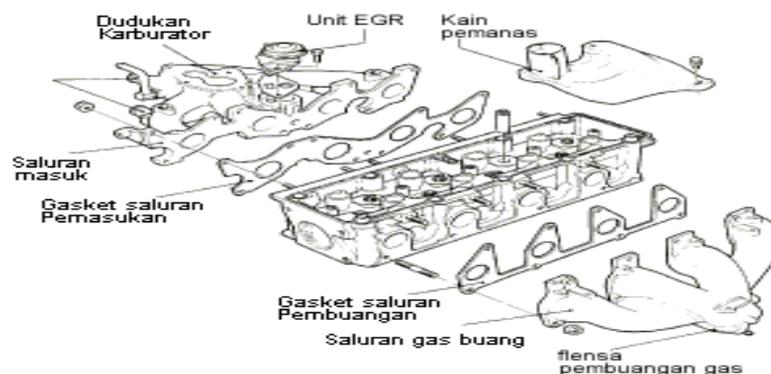
### Saluran Masuk dan Saluran Buang

Saluran masuk dan buang dan bagian-bagian terkait akan diperiksa kondisi dan kesiapan untuk digunakan.

Cara

Kencangkan semua baut dan mur pada saluran (manifold) kekepala silinder. Selang-selang bahan bakar perlu diperiksa dari retak dan bukti adanya karet tergores sehingga rusak.

Setelah semua baut dan mur kencang, saluran manifold diperiksa dari retak dan bocor. Satu cara yang digunakan untuk menemukan kebocoran saluran adalah menstart engin dan dengan penetesan oli. Teteska sejumlah oli pada manifold dimana ia menempel pada kepala silinder. Jika saluran buang timbul asap tebal menunjukkan pada bagian tadi bocor. Lepas manifold dan periksa kondisi gasket perapat dan tempat dudukannya dari kemungkinan rusak.



Gambar 4.

Cara yang sama dapat digunakan ketika mencari kebocoran hisapan (kevakuuman) pada karburator atau selang-selang vakuum.

Ketika memeriksa karburator periksa kabel dan sambungan pembuka katup gas, yakinkan dapat bekerja dengan lancar dengan langkah penuh.

Selang-selang vakum diperiksa dari retak, kaku dan tanda-tanda tidak elastis. Kebocoran vakum dapat menyebabkan silinder kamasukan udara lewat kebocoran yang menghasilkan campuran kurus dan dapat menyebabkan kerusakan katup atau melubangi bagian atas piston.

Periksa saluran buang dari retak, hal ini dapat menyebabkan perlengkapan-perengkapan engine temperaturnya meningkat. Periksa pipa pembuangan dari kerusakan, jika pipa pembuangan rusak menyebabkan gas buang membuang beberapa tenaga engine dan efisiensi bahan bakar akan berkurang.

### Kebocoran Dalam

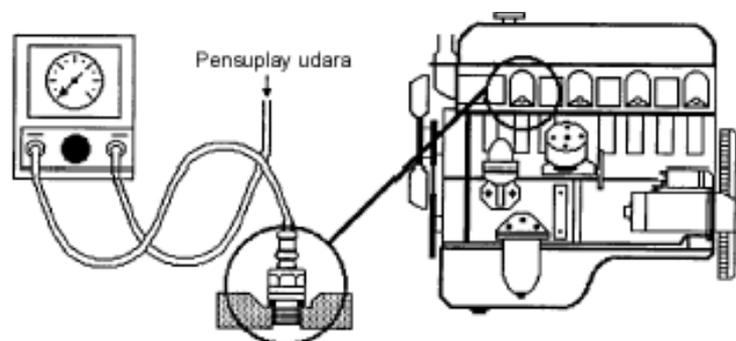
Pemeriksaan kebocoran dalam selama menservis kepala silinder perlu memeriksa hal-hal berikut:

- (a) Kebocoran dalam cairan pendingin
- (b) Kebocoran dalam tekanan silinder

Kebanyakan cara yang ditemukan untuk mencari kebocoran dalam cairan pendingin dan kebocoran dalam tekanan silinder adalah pengetesan kebocoran silinder. Pengetesan kebocoran sebuah silinder akan dilakukan dengan memberi tekanan pada silinder, untuk membantu pemeriksaan katup, gangguan ring torak dan masalah gasket kepala silinder.

#### Cara :

Langkah pertama lepas busi dan silinder. Putarkan engine sampai sebuah silinder pada posisi teratas (TMA) langkah kompresi. Pada titik ini sebuah penghubung dari pengetes kebocoran silinder dipasang pada lubang busi. Sedang keluaran dari peralatan tes disambungkan kepenghubung tadi. Tekanan udara dimasukkan dengan pengontrolan dan catat prosentase kebocoran silinder selama terdapat tekanan didalam silinder, dengarkan adanya desisan pada pipa pembuangan untuk pemeriksaan kebocoran katup buang. Terapkan cara yang sama untuk mendengarkan kebocoran pemasukan dengan mendengarkan pada karburator. Dan untuk kebocoran ring torak dengarkan pada pengisi oli.



Gambar 5

Buka tutup radiator dan perhatikan dari leher radiator adanya gelembung-gelembung udara selama pengetesan kebocoran silinder dilakukan, jika terdapat gelembung-gelembung udara gasket kepala silinder bocor atau retak pada ruang bakar.

Oli engine juga diuji dari tercampuri cairan pendingin, lepas indikasi jumlah oli (tongkat penunjuk jumlah oli / dipstick) dari engine dan periksa oli dari pencemaran.

### Pengencangan Kembali Kepala Silinder

Pengencangan kembali kepala silinder diperlukan apabila kepala silinder baru saja dilepas dan gasket baru yang baru saja dipasang.

**Cara:**

Untuk pengencangan ulang kepala silinder, engine perlu waktu untuk menjadi dingin. Hal ini merupakan suatu yang sangat penting khususnya untuk kepala silinder dengan bahan aluminium. Sebuah kepala silinder aluminium dapat berubah bentuk ketika dikencangkan ulang saat mesin masih panas.

Buka tutup katup-katup. Temukan kekencangan yang sesuai pada buku manual. Pilih ukuran kunci sok yang sesuai untuk digunakan karena bila ukuran tidak sesuai dapat mengakibatkan kecelakaan pekerja atau kerusakan mekanis.

Gambar 6.

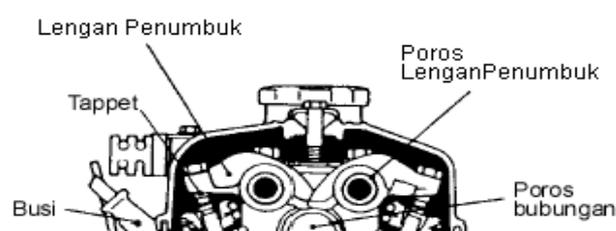
Kepala silinder dikencangkan dari bagian tengah dan berurutan melingkar keluar. Kekencangan dari baut dikendorkan sedikit lalu baru dikencangkan. Pengendorkan ini dimaksudkan untuk meyakinkan baut/mur tidak macet dan pengencangan benar-benar pada momen yang tepat. Setelah semua baut/mur dikencangkan ulang katup-katup perlu disetel.

**Penyetelan Katup**

Penyetelan katup tidak diperlukan pada semua engine. Banyak engine dilengkapi dengan penumbuk hidrolik dan tidak perlu distel. Katup dengan penumbuk hidrolik akan menyetel dengan sendirinya.

Bila engine dilengkapi dengan mekanisme penyetel katup memerlukan penyetelan setelah kepala silinder dikencangkan ulang. Ini dikarenakan ketika kepala silinder dikencangkan ulang gasket kepala silinder terpacet dan kepala silinder lebih rapat terhadap blok, sehingga celah katup akan berubah.

Lihat gambar 7 yang menunjukkan komponen-komponen utama sebuah rangkaian dengan poros kam diatas kepala silinder (OHC =Over head Camshaft).



Gambar 7.

**Cara:**

Sebelum menyetel celah katup temukan dulu spesifikasinya dan urutan pengapian dari buku manual.

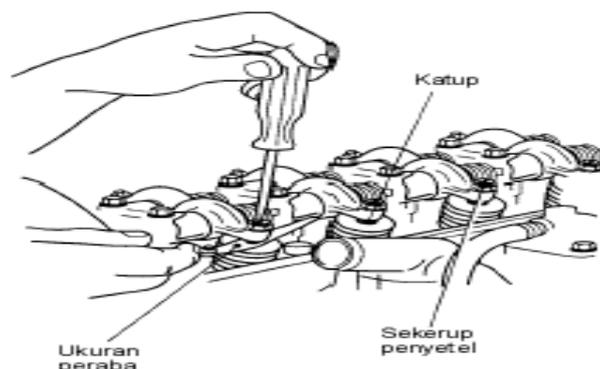
Ikuti prosedur pada buku manual untuk menyetel katup.

Cara sederhana dari penyetelan katup adalah, tulis urutan pengapian dan batasi pada tengah-tengahnya. Misal: 13/42. Karena putaran engine menaikkan dan menurunkan piston no 1 dan no 4 secara bersama.

Pada saat sil 1 dan 4 dititik mati atas, Salah satu piston sedang melakukan akhir langkah kompresi dan piston yang lain akhir langkah buang dan awal langkah isap.

Setel katup-katup pada silinder yang sedang kompresi yang mana kedua katupnya pada posisi menutup.

Teruskan dengan memutar engine searah putaran kerja engine, perhatikan katup-katup pada silinder pada silinder selanjutnya yang katup buangnya akhir meutup dan katup masuknya mulai membuka. Setel katup silinder yang berlawanan dalam tabel angka diatas.



Gambar 8.

Lakukan lagi pemutaran sampai semua katup terasetel. Setelah semua katup terasetel periksa kondisi rantai timing atau sabuk timing dan ganti jika retak atau tercemari oli.

Sabuk timing dan rantai timing diperiksa dengan seksama dan setel sesuai spesifikasi manual pabrik, yakinkan untuk perawatan engine cukup lama.

Kencangkan tutup tapet, star engine beri waktu engine menjadi panas sampai temperatur kerja, periksa kebocoran oli dan cairan pendingin. Jika tidak ada kebocoran berarti servis kepala silinder telah lengkap.



**KONSENTRASI OTOMOTIF  
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK MOTOR  
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

BAHAN AJAR 07	Motor Bensin	TANGGAL :
KOMPETENSI	Pemeliharaan/servis engine dan Komponen-komponennya	HARI :
SUB KOMPETENSI	Memelihara sistem dan komponen block silinder	DOSEN : WOWO SK SRIYONO ADAM MR

Materi

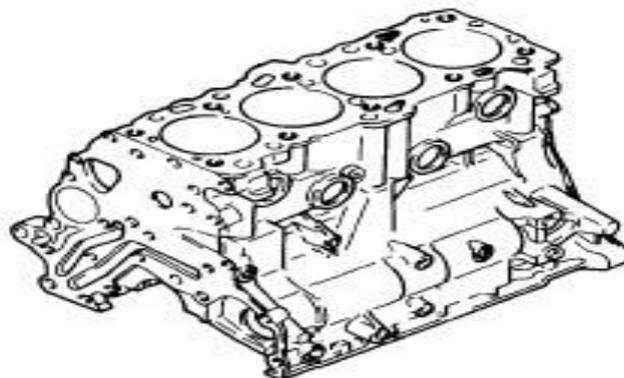
**Prosedur Perbaikan Block Silinder dan Kelengkapannya**

**Blok Silinder**

Blok silinder merupakan komponen dengan konstruksi yang lebih besar dari komponen lainnya yang terpasang pada engine.

Blok silinder disambungkan dengan cylinder head dan didalam silinder terdapat piston yang menyediakan ruangan untuk menahan tenaga panas selama proses pembakaran yang akan dirubah menjadi tenaga mekanik.

Konstruksi blok silinder secara umum didesain dalam 2 kelompok, yaitu blok yang terpisah-pisah untuk setiap silinder dan blok yang seluruh silinder menyatu. Lihat gambar 1 yang memperlihatkan blok silinder.



Gambar 1

Bahan yang umumnya digunakan dalam konstruksi blok silinder adalah besi tuang kelabu agar dapat memperpanjang masa penggunaannya. Beberapa tabung silinder dilapisi dengan bahan chromium yang berfungsi untuk mengurangi keausan.

Beberapa pabrik menggunakan aluminium dalam pembuatan blok engine tanpa tabung silinder, hal ini adalah untuk produksi khusus karena membutuhkan tingkat ketelitian yang tinggi dan membutuhkan biaya yang mahal.

Susunan silinder akan mempengaruhi konstruksi engine misalnya : engine V-6 atau In-line 6.

## Konstruksi Tabung Silinder

Secara umum terdapat tiga tipe utama konstruksi silinder.

### 1. Silinder Integral

Silinder integral adalah dimana silindernya dicetak menjadi satu unit dengan blok engine, hal ini secara umum adalah blok engine yang terbuat dari bahan besi tuang kelabu dan khusus untuk silindernya ditambah dengan bahan lain agar kuat dan dapat dibentuk sesuai dengan ukuran yang dikehendaki.

### 2. Tabung Kering.

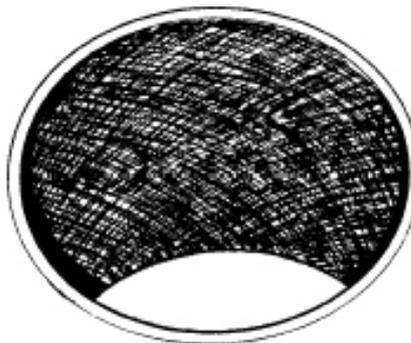
Tabung silinder kering digunakan pada blok silinder yang akan diperbaiki kerana rusak. Tabung juga digunakan pada blok engine yang bahannya terbuat dari bahan yang lebih rendah kekuatannya dari besi tuang kelabu. Tabung kering dalam pemasangannya pada blok engine mempunyai dua metoda yaitu : pertama tabung dipasang dengan interferens. Kedua adalah pada sisi bagian atas tabung terdapat flange yang menempatkan tabung pada blok engine, selanjutnya tabung akan terjamin pada blok engine dengan pemasangan cylinder head.

### 3. Tabung Basah atau Sisipan

Apabila menggunakan tabung basah maka blok engine dicor tanpa silinder atau tabung sisipan, dan apabila tabung atau sisipan dipasangkan pada blok engine maka tabung tersebut akan berhubungan langsung dengan mantel air pendingin. Pada bagian atas dan bawah tabung diberikan seal untuk mencegah kebocoran air pendingin. Contoh mobil yang menggunakan tabung basah diantaranya Alfa Romeo, Peugeot dan Lancia.

Setelah tabung silinder dipasang maka selanjutnya dilakukan penghalusan (hone) untuk mendapatkan ukuran yang sesuai. Penghalusan permukaan silinder untuk mempersiapkan kontak yang baik pada cincin piston untuk mencegah kebocoran gas.

Hal yang penting didalam pengalusan permukaan silinder adalah harus mendapatkan sudut crosshatch yang tepat. Sudut crosshatch yang dikehendaki secara umum sebesar 30-45 derajat. Perhatikan gambar 2. yang memperlihatkan bentuk crosshatch pada tabung silinder.



Gambar 2. Crosshatch

Apabila sudut crosshatch terlalu kecil (misalnya 20 derajat) dapat menyebabkan keausan yang lebih cepat pada cincin piston karena gesekan.

Apabila sudut crosshatch terlalu besar maka hal ini akan menyebabkan oli akan cepat jatuh kembali kedalam panci oli sehingga penyekatan cincin piston pada dinding silinder tidak berlangsung dengan baik dan akibatnya gas pembakaran akan bocor keruang engkol. Sebaiknya menggunakan ukuran batu penghalus untuk menjamin crosshatch yang sesuai sehingga terhindar kerusakan engine yang lebih cepat.

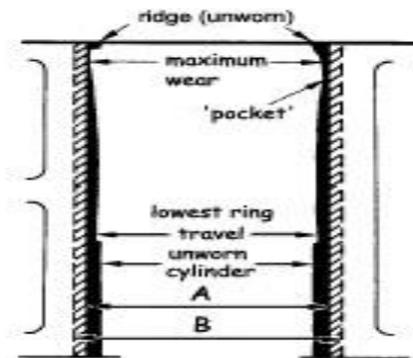
### Keausan Silinder

Pada umumnya penyebab utama keausan silinder disebabkan oleh abrasi, erosi dan korosi.

- a. Abrasi disebabkan adanya benda lain yang masuk kedalam silinder. Secara umum penyebab hal ini adalah perlakuan servis yang tidak baik misalnya: saringan udara yang kotor dan manifold yang bocor.
- b. Erosi adalah sesuatu akibat secara normal dari gesekan.
- c. Korosi adalah diakibatkan penimbunan zat-zat yang diproduksi pembakaran.

Keausan yang maksimum akan terjadi pada daerah bagian atas dari pergerakan cincin piston. Keausan didalam silinder tirus dengan tingkat keausan yang lebih besar pada bagian atas silinder. Hal ini disebabkan karena pembakaran terjadi diakhir langkah kompresi dan pada posisi inilah tekanan dan temperatur maksimum terjadi. Tekanan dan panas akan turun seiring dengan piston bergerak kearah titik mati bawah, sehingga keausan terlimitasi.

Silinder juga dapat aus dalam bentuk oval. Hal ini terjadi pada sisi kerja piston, atau pemasangan piston yang tidak benar, atau batang piston yang bengkok. Lihat gambar 3. yang memperlihatkan keausan yang terjadi pada silinder.



Gambar 3. Keausan pada silinder

### Poros Engkol

Poros engkol adalah komponen yang besar dan kuat diantara komponen yang bergerak yang terdapat pada engine pembakaran dalam. Poros engkol harus mempunyai kekuatan yang cukup untuk menahan tekanan tenaga pembakaran dan sanggup menahan dalam berbagai kondisi dan beban.

Hal-hal berikut ini adalah persyaratan yang harus dimiliki poros engkol.

- Kepadatan
- Ringan
- Mampu menahan temperatur yang berubah-ubah
- Kemampuan yang baik menahan keausan.
- Ketepatan desain
- Kemampuan menahan kebengkokan dan beban

### Konstruksi Poros Engkol

Pabrik secara umum menggunakan salah satu teknik berikut ini;

1. Casting
2. Forging
3. Billet machined
4. Composite

Casting adalah yang paling banyak digunakan, proses ini adalah yang paling banyak dipilih oleh pabrik pembuat kendaraan.

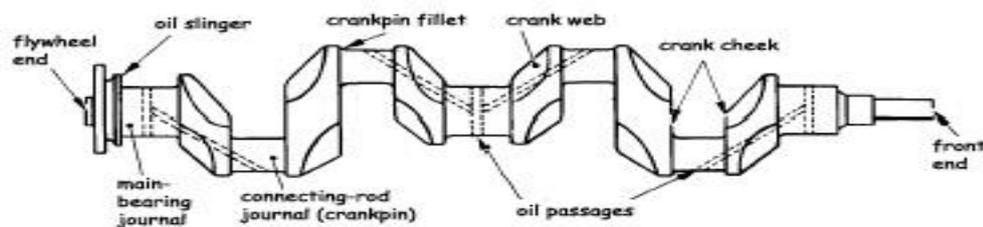
Forging adalah proses pemanasan pada lempengan baja hingga pada temperatur kerja selanjutnya ditempa atau dipres hingga mendapatkan bentuk yang diinginkan. Proses ini memerlukan suatu tingkat ketrampilan dan pengetahuan atau kemampuan yang sangat tinggi.

Billet adalah pekerjaan poros engkol dengan mengerjakannya dengan motor pada batang baja padu. Poros engkol dengan proses billet adalah poros engkol dengan kemampuan tinggi dan umumnya digunakan pada pesawat engine terbang.

Pada produksi poros engkol maka fillet atau radius pada jurnalnya harus dibuat dengan tepat. Fillet terdapat pada bantalan duduk melingkar pada sisi pipi engkol. Pada sisi antara pipi-pipi engkol dengan jurnal poros engkol harus dibuat radius agar poros engkol dapat meredam tekanan yang tinggi dan defleksi, apabila radius tidak dibuat dengan tepat akan mengakibatkan kerusakan pada poros engkol.

Kebanyakan poros engkol yang digunakan pada engine otomotif dilengkapi dengan bobot pengimbang yang dipasang berlawanan dengan bantalan jalan. Pada perputaran poros engkol terutama pada putaran tinggi akan menderita getaran yang serius dan pada hal ini bobot pengimbang akan meredam getaran tersebut. Bobot pengimbang secara umum dicor menjadi satu dengan engkol bantalan poros engkol.

Beberapa pabrik membuat poros pengimbang terhadap poros engkol. Poros pengimbang harus terpasang sesuai timing terhadap poros engkol. Perhatikan gambar 4. yang memperlihatkan bentuk dasar poros engkol dan nama bagian-bagiannya.



Gambar 4. Poros Engkol

### Jurnal Poros Engkol

Selama pembuatan poros engkol dipabrik produksi semua jurnal harus dikerjakan dengan baik dan ukurannya pun harus akurat. Jurnal-jurnal tersebut harus difinishing dengan kualitas tinggi (dihaluskan dengan ukuran batu penghalus yang tepat). Finishing harus dapat menjamin terpasangnya bantalan dengan tepat dan jurnal dapat meluncur dengan baik pada bantalan dengan menghindari atau meminimasi gesekan yang terjadi. Metal poros engkol diperkeras dengan proses "Nitrogen Hardening" untuk memberi penggunaan poros engkol dalam waktu yang lama. Desain engine modern menyediakan metal yang ditempatkan diantara jurnal-jurnal.

### Gangguan dan Keausan Poros Engkol

Keausan atau gangguan yang terjadi pada jurnal poros engkol dapat diidentifikasi seperti; oval, tirus, goresan dan kerusakan bantalan. Hal ini adalah keausan atau gangguan yang umum terjadi pada poros engkol.

#### Keovalan

Keovalan yang terjadi pada bantalan jalan disebabkan oleh tekanan pembakaran pada langkah usaha yang terjadi secara terus menerus. Tekanan ini terjadi secara terus menerus pada bagian tertentu, hal ini akan mengakibatkan terjadinya perbedaan keausan pada bagian tersebut lebih besar dari bagian lainnya pada bantalan jalan yang bersangkutan. Hal ini akan mengakibatkan tekanan oli rendah dan engine bergetar.

### Tirus

Penyebab utama tirus pada bantalan jalan adalah ketidak seimbangan batang piston. Tirus juga dapat terjadi akibat kesalahan pemasangan metal sisipan yang mengakibatkan metal sisipan tersebut menekan pada bagian tertentu sehingga keausan pada salah satu sisi lebih besar dari sisi lainnya.

### Goresan

Penyebab utama goresan terjadi pada jurnal adalah servis poros engkol yang tidak benar (tidak menjaga kebersihan). Partikel-partikel karbon atau material lain yang terdapat pada bantalan dan akan tertanam pada metal yang lebih lunak, pada saat poros engkol berputar maka material tersebut akan menggores permukaan jurnal.

### Kerusakan Bantalan

Kerusakan bantalan dapat diakibatkan gangguan seperti diuraikan diatas. Kelelahan permukaan bantalan diakibatkan celah yang berlebihan dapat merusak poros engkol. Penyebab lain dari kerusakan bantalan sering diakibatkan tekanan oli yang rendah.

### Sudut-sudut Engkol pada Engine Bersilinder Banyak

Engine 4 langkah bersilinder banyak, terlepas dari bentuk konstruksi silinder-silindernya, setiap piston menyelesaikan 4 langkah selama 720 derajat poros engkol berputar. Untuk putaran engine yang lebih halus akan tergantung dari interval kerja setiap silinder, sesuai dengan jumlah silindernya.

Dapat disimpulkan besarnya sudut antar engkol adalah = 
$$\frac{720}{\text{jumlah silinder}}$$

Untuk engine 4 silinder  $\frac{720}{4} = 180$  derajat

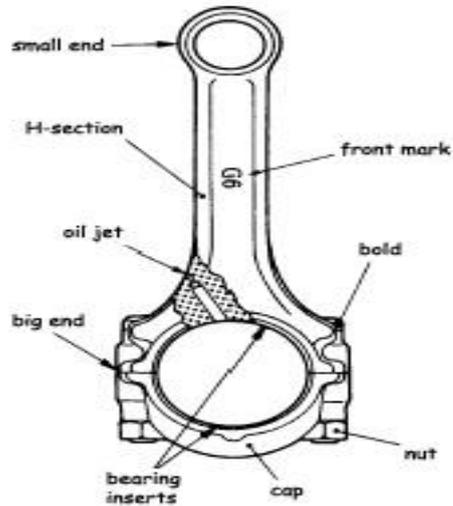
Untuk engine 6 silinder  $\frac{720}{6} = 120$  derajat

Untuk engine 8 silinder  $\frac{720}{8} = 90$  derajat

### Batang Piston

Batang piston adalah komponen engine yang harus kuat terhadap tekanan. Komponen ini berfungsi meneruskan gerakan lurus dari piston menjadi gerakan putar pada poros engkol oleh karena batang piston harus mempunyai ketahanan maksimum terhadap tekanan dan padat, namun pada saat yang bersamaan batang piston juga harus ringan agar kerugian tenaga gerak dapat di minimalkan.

Perhatikan Gambar 5. yang memperlihatkan tipe batang piston dan nama bagian-bagiannya. Batang piston dibentuk dengan formasi "H" atau "I" 0,7 – 1,0 Gpa tensile steel, hal ini akan memberi kekuatan pada batang piston namun tetap ringan. Ujung kecil batang piston terdapat bushing sebagai tempat pemasangan pena piston terhadap batang piston. Pada bagian yang berlawanan dengan ujung kecil terdapat ujung besar dan terpasang dan berputar pada pena engkol poros engkol. Ujung besar batang piston terdiri dari dua bagian agar dapat dengan mudah memasangnya terhadap pena engkol. Baut pengikat batang piston dibuat dengan kekuatan yang telah ditetapkan pabrik dan diameter ujung besar di buat sesuai ukuran. Proses pemasangan metal sisipan pada ujung besar terdapat crush sesuai dengan spesifikasi dan pada tutup ujung besar dan pada ujung besar terdapat alur pengunci metal sisipan, hal ini untuk mencegah metal sisipan tidak ikut berputar, apabila poros engkol berputar.



Gambar 5. Batang piston

Beberapa batang piston di buat lubang di bagian tengah yang dapat menyalurkan oli pelumas ke pena piston, dan tipe lainnya dilengkapi dengan sendok penyemprot oli ke pena piston, camshaft dan dinding silinder.

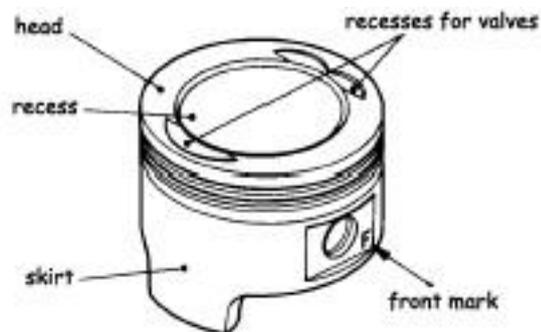
### Piston

Piston di buat dengan beberapa fungsi diantaranya sebagai tempat cincin piston untuk merapat pada dinding silinder dan fungsi lainnya adalah untuk mengarahkan tenaga pembakaran ke batang piston dan poros engkol.  
Design Piston

**Piston didesign untuk memiliki karakteristik berikut ini :**

- Dapat menghantarkan panas dengan baik
- Kuat
- Tahan terhadap gesekan
- Ringan

Lihat Gambar 6. yang memperlihatkan piston dan bagian-bagiannya.



Gambar 6. Piston

Pada umumnya piston terbuat dari bahan paduan aluminium, namun mempunyai nilai pemuaian yang tinggi oleh karena itu bentuk piston menjadi kompleks.

Pada mulanya piston di buat dari bahan Besi tuang kelabu karena sangat baik terhadap gesekan dan nilai pemuaiannya rendah, namun kerugian utama dengan bahan ini adalah piston menjadi lebih berat. Karena masalah ini maka piston yang terbuat dari bahan besi tuang kelabu hanya cocok untuk engine putaran lambat, dimana tenaga yang tersimpan pada piston di harapkan akan berhenti diakhir setiap langkah, maka hal ini sulit bagi piston yang berbobot berat.

### Konstruksi Piston

Piston di buat dalam berbagai bentuk. Kepala piston secara dasar mempunyai 4 bentuk. Bentuk kepala piston akan disesuaikan dengan ruang bakarnya untuk memaksimalkan efisiensi.

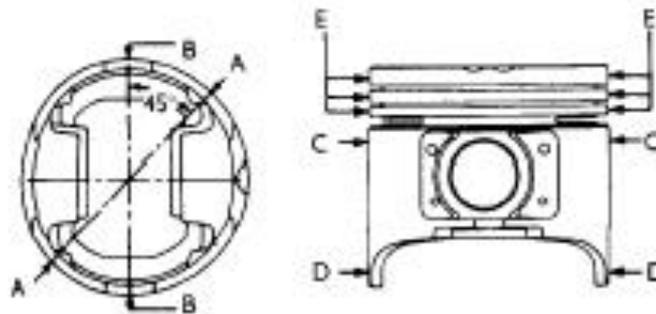
Piston yang terbuat dari bahan aluminium mempunyai tingkat pemuaian yang cepat dan tidak dapat diprediksi. Piston dapat saja memuai secara berlebihan pada sisi yang tidak tepat dan menggores dinding silinder. Untuk menghindari hal ini pabrik telah mencari metoda untuk dapat mengontrol pemuaian tersebut. Metode yang banyak digunakan adalah cam grinding, namun metoda steel struthing dan barrel shape masih tetap digunakan.

### Cam Grinding

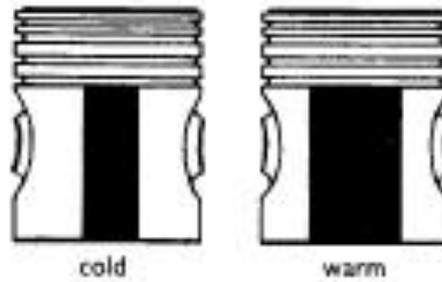
Cam ground tidak adalah diameter piston pada sisi kerja adalah lebih besar dari diameter skrit pada garis yang sama dengan pena piston. Pada saat piston masih dingin maka sisi piston yang ada panahnya akan berhubungan dengan dinding silinder. Setelah piston menerima panas dan temperaturnya menjadi naik, maka sisi skirt di sekitar boss pena piston mempunyai tingkat pemuaian yang lebih besar kemana pada bagian terdapat banyak bahan metal.

Apabila piston telah mencapai temperatur kerja maka sisi skirt akan kontak terhadap dinding silinder.

Keuntungan cam grinding dapat meminimumkan celah antara piston dengan dinding silinder pada saat engine dingin maupun panas. Perhatikan Gambar 9 dan 8 yang mengilustrasikan efek cam grinding.



Gambar 7. Cam Grinding



Gambar 8

(Cam Ground piston semakin panas, pengembangan skirt akan memperbesar sisi kontak truk terhadap dinding silinder).

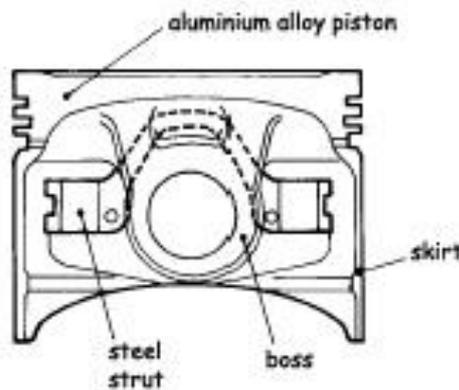
### Steel Strut Piston

Invar strut piston adalah yang luas digunakan. Dua atau empat nickel-baja strut di cor secara menyatu dengan piston, menghubungkan sisi skirt ke boss pena piston.

Nickel-Baja yang di kenal "Invar" mempunyai koefisien dan tingkat pemuaian panas yang sangat rendah.

Beberapa piston mempunyai slot horizontal untuk mencegah panas mengalir ke bawah ke daerah skirt. Invar strut mencegah pemuaian skirt yang tegak lurus terhadap pena piston. Tujuan hal ini adalah untuk mengarahkan pemuaian piston segaris dengan pena piston.

Perhatikan Gambar 9. yang memperlihatkan piston dengan baja struts.



Gambar 9. Piston dengan baja struts

### Barrel Shaped

Barrel akan membentuk piston sehingga bagian atas piston lebih kecil dari pada bagian bawah. Apabila bagian atas piston menerima panas dan temperaturnya naik, hal ini akan mengakibatkan nilai pemuaiannya akan menjadi besar, dan bagian atas piston akan menjadi parallel dengan bagian bawah.

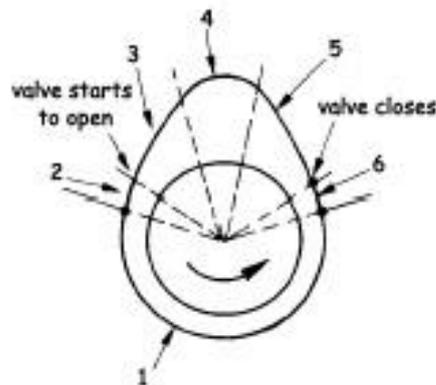
### Camshaft

Fungsi utama camshaft adalah mengoperasikan katup masuk dan katup buang. Camshaft terbuat dari bahan perpaduan baha yang ditempa atau paduan besi tuang kelabu dengan beban tinggi.

Permukaan puncak cam adalah bagian yang menerima beban paling tinggi, oleh karena itu bagian ini memerlukan pengerasan. Camshaft memerlukan pengerasan dengan Induction hardening proses, dimana camnya diperkeras dengan chilling proses.

Camshaft merubah gerak putar menjadi gerak naik-turun secara umum engine dengan jumlah silinder empat dan jumlah katup delapan, maka camshaft terdiri dari lima bantalan jurnal, empat cam katup masuk, empat cam katup buang, penempatan roda gigi timing dan penggerak distributor. Cam katup masuk dan katup buang ditempatkan secara tepat antara satu dengan lainnya, untuk menjamin keserasian dengan kerja poros engkol dan posisi piston.

Profil cam disesuaikan dalam fungsinya untuk membuka katup yang tepat dengan timing poros engkol.



Gambar 10 Camshaft

Untuk mengukur tinggi angkat cam tidaklah sulit. Mengukur tinggi angkat cam anda dapat melihat Gambar 10, dimana dengan mengukur diameter ram (posisi katup menutup penuh) dan mengukur diameter tertinggi (puncak) cam, kemudian selisih dari kedua ukuran ini adalah tinggi angkat cam.

Pada engine jenis OHV, camshaftnya di tempatkan pada ruang engkol, dan engine jenis OHC, camshaftnya di sanggah dengan bantalan jurnal, yang ada setiap jumlah katup setiap silinder, hal ini untuk mencegah kebengkokan camshaft. Untuk menjamin operasionalnya bantalan jurnal dilengkapi dengan metal sisipan untuk jenis OHC, dan kadang-kadang ada juga tanpa menggunakan bantalan khusus (engine OHC) namun ada juga menggunakan bantalan luncur.

Pada jenis camshaft ditempatkan pada ruang engkol, maka camshaftnya dipasang dari arah depan engine dan di jamin dengan thrust plat. Dengan memasang thrusts plate sebagai penjamin atau roda gigi timing yang diproses, celah ujung diperbolehkan antara 0,05 – 0,15 mm.

Kerugian camshaft yang ditempatkan pada ruang engkol adalah berhubungan dengan operasional kerja camnya yang terdiri dari : camshaft, lifter, push rod adalah sekitar rocker arms. Kebanyakan panjang push rod adalah sekitar 150 mm-200 mm, hal ini akan menimbulkan ketidak tepatan timing dibandingkan dengan engine OHC. Untuk hal ini juga putaran engine akan terbatas.

Engine tipe OHC, tidak membutuhkan push rod. Cam bekerja langsung pada cylinder headnya sendiri, kebanyakan pabrik melengkapi dengan rocker arms, yang menerima tekanan dari cam dan langsung berhubungan dengan batang katup.

Keuntungan engine tipe OHC, diantaranya dapat mengurangi komponen penggerak lainnya, putaran engine dapat di design dengan RPM tinggi, dan mengurangi kerugian tenaga penggerak mekanisme katup.

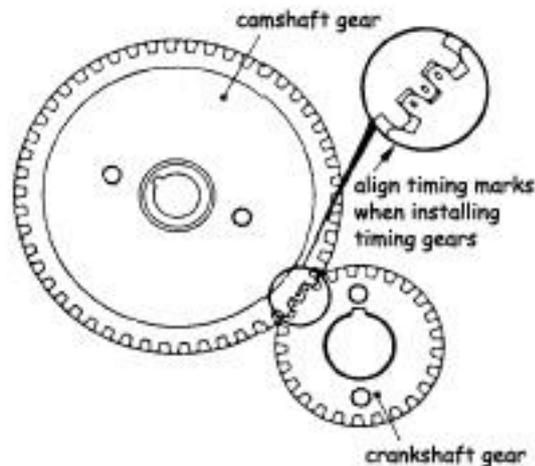
Camshaft untuk engine empat langkah memiliki putaran setengah putaran poros engkol, sehingga dapat diperbandingkan bilamana poros engkol berputar dua kali, maka camshaft akan berputar satu kali (2:1), dan jumlah gigi pada roda gigi poros engkol berjumlah dua kali lebih banyak dibandingkan dengan jumlah gigi pada roda gigi camshaft.

Apabila akan menentukan timing camshaft, pada umumnya silinder no. 1 dalam hal ini piston pada silinder no. 1 berposisi pada akhir langkah kompresi (TMA) dan katup masuk maupun katup buang dalam posisi kerja menutup.

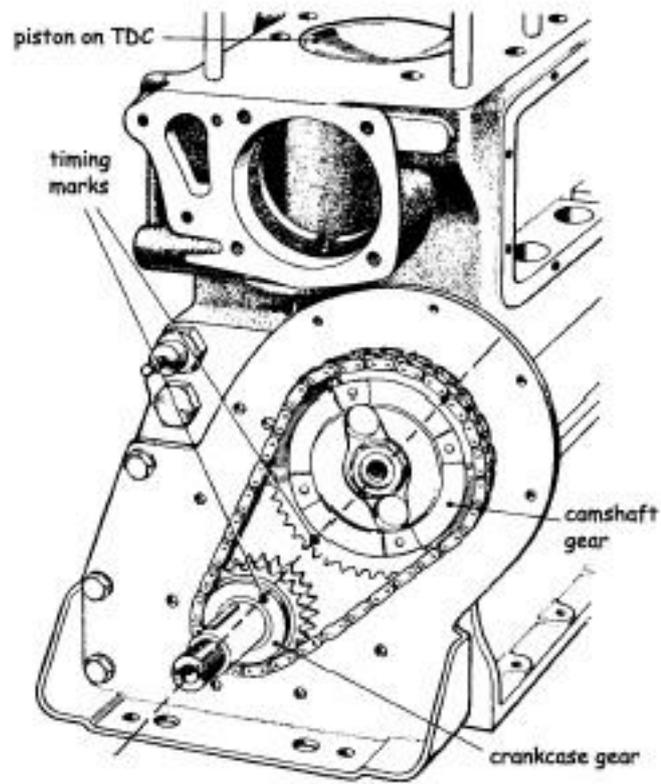
Penepatan timing pada engine tidaklah sulit, karena pabrik telah menentukan prosedurnya, dan terdapat pada buku manual. Berikut ini adalah contoh untuk menepatkan tanda timing.

“Pertama-tama, menempatkan dial indikator pada bagian atas piston, no. 1. Putarlah engine dan perhatikan jarum indikator, pada saat piston bergerak ke posisi atas di dalam silinder, maka jarum indikator akan bergerak. Saat piston mencapai titik mati atas (TMA) jarum indikator akan bergerak lambat dan kemudian stop. Saat jarum indikator berhenti, hal ini menandakan posisi piston telah pada titik mati atas (TMA), perhatikan dan pelajarilah tanda timing pada poros engkol, selanjutnya memutar camshaft dan memperhatikan silinder no.4, dimana katup buang menutup dan katup masuk membuka, hal ini menandakan bahwa silinder no. 1 dalam langkah kompresi. Memeriksa tanda timing camshaft dengan poros engkol pada posisi tepat. Dalam hal ini selalu perbandingkan pada buku manual untuk menyakinkan ketepatan tanda timing”.

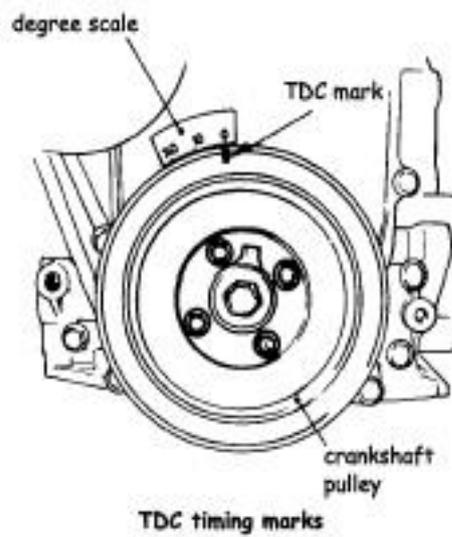
Gambar 11, 12, 13, 14 dan 15 memperlihatkan tanda timing pada engine yang berbeda-beda.



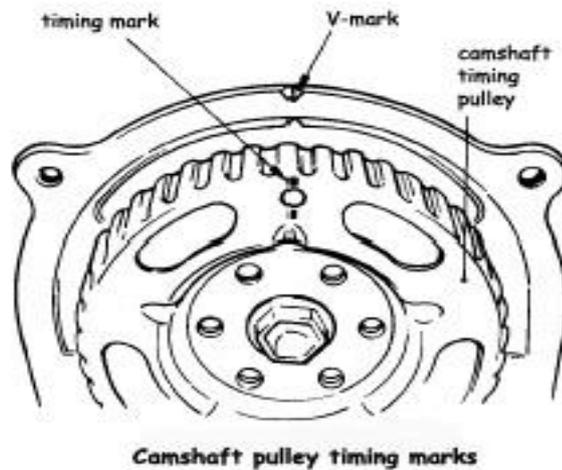
Gambar 11



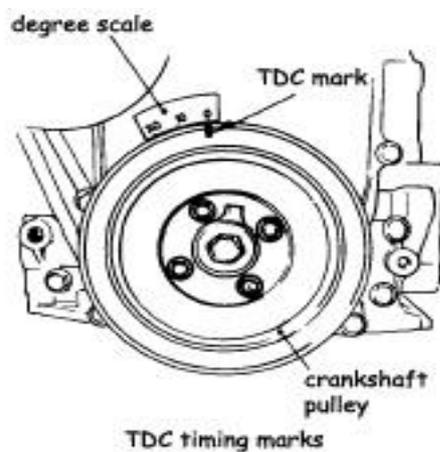
Gambar 12



Gambar 13



Gambar 14



Gambar 15

Tanda timing akan selalu berganti dari setiap perusahaan, oleh karena itu yakinkan pada buku manual yang sesuai.

### **Cylinder Head**

Cylinder head terbuat dari bahan aluminium atau besi tuang kelabu. Cylinder head ditempatkan pada bagian atas blok silinder dan terdapat saluran pemasukan dan pembuangan, katup masuk dan katup buang, dudukan katup penghantar katup, pegas katup retainer dan collets.

Bentuk ruang bakar umumnya ditentukan atau disesuaikan dengan cylinder head. Ruang bakar banyak bentuknya dalam fungsi spesifikasinya, dan yang pasti ruang bakar yang bagus harus dapat :

- a. Menyediakan perpindahan yang baik
- b. Menyediakan efisiensi panas yang tinggi
- c. Sebagai penyampur campuran bahan bakar dengan udara

Beberapa tipe ruang bakar secara umum diantaranya adalah :

1. Ruang Weslake

Pada tipe ini penempatan busi adalah pada puncak ruang bakar. Dinding ruang bakar sebagian memisahkan katup masuk dan katup buang. Campuran yang masuk dengan kecepatan tinggi langsung ke busi.

2. Ruang Wedge

Ruang bakar ditempatkan pada piston ataupun tanda silinder. Bentuk permukaan cylinder head adalah rata, dan blok didesign dengan membentuk sudut kurang lebih 10 derajat. Bentuk piston khusus digunakan mengakibatkan kesamaan volume silinder yang lebih mudah diwadahi. Perbedaan perbandingan kompresi dapat dicapai dengan perubahan tipe piston.

3. Ruang Hemispherical

Ruang ini didesign setengah lingkaran, sebab itu disebut hemispherical. Ruang pembakaran model ini bebas dari hambatan dan posisi katup berlawanan antara satu dengan lainnya. Katup besar digunakan dan efek aliran dapat dicapai. Ini adalah design kemampuan tinggi.

Terdapat tiga tipe cylinder head yaitu :

**Katup Sisi**

Jenis ini tidak terdapat katup dan salurannya pada cylinder head. Pada dasarnya tersedia pada silinder.

**Katup di kepala (OHP)**

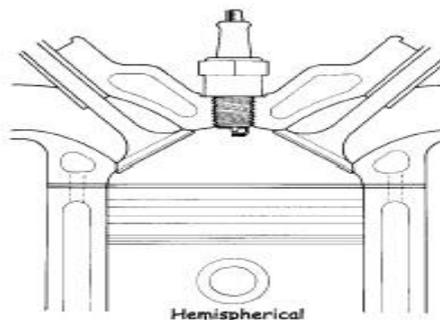
Model ini katup dan salurannya terdapat pada cylinder head. Camshaft yang menggerakkan katup ditempatkan pada blok silinder. Katup bekerja oleh mekanisme camshaft, lifter, push rod, rocker arms dan katup

**Camshaft Dikepala (OHC)**

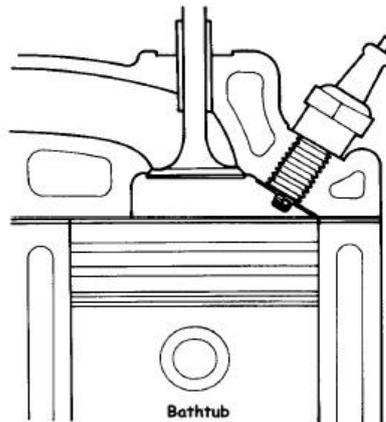
Sesuai dengan namanya camshaft ditempatkan di atas cylinder head, untuk mengeliminasi penggunaan lifter dan push rod, yang selanjutnya timing katup untuk model ini akurasinya lebih tinggi.

Pada cylinder head terdapat rongga pengaliran pendingin yang berhubungan dengan rongga di dalam blok silinder.

Hal ini untuk mengalirkan air pendingin untuk menyerap panas dari ruang pembakaran dan komponen cylinder head lainnya.



Gambar 16.



Gambar 17.



Gambar 18.

### **Melepas Cylinder head**

Prosedur yang digunakan untuk melepas Cylinder head adalah tergantung dari tipe engine yang akan dikerjakan. Prosedur melepas cylinder head tipe OHC adalah lebih rumit dibandingkan dengan cylinder head tipe engine OHV.

Buku Manual Bengkel menyediakan informasi dan spesifikasi yang diperlukan untuk langkah-langkah kerja.

Sebelum melepas cylinder head terlebih dahulu kuasai prosedur dan keselamatan kerja selalu dilepaskan

Batere untuk mencegah kecelakaan anda maupun kerusakan system kelistrikan.

Menyakinkan bahwa air pendingin tidak bertekanan lagi, sebelum melepas selang radiator dan komponen lainnya, hal ini agar anda terhindar dari kecelakaan.

Selalu menggunakan alat yang sesuai dan tepat untuk melepas komponen-komponen agar Anda terhindar dari kecelakaan juga kerusakan pada komponen.

Pada engine dengan Elektronik Fuel Injection (EFI) selalu melepaskan saluran bahan-bahan bertekanan guna mencegah kecelakaan dan timbulnya kebakaran.

Bilamana melepas cylinder head, yakinkan bahwa rem parkir sedang bekerja. Hal ini penting, sebab apabila cylinder head di buka dan engine kehilangan kompresi, dan jika rem parkir tidak bekerja, maka kemungkinan kendaraan akan dapat maju/mundur.

### **Melepas**

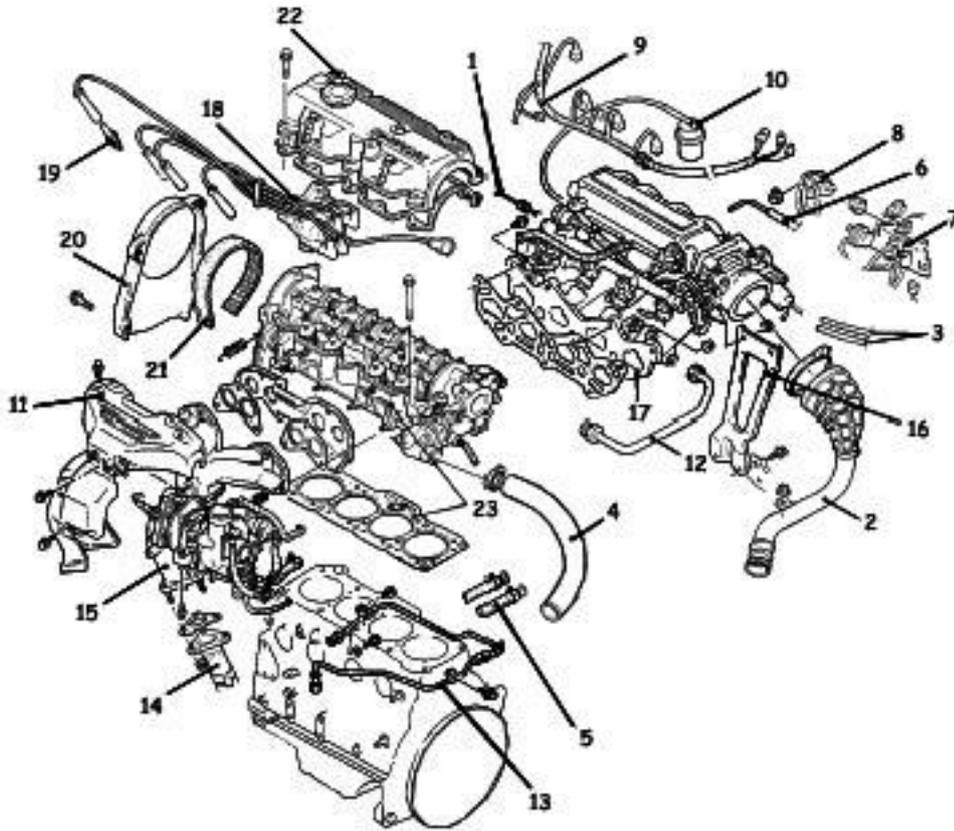
Baca buku manual bengkel untuk menguasai prosedur yang benar sebelum melepas cylinder head. Berikut ini adalah hal yang umum melepas cylinder head jenis engine OHC.

**Yakinkan kendaraan berada pada posisi datar dengan rem parkir bekerja dan roda diganjal, hal ini agar kendaraan tidak maju/mundur dan mengakibatkan kecelakaan ataupun kerusakan.**

#### Metoda Melepas

- a. Melepaskan Batere agar tidak ada aliran listrik ke system pengapian dan menghindari kerusakan pada komponen elektronik
- b. Melepaskan saringan udara/salurannya, dan periksalah komponen ini dari kerusakan atau kontaminasi.
- c. Membuang air pendingin ke dalam wadah penampung selanjutnya lepaskan semua selang-selang (radiator, by-pass dan heater). Periksalah kondisi air pendingin dan kontaminasi.
- d. Melepaskan unit distributor beserta tutup dan kabel pengapian, lepaskan seluruh sambungan-sambungan kelistrikan dan beri tanda untuk memudahkan memasang kembali.
- e. Melepaskan aliran bahan bakar dan kabel gas. Pipa penyalur bahan bakar jangan sampai bengkok selama proses melepas (aliran bahan bakar di beri tanda untuk memudahkan pemasangan kembali).
- f. Melepaskan pipa knalpot dari exhaust manifold, lepaskan manifold apabila diperlukan (periksa kondisi stud manifold)
- g. Melapaskan tutup rocker arm (periksa bagian dalam tutup dari emulsi oli).
- h. Memutar engine hingga silinder no. 1 berada pada titik mati atas (TMA) yakinkan dengan memeriksa tanda timing pada roda gigi
- i. Melepaskan penegang setelan sabuk/rantai timing selanjutnya lepaskan roda gigi penggerak camshaft.
- j. Membuka baut-baut pengikat cylinder head secara bertahap dan bearlawanan, dan yakinkan bahwa dalam membuka baut-baut tersebut, dalam urutan yang benar. Ada juga dengan membuka baut-baut pengikat cylinder head sekaligus terlepas camshaft dan rocker arms.
- k. Setelah seluruh baut-baut terlepas, perhatikan hal-hal lain yang mungkin menghambat pengangkatan cylinder head dari blok silinder. **PERHATIAN !** Jangan mendongkel permukaan cylinder head terhadap blok silinder. Peganglah cylinder head dengan benar saat mengangkat, agar anda terhindar dari kecelakaan maupun kerusakan permukaan cylinder head
- l. Setelah cylinder head di lepas, maka tempatkanlah dengan hati-hati dan benar di atas meja kerja. Apabila camshaft masih dalam keadaan terpasang, maka yakinkan katup tidak menonjol keluar dari ruang bakar. Katup akan kemungkinan dapat rusak akibat hal ini.

Perhatikan Gambar 19, yang memperlihatkan uraian komponen blok silinder dan cylinder head pada salah satu tipe engine.



Gambar 19

### Membersihkan dan Melepas Cylinder head

Cylinder head seharusnya diperiksa terlebih dahulu sebelum dibersihkan. Periksa terhadap Lumpur oli, aliran air pendingin, kebocoran oli, erosi dan korosi.

Setelah anda memeriksa dan menilai cylinder head, tempatkanlah pada sepasang penyanggah khusus dan lepaskan camshaft apabila memungkinkan. Retaining pendukung camshaft dan bantalannya agar disimpan secara berurutan.

Setelah melepas camshaft, maka pegas katup harus ditekan, guna melepas pengunci katup. Pengunci akan secara bersamaan dijamin dengan retainer pegas katup. Tap dari retainer dengan palu akan menyebabkan seal antara rollet dengan retainer menjadi pecah.

Setelah dipukul dengan palu, selanjutnya dengan menggunakan alat penekan pegas katup, tekanlah pegas katup, sehingga pengunci dapat dilepaskan.

Apabila pengunci dan komponen lainnya dilepaskan, tempatkanlah pada wadah yang telah tersedia.

Setelah semua pegas aktup sudah dilepas lanjutkanlah melepas katup-katup dan tempatkan secara berurutan. Metoda yang umum dalam menyimpan katup-katup adalah dengan cara memasukan batang katup pada suatu plat yang telah berlubang (dibor) sehingga akan memudahkan penyimpanan dan penandaan/penomoran.

Apabila katup sulit dikeluarkan dari penghantar maka ujung batang katup mungkin perlu dikikir dengan kikir halus untuk membuang bekas tumbukan rocker arm.

Apabila perlu alur pengunci juga dibersihkan dari kotoran.

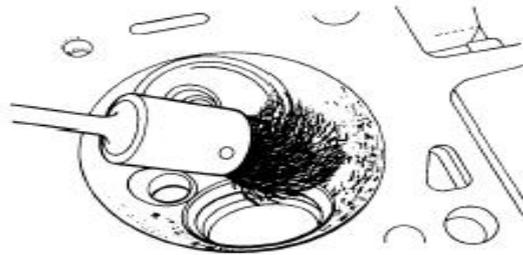
Membersihkan cylinder head dengan cairan pembersih untuk menghilangkan bekas gasket atau karbon yang menempel.

Pada permukaan cylinder head, dan dalam hal ini harus hati-hati agat tidak terjadi kerusakan permukaan cylinder head, khususnya cylinder head yang terbuat dari aluminium sangat mudah tergores.

Karbon dibersihkan dari ruang bakar dan saluran dengan menggunakan sikat kawat halus yang dipasang pada bor tangan. (PERHATIAN : JANGAN MEMASANG SIKAT KAWAT HALUS PADA GERINDA DUDUKAN, KARENA AKAN LEPAS. SELALU GUNAKAN PAKAIAN PELINDUNG DAN KACA MATA PADA SAAT ANDA MENGGUNAKAN SIKAT KAWAT HALUS). Metoda lain yang umum digunakan membersihkan karbon adalah dengan menggunakan bead blaster, namun kemungkinan cylinder head membutuhkan perataan permukaan.

Setelah cylinder head selesai dibersihkan, maka dilanjutkan memeriksa kerataan, kertakan, korosi dan Erosi.

Perhatikan Gambar 20 dan 21, yang memperlihatkan membersihkan dengan menggunakan kawat halus dan sekrap.



Gambar 20. Sikat kawat halus

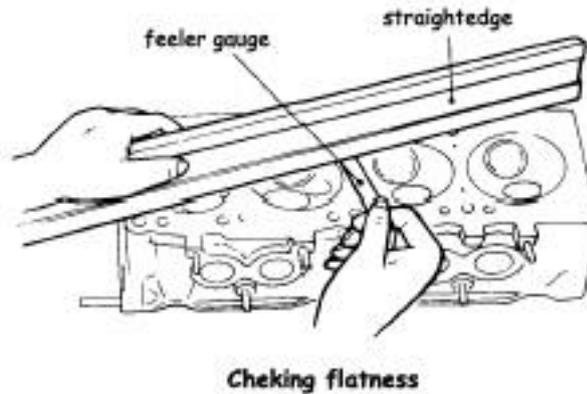


Gambar 21. Membersihkan dengan sekrap

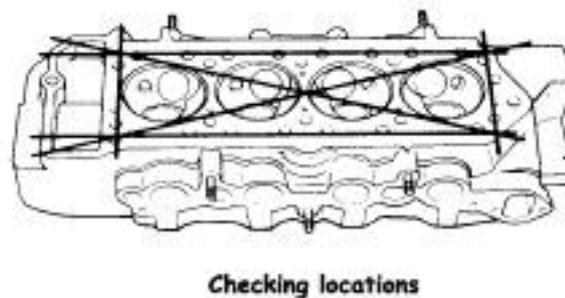
#### **Kerataan Permukaan Cylinder head**

Pemeriksaan distorsi cylinder head adalah hal yang pertama dalam proses perbaikan. Peralatan yang diperlukan untuk memeriksa distorsi permukaan cylinder head meliputi : sekrap gasket, stright edge dan feeler gauge.

Untuk memeriksa distorsi pada cylinder head, adalah dengan menempatkan stright edge pada permukaan cylinder head secara menyilang seperti diperlihatkan Gambar berikut, selanjutnya ukurlah distorsi dengan menyisipkan feeler gauge diantara straight edge dengan permukaan cylinder head.



Gambar 22. Mengukur Distorsi



Gambar 23. Posisi Pemeriksaan

Maksimum distorsi yang diijinkan dapat dilihat pada buku manual bengkel, dan secara umum sebagai pedoman adalah sekitar 0,08 mm untuk 150 mm atau 0,003" untuk 6".

Apabila cylinder head terdistorsi, maka harus diratakan untuk menjamin camshaft berputar dengan bebas. Sebelum membentuk dudukan katup, maka terlebih dahulu pekerjaan meratakan permukaan cylinder head dikerjakan, karena pada saat meratakan permukaan cylinder head dapat terjadi pergeseran keseimbangan penghantar katup dan dudukan katup.

Untuk meratakan permukaan cylinder head dibutuhkan motor yang dapat menjamin kerataan terhadap permukaan blok silinder.

Bilamana memeriksa kerataan permukaan cylinder head tipe OHC, maka keseimbangan/kelurusan tempat camshaft juga harus diperiksa. Pemeriksaan tempat pemasangan camshaft adalah sangat penting sekali, seperti terjadinya distorsi pada permukaan cylinder head sdah melebihi limit spesifikasi kelengkungan, tetapi masih didalam limit servis, maka permukaan cylinder head masih dapat diratakan dengan motor perata, namun apabila tempat pemasangan camshaft tidak dapat lagi diperbaiki, maka cylinder head tidak perlu lagi diratakan tetapi sudah masuk kategori rusak dan tidak dapat diperbaiki lagi.

Setelah cylinder head selesai diratakan dengan menggunakan motor gerinda perata, yakinkan bahwa cylinder head masih dalam spesifikasi untuk menjamin perbandingan kompresi. Setelah selesai penggerindaan permukaan cylinder head, selanjutnya bersihkanlah sisi ruang bakar yang tajam untuk menghindari produksi bara api saat engine dihidupkan dan merusak silinder.

### Pemeriksaan Kerataan

Pemeriksaan kerataan selalu dilakukan dalam pekerjaan perbaikan cylinder head. Secara penglihatan sudah

dilakukan untuk mengetahui keretakan, namun mungkin saja keretakan tidak terlihat oleh mata, tetapi harus menggunakan alat-alat khusus memeriksa keretakan. Ruang bakar adalah bagian yang sering ditemukan keretakan dan keretakan diakibatkan oleh panas yang berlebihan (overheating). Pada operasionalnya temperatur yang terjadi pada ruang bakar adalah sangat tinggi sekali, dan jika kelebihan panas (overheating) dan air dingin maka keretakan akan semakin jelas kelihatan.

Ada empat metoda utama untuk mendeteksi keretakan yaitu : Sinar Ultra Violet, Magnetic Powder dan Spray. Dye penetrant dan pressure testing.

Terdapat dua cara yang paling umum digunakan yaitu :

Magnetic Powder  
Dye Penetrant

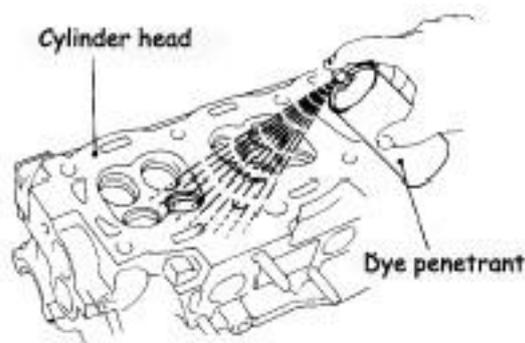
Dye penetrant adalah yang paling populer digunakan karena cocok untuk memeriksa cylinder head yang terbuat dari bahan aluminium maupun besi tuang kelabu.

Mendeteksi keretakan dengan dye penetrant adalah sangat mudah.

Ruang bakar dan saluran terlebih dahulu dibersihkan dengan semprotan cairan no.2 dan cairan ini akan merembas masuk ke bagian-bagian yang retak.

Setelah dibiarkan untuk waktu yang dianjurkan, maka dilanjutkan dengan penetrant no. 3, untuk membantu menghilangkan dye. Pengembang no. 4 pada akhirnya disemprotkan dan jika ada keretakan maka akan dikembangkan dengan dye dan terlihat garis-garis warna merah yang dapat dilihat sebagai pertanda keretakan.

Lihat Gambar 24, yang memperlihatkan system deteksi penetrant.

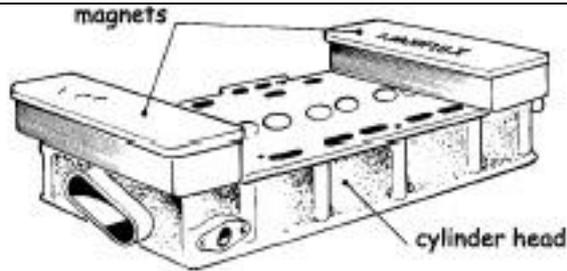


Gambar 24. Dye Penetrant

Sistem pendeteksian keretakan dengan magnetik mempunyai keuntungan dan kerugian. Keuntungan system magnetic dapat digunakan berulang-ulang dibandingkan dye penetrant. Apabila dalam memeriksa keretakan dengan system magnetic, maka elektromagnetik ditempatkan pada sisi ruang bakar, aliran listrik bertegangan rendah digunakan untuk memagnetkan ruang bakar. Selanjutnya bubuk magnetic ditaburkan secukupnya ke ruang bakar. Serbuk ini akan berkumpul pada bagian yang retak sehingga dapat kelihatan.

Kerugian system ini adalah hanya dapat digunakan pada bahan ferro, dan bubuk magnetic tidaklah terlalu handal untuk menentukan keretakan.

Lihat Gambar 25, yang memperlihatkan system deteksi keretakan dengan magnetic.



Gambar 25. Sistem magnetic

Keretakan dapat terlihat secara normal di sekitar dudukan katup buang, diantara dudukan katup masuk dan katup buang dan sekitar lubang busi.

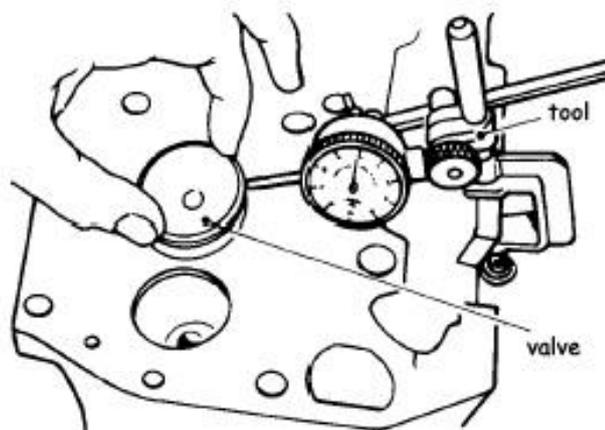
Metoda perbaikan keretakan adalah bervariasi. Cylinder head yang terbuat dari aluminium secara umum pengelasan adalah yang terbaik. Cylinder head yang terbuat dari bahan besi tuang kelabu tidaklah semudah mencetaknya apabila dengan cara pengelasan. Metoda yang banyak dilakukan adalah dengan cara member bagian yang retak dan memberinya penymbat, dengan berhimpitan secara teratur, dan selanjutnya sumbatan-sumbatan tersebut di pean dengan alat pean pneumatic. Setelah selsai dipeaning maka ruang di gerinda untuk membentuk seperti bentuk semula.

### Penghantar Katup

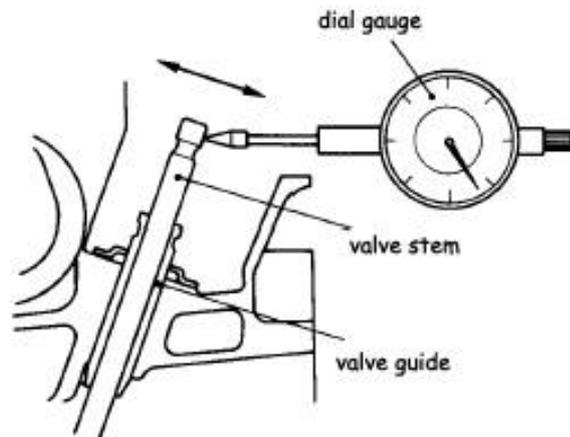
Penghantar katup adalah merupakan hal penting dalam konstruksi cylinder head. Penghantar katup untuk menjamin kerja katup bekerja dengan benar terhadap dudukannya, sehingga tidak terjadi kebocoran antara katup dengan dudukannya.

Ada 2 cara mengukur keausan antara penghantar katup dengan batang katup.

- a. Menempatkan Dial Indikator pada cylinder head dengan mengarahkan jarum pada kepala katup atau ujung batang katup, kemudian gerakkanlah katup dari satu sisi lainnya dan bacalah pergeseran jarum indikator pada skalanya. Metoda ini akan memberi hanya cekag antara penghantar dengan batang katup, tidak dapat diketahui keausannya, lihat Gambar 26 dan 27.
- b. Untuk pengukuran yang lebih tepat adalah dengan menggunakan telescopic gauge dan micrometer.



Gambar 26. DTI pada cylinder head



Gambar 27. DTI pada ujung batang katup

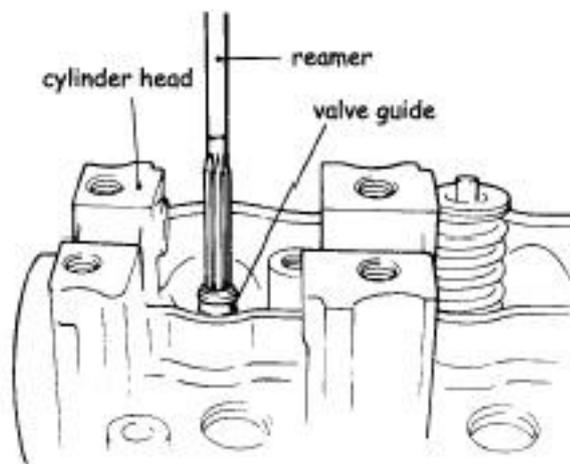
Terdapat dua jenis penghantar katup yang digunakan pada motor bensin yaitu penghantar Integral dan penghantar yang disisipkan dapat dilepas.

Penghantar katup integral atau yang tidak dapat dilepas digunakan pada cylinder head dengan bahan besi tuang kelabu, dimana penghantar secara bersama-sama dicetak menjadi satu kesatuan sebagai bagian dari cylinder head original.

Keuntungan penghantar katup instegral : Penghantar integral secara menyatu di cetak bersama cylinder head, oleh karena itu perpindahan panas dari katup ke air pendingin sangat efisien. Cylinder head yang terbuat dari besi tuang kelabu tingkat keausan penghantar katupnya lebih baik.

Mereklamasi (Rekondisi) penghantar katup integral dapat dilakukan dalam 3 metoda.

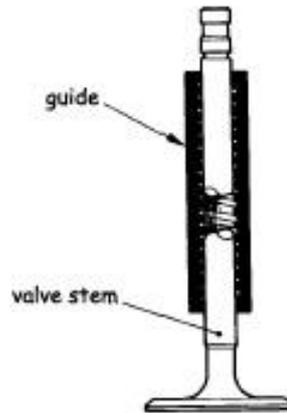
- 1) Diameter dalam penghantar katup di rimer dan menggunakan batang katup yang oversize. Lihat Gambar 28.



Gambar 28. Merimer Penghantar Katup

- 2) Untuk mengembalikan ukuran penghantar katup dapat dilakukan dengan memberi sleeve yang baru, umum sebelumnya penghantar katup terlebih dahulu di rimer, selanjutnya boss yang baru dimasukkan ke dalam penghantar yang telah di rimer, dengan cara menekan dengan tepat,

selanjutnya boss yang baru dirimer dengan 3 tingkatan/tahapan hingga di dapat celah antara batang katup dengan penghantar katup dengan tepat sesuai spesifikasi. (lihat gambar 29)



Gambar 29 Pelumasan pada penghantar katup

Catatan :

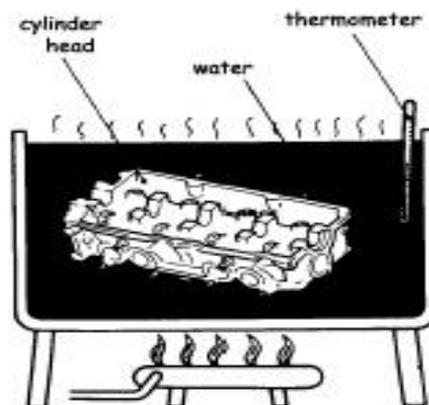
Beberapa pabrik membuat celah antara penghantar katup dengan batang katup lebih kecil untuk katup masuk dibandingkan katup buang, hal ini karena katup buang mempunyai temperatur kerja yang lebih tinggi dibandingkan katup masuk.

#### **Penghantar Katup yang Dapat Dilepas**

Penghantar katup yang dapat dilepas digunakan pada cylinder head yang terbuat dari bahan aluminium, seperti diketahui aluminium adalah bahan yang lunak dan umur pemakaian penghantar katup lebih pendek. Untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menggunakan penghantar katup dari bahan baja.

Sebelum melepas penghantar katup, terlebih dahulu diteliti dari kerusakan seperti coakan terbakar, atau timbunan karbon, karena hal ini dapat merusak lubang saat penghantar katup dilepas.

Cylinder head harus dipanaskan terlebih dahulu hingga kira-kira 90°C. Setelah tercapai temperatur tersebut selanjutnya lepaskanlah penghantar katup dengan cara menekan dengan pendorong khusus lihat Gambar 30 dan 31.



Gambar 30. Memanaskan Cylinder head



Gambar 31. Mendorong penghantar katup

Salah satu cara memasang kembali penghantar katup adalah dengan menyakinkan bahwa lobang penghantar katup sudah benar-benar bersih dan dibersihkan dalam temperatur 90°C, selanjutnya oleskan oli ringan pada penghantar katup, kemudian masukkanlah ke lubangnya pada cylinder head dengan alat pendorong hingga pada posisi yang tepat.

Penghantar katup yang dapat dilepas juga dapat diperbaiki dengan cara kmurling atau menggunakan bushing pelat tipis, namun yang menjadi masalah umum adalah terjadi keretakan.

Celah antara batang katup terhadap penghantarnya yang tidak cukup akan mengakibatkan pelumasan yang kurang, hal ini dapat merusak batang katup.

Celah yang terlalu besar antara batang katup dengan penghantarnya akan menyebabkan oli bocor melewati katup dan masuk ke ruang bakar maka akan mengakibatkan asap, timbunan karbon pada katup, ruang bakar dan kepala piston.

Apabila celah antara penghantar dengan batang katup melebihi toleransi/ spesifikasi maka seal katup tidak dapat mengontrol oli yang mengalirinya.

### **Katup-Katup**

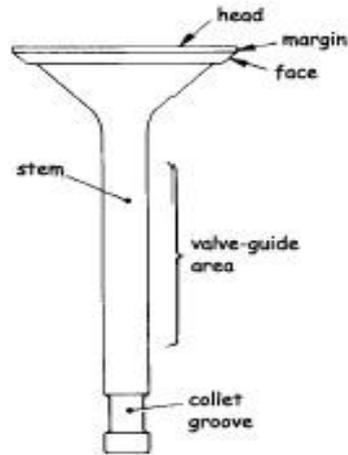
Fungsi katup masuk adalah untuk mengalirkan campuran udara dan bahan bakar masuk ke ruang bakar. Setelah terjadi pembakaran, maka asap dari pembakaran akan keluar dari ruang bakar melalui katup buang.

Katup-katup ini harus dapat sebagai penutup agar tidak terjadi kebocoran gas pada saat langkah kompresi dan langkah usaha. Secara umum engine 4 langkah mempunyai 2 katup untuk setiap silinder, namun perkembangannya ada juga beberapa engine yang mempunyai 4 atau 5 katup untuk setiap silinder, misalnya, Honda, Toyota dan Nissan umumnya ada yang mempunyai 4 katup untuk setiap silinder, Audi menggunakan 5 katup untuk setiap silinder.

#### **Bahan Katup**

Katup Poppet

Gambar 32 memperlihatkan tipe katup poppet. Poppet katup mempunyai dua bagian yaitu kepala dan batang.



Gambar 32. Tipe katup pipet

### Katup Masuk

Katup masuk kebanyakan terbuat dari paduan nickel. Bahan ini digunakan agar katup dapat menghantarkan panas dengan nilai pemuaian yang rendah, tahan terhadap keausan dan baik terhadap benturan.

Bahan untuk katup masuk di buat berbeda dari katup buang sebab katup buang lebih tertera dengan panas yang lebih besar.

Diameter katup masuk dapat berbeda dari diameter katup buang.

### Katup Buang

Katup buang kebanyakan terbuat dari bahan paduan Chrome silicon (8%, chromium dan 3% silicon). Kualitas katup yang tinggi juga harus dipenuhi. Katup-katup ini terbuat dari baja yang mengndung silicon dan nickel tambah chromium yang mencapai di atas 20%. Katup ini dapat diidentifikasi dengan magnit, dimana katup ini tidak aktif terhadap magnit.

### Katup Yang Di isi Dengan Sodium

Katup sodium digunakan beberapa perusahaan untuk meningkatkan menghilangkannya panas dari kepala katup. Batang katup di buat berlobang dan bagian ini diisi dengan sodium. Saat cylinder head menerima panas yang meningkat maka panas akan dialirkan ke batang katup. Panas dialirkan ke sodium yang meleleh kira-kira 90°C dan secara mendatar akan menyebarkan panas pada bagian yang lebih luas pada batang katup, selanjutnya panas mengalir ke penghantar katup untuk diserap oleh air pendingin.

Katup yang diisi dengan sodium dapat diidentifikasi dari ukuran batang katupnya. Batang katup sodium akan lebih lebar dari katup konvensional. Sodium secara substansi mudah menguap/berubah-ubah, mskms harus dijaga untuk terhindar dari kecelakaan/kerusakan, contoh : Tidak boleh membersihkan katup sodium dengan sikat kausat, Menghindari jatuh atau kenaikan temperatur secara mendadak.

Permukaan kepala katup dibentuk dengan sudut 44-46 derajat atau 29-31 derajat. Apabila permukaan katup berhubungan dengan dudukan katup maka akan tersekat tanpa kebocoran dari tekanan pembakaran. Bagian luar dari permukaan katup adalah margin, dan untuk menentukan pemakaian katup adalah juga ditentukan besarnya margin.

Spesifikasi margin tidak kurang dari 1,5 mm ini adalah spesifikasi secara umum digunakan pada Industri Otomotif. Apabila sisi margin sudah terlalu tipis/tajam maka dengan mendapatkan tekanan dan temperatur dapat berakibat kerusakan katup.

Kepala katup dapat berbentuk datar ataupun cekung, namun tidaklah umum ditemukan Kepala Katup buang berbentuk cekung.

Batang katup dan kepala katup harus dalam konsetris terhadap dudukan katup agar tidak terjadi kebocoran, dan tidak menimbulkan suara yang berisik.

Sebelum melakukan perbaikan pada katup, maka terlebih dahulu katup dibersihkan dan dinilai. Katup tidak dapat lagi dipakai apabila :

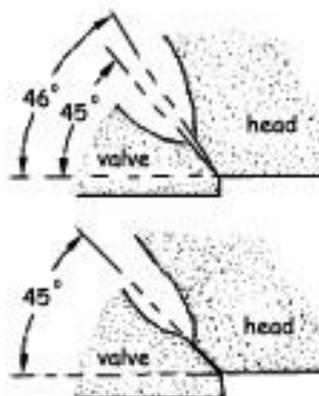
- a. Keausan batang katup sudah melebihi spesifikasi pabrik
- b. Ketebalan margin sudah melebihi spesifikasi pabrik
- c. Keausan pada alur pengunci atau keujung batang katup yang rusak
- d. Permukaan katup yang terbakar atau retak
- e. Batang katup bengkok
- f. Katup korosi ataupun erosi
- g. Panjang katup tidak sesuai

### Katup dan Sudut Dudukan

Terdapat 2 sudut yang digunakan yaitu 30 dan 45 derajat. Sudut 30 derajat kebanyakan digunakan Negara England dan Eropah, sementara sudut 45 derajat kebanyakan digunakan Negara Amerika dan Jepang.

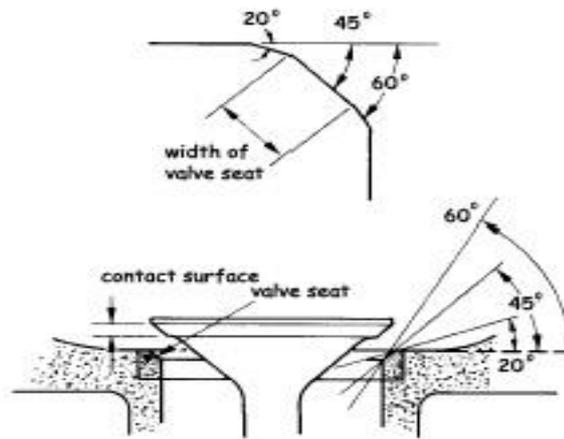
Beberapa perusahaan mengatakan sudut 45 derajat sangat baik untuk mencegah kebocoran dan ujung lainnya mengatakan sudut 30 derajat sangat baik untuk efisiensi volumetric. Perpaduan sudut 30 derajat bentuk katup masuk dan sudut 45 derajat untuk katup buang juga digunakan beberapa pabrik.

Industri otomotif saat ini, sedang berkembang mendesain Interferen sudut dudukan katup. Sudut permukaan katup dibuat 0,5-1 derajat lebih kecil dari sudut dudukan katup. Lihat Gambar 33, keuntungan dari Interferen sudut katup adalah dudukan katup akan kontak pada bagian tertentu pada saat engine dingin, tetapi akan kontak secara keseluruhan apabila engine sudah beroperasi pada Temperatur Kerja. Hal ini diakibatkan dari massa logam kepala katup dan batang katup, saat temperatur katup naik, maka kepala katup secara perlahan menjadi mendatar.



Gambar 33. Sudut Dudukan dan Permukaan Katup

Lihat Gambar 34 yang memperlihatkan tipe katup dan susunan dudukan dan identifikasi beberapa sudut katup.



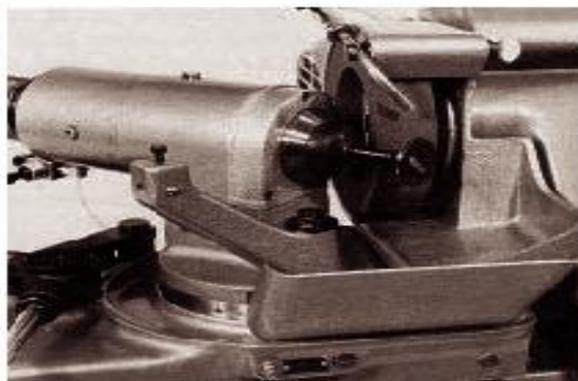
Gambar 34. Tipe dan Sudut Katup

### Menggerinda Katup

Katup digerinda dengan motor gerinda khusus. Motor gerinda khusus untuk katup dapat anda lihat pada Gambar 35 dan 36, yang dapat diandalkan akurasinya dalam membentuk sudut katup sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 35. Motor Gerinda Katup



Gambar 36. Membentuk Sudut Katup

Motor gerinda katup memiliki kepala putar yang dapat disetel pada sudut yang dikehendaki, pada kepala putar juga dapat dicengram batang katup untuk ikut berputar berlawanan dengan roda gerinda.

Sebelum mengerinda permukaan katup, maka terlebih dahulu melakukan pemeriksaan motor gerinda terhadap :

- a. Kebebasan pengontrol operasi
- b. Batu gerinda telah di bentuk
- c. Kepala putar sudah ditempatkan pada sudut yang diinginkan
- d. Tip katup sudah kondisi baik untuk menjamin pemegangan pada kepala putar
- e. Pemberian pendingin selama menggerinda sudah dipersiapkan

Permukaan katup dibentuk setelah seluruh kotoran dipermukaan sudah dibersihkan : dan setelah permukaan katup selesai dibentuk maka margin katup harus diukur kembali, apabila setelah selesai pembentukan permukaan katup ternyata tebal margin sudah diluar spesifikasi pabrik, maka katup harus diganti.

### **Dudukan Katup**

Dudukan katup mempunyai 2 tujuan yaitu :

- 1) Menutup ruang silinder agar tidak terjadi kebocoran gas, saat katup masuk dan katup buang menutup.
- 2) Sebagai perantara penyaluran panas dari permukaan katup ke system pendinginan.

Hal ini menyebabkan lebar dudukan katup menjadi suatu yang penting dan bersinggungan secara penuh dengan katup, dan kira-kira 75% panas katup terserap oleh dudukan katup yang selanjutnya di alirkan ke system pendinginan.

### **Tipe dan Bahan Dudukan Katup**

Terdapat 2 tip dudukan katup :

#### **Dudukan katup Integral**

Dudukan katup Integral di mana dudukan katup di cetak bersama-sama dengan cylinder head. Pada bagian dudukan katup normalnya diperkeras dengan proses treatment panas atau pengerasan induksi, seperti di ketahui bahwa cetakan besi tuang kelabu pada formula standar tidaklah cukup tahan pada pemakaian yang lebih lama.

Dudukan katup Integral mempunyai kemampuan menghantar panas dengan baik, sehingga umur pemakaian atau jangka waktu servis katup menjadi lebih meningkat.

Setelah dudukan katup integral rusak dan tidak mungkin lagi di reparasi, maka dudukan katup sisipan dapat digunakan dalam perbaikannya pada cylinder head.

#### **Dudukan Katup Sisipan**

Dudukan katup sisipan umumnya terbuat dari baja atau stellite yang diperkeras. Cylinder head yang terbuat dari bahan aluminium tidak cukup kuat menerima kerja tumbukan katup.

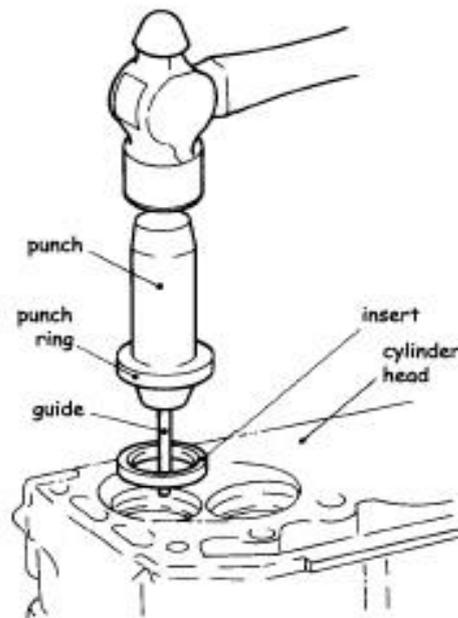
Dudukan katup sisipan juga mengikuti perusahaan untuk menggunakan dudukan katup sisipan yang terbuat dari bahan lainnya untuk menyesuaikan kepala operasional engine misalnya : Bahan Bakar LPG dan Bahan bakar tanpa timbel.

Satu kerugian dudukan katup sisipan adalah kemampuan menghantarkan panas, hal ini seperti dudukan katup yang disisipkan terhadap cylinder head dengan adanya Interferen maka penyaluran panasnya tidaklah sebrik dudukan katup Integral.

Melepas dudukan katup sisipan dapat dilakukan dengan satu atau dua cara yaitu : Pertama menempatkan cylinder head pada alat pemotong dudukan katup contohnya : Serdi dan motor pelepas dudukan katup dari kepela silinder. Kedua memberi panas disekeliling dudukan katup yang menyebabkan terjadi penyusutan dudukan sisipan sehingga dapat dilepas.

Walaupun dudukan katup sisipan terpasang pada cylinder head dengan Interferen, namun teknik pemasangan untuk cylinder head dengan bahan aluminium dan besi tuang kelabu adalah berbeda.

Apabila akan memasang dudukan katup sisipan cylinder head yang terbuat dari aluminium, maka cylinder head harus dipanaskan antara 200°C-300°C saat dudukan sisipan dipasang dan didinginkan selama 20 menit – 30 menit. Apabila cylinder head dalam kondisi panas dan dudukan katup sisipan dalam kondisi dingin, maka pekerjaan harus dilakukan dengan cepat dan kemudian biarkan sampai dingin secara alami.



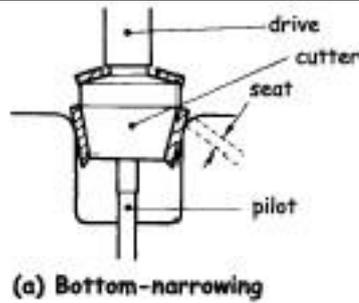
Gambar 37. Memasang dudukan katup

Memasang dudukan katup sisipan perlu cylinder head yang terbuat dari baha besi tuang kelabu, maka dudukan katup sisipan dalam kondisi dingin, dan sangat penting tidak boleh memberi pelumas pada dudukan sebelum dipasang karena pelumas akan menghambat penyaluran panas dari dudukan ke system pendingin.

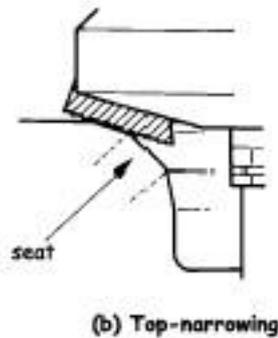
### Memotong Dudukan Katup

Apabila memotong dudukan katup, maka potonglah dudukan dengan motor potong hingga tidak terdapat coakan atau alur. Setelah dudukan dipotong berilah tanda biru pada permukaan katup dan tempatkanlah katup pada penghantarnya hingga permukaan katup dan tempatkanlah katup pada penghantarnya hingga permukaan katup berhubungan dengan dudukan. Selanjutnya secara hati-hati lepaskanlah katup dan perhailkan/pelajari kondisi kontak antara permukaan katup dengan dudukan katup. Setelah hubungan katup diperiksa, posisi dudukan pada katup dapat distel dengan throating atau crowing dudukan katup.

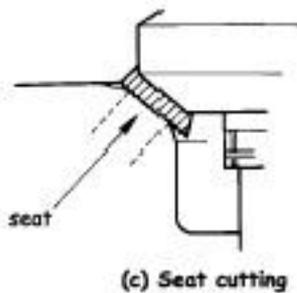
Pada umumnya dudukan katup digerinda dengan 3 sudut. Dudukan 45 derajat biasanya crowned (bagian atas dudukan katup diturunkan) ke 30 derajat dan biasanya throated (Bagian bawah dudukan katup dinaikkan) ke 70 derajat.



Gambar 38 Bagian bawah



Gambar 39. Bagian atas



Gambar 40. Memotong Dudukan

Apabila menentukan posisi dudukan, maka lebar dari dudukan katup harus menjadi perhatian. Sesuaikan dengan spesifikasi manual bengkel, atau jika tidak ada maka secara umum yang diijinkan adalah 1.5 mm.

Lebar dudukan adalah ketentuan yang sangat penting, apabila dudukan terlalu kecil, dapat mengakibatkan permukaan katup berlebihan panas (overheat), dimana kontak terhadap dudukannya sudah menjadi berkurang. Katup yang panasnya berlebihan akan menyebabkan katup lebih cepat rusak.

Lebar dudukan katup yang terlalu lebar dapat menyebabkan penimbunan karbon atau kotoran diantara katup dan dudukannya. Hal ini akan mengurangi penyaluran panas dari kepala katup ke dudukan yang dapat merusak katup.

Posisi dudukan sangat penting, jika dudukan terlalu dekat ke margin katup, maka bagian luar katup dapat berlebihan panas (overheat) dan menyebabkan katup rusak. Kontak dudukan secara umum di tengah sepertiga

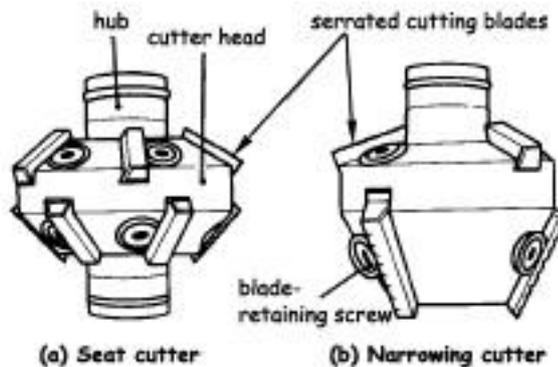
kebar memotong/membentuk dudukan katup harus menggunakan peralatan khusus.

Pada pekerjaan reklamasi engine menggunakan alat seperti serdi atau peralatan besar lainnya. Walaupun secara umum kebanyakan bengkel menggunakan peralatan kecil, lebih sederhana dan tepat.

Ada 2 sistem yang umum digunakan yaitu Neway cutters atau synchro seating kit.

Neway cutters terdiri dari kepala dalam beberapa seri dengan pemotong di tempatkan pada slot dan dipegang sekrup. Pemotong ini dapat disesuaikan pada ukuran dudukan katup yang berbeda-beda. Kepala alat ini dibuat dalam tiga sudut dan empat atau lima ukuran.

Pada dasarnya alat disesiakan dalam beberapa ukuran dan di lengkapi dengan handle "T" untuk memutar alat. Lihat Gambar 41.



Gambar 41. Pemotong dudukan

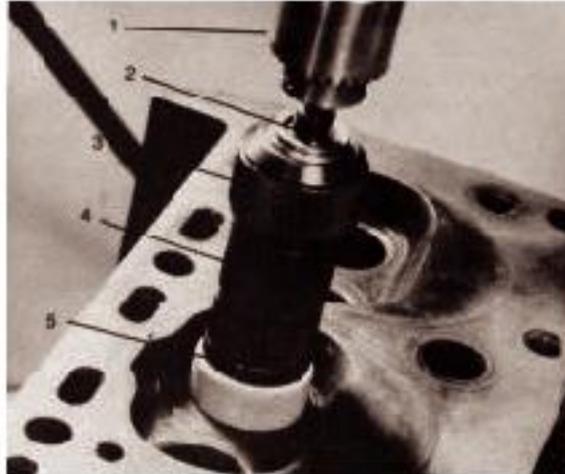
Apabila memotong dudukan katup adalah sangat penting memilih batang pelurus yang tepat, untuk menyakinkan antara penghantar dan dudukan katup pada posisi yang tepat.

#### Metoda

- Memiliki batang pelurus secara hati-hati, bersihkan penghantar dan masukan batang pelurus
- Tempatkan pemotong pada batang pelurus
- Memberikan tekanan ringan ke pemotong dan memutarnya searah jarum jam
- Setelah dudukan selesai dibersihkan, periksalah posisi dudukan pada katup.
- Crown dan Throat dudukan untuk mendapatkan posisi dudukan yang dipersiapkan
- Memotong sudut dudukan secara perlahan dan periksalah posisi dudukan dan kontaknya
- Setelah semua selesai dikerjakan dengan tepat, maka bersihkanlah cylinder head dan lakukan pengujian kebocoran

#### Synchro Seating

Apabila menggunakan Synchro Seating kit, metoda penggunaannya sama dengan metoda yang digunakan di atas. Perbedaan prakteknya adalah memotong dudukan dengan batu gerinda bukan dengan pisau baja. Lihat Gambar 42.



Gambar 42. Synchro seating

Dengan menggunakan pemotong ujung berlian maka sudut batu gerinda pembentuk dudukan dapat di buat, dan juga agar permukaan batu gerinda selalu dalam kondidi baik. Ujung berlian pemotong dapat digeser-geser sesuai keinginan dan ukuran batu gerinda selalu lebih besar dari ukuran yang diinginkan.

### **Pegas Katup**

#### **Pengajuan**

Pegas katup digunakan menutup katup. Pegas katup juga menjaga kestabilan kerja katup dan membuat lifter selalu kontak secara tepat dengan camshaft.

Pegas katup adalah tipe pegas helik di mana kadang-kadang dipasang bersama-sama pegas lainnya (pegas rangkap dua). Pegas rangkap dua digunakan untuk menghindari penggunaan pegas yang besar dan mengakibatkan kerusakan.

Beberapa pegas katup mempunyai lingkaran lilitan lebih rapat pada salah satu ujungnya. Pegas ini dibuat untuk mengurangi sentakan sehingga pegas dapat bekerja dengan potensial penuh. Pemasangan pegas ini adalah bagian lingkaran lilitan yang lebih rapat pada bagian cylinder head (dibagian bawah).

#### **Pengujian**

Pegas katup perlu diuji apakah masih beroperasi dengan baik. Tegangan pegas adalah pemeriksaan yang penting di mana di butuhkan pada cylinder head yang direklamasi (Re conditioning).

Pada sebagian besar motor balap, pegas katupnya selalu diperiksa pada engine balap setelah selesai balap atau selama kegiatan balap.

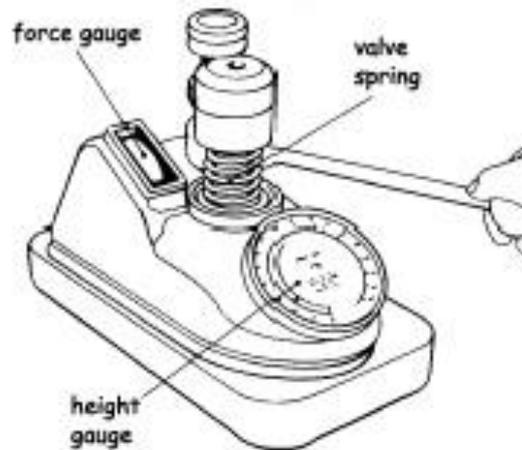
Apabila pegas katup sudah lemah dibandingkan ke spesifikasi dapat menghasilkan sentakan katup atau katup menjadi rusak. Apabila pegas katup terlalu kuat akan merusak camshaft.

Pengujian pegas katup meliputi :

- a) panjang bebas
- b) Tekanan kerja
- c) Kesikuan

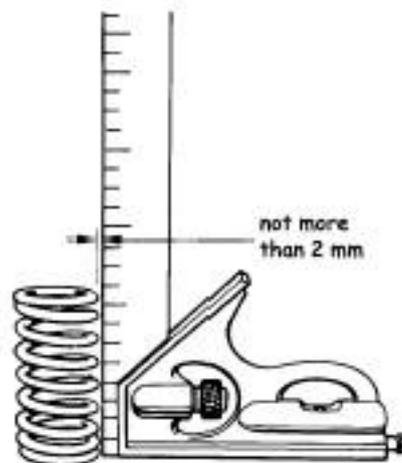
Spesifikasi dapat ditentukan pada buku manual pabrik. Baca dengan teliti buku manual dimana beberapa pabrik memberi dua spesifikasi beban kerja pegas katup. Tinggi pegas terpasang atau tinggi pegas terendah.

- a) Bilamana memeriksa tinggi bebas pegas katup adalah menggunakan jangka sorong. Catat tinggi bebas seluruh pegas katup dan perbandingan dengan spesifikasi pada buku manual pabrik untuk menentukan Servis
- b) Untuk mengukur tekanan kerja pegas katup adalah dengan menggunakan valve spring tester. Tekanan pegas dapat di periksa dengan memberi tekanan pada alat valve spring tester (Gambar 43).



Gambar 43. Mengukur tekanan pegas katup

- c) Kesikuan pegas katup juga harus diperiksa. Untuk mengukur kesikuan pegas katup ditempatkan di atas meja perata, dan alat siku di tempatkan sekitar sisi pegas katup. Ketidak siku di tempatkan sekitar sisi pegas katup. Ketidak siku pegas katup tidak boleh melebihi 2 mm. Lihat Gambar 44.



Gambar 44. Mengukur kesikuan pegas katup

Apabila pegas katup sudah rusak sesuai pemeriksaan di atas maka pegas katup harus diganti (beberapa pegas katup ada yang ditambah Sim untuk mendapatkan tekanan yang diinginkan).

### **Memasang Kembali Cylinder Head**

Setelah selesai diperiksa, direklamasi atau melepas komponen cylinder head, selanjutnya anda hanya tinggal memasang kembali.

Sebelum memasang cylinder head, terdapat hanya dia pengukuran yang diperlukan, tinggi katup terpasang dan tinggi tempat pegas katup terpasang.

Ketinggian batang katup terpasang adalah pengukuran yang penting, sehubungan dengan dampak kerja rocker arm.

Untuk mengukur tinggi terpasang dapat menggunakan jangka sorong atau micrometer kedalaman. Sesuaikan dengan spesifikasi pada buku manual bengkel.

Tinggi tempat pegas terpasang di ukur dengan jangka sorong. Untuk mengukur hal ini, pasang katup pada dudukan dan penghantarnya. Pasang retainer dan collet katup tumpu pegas terpasang, ukurlah jarak antara dudukan pegas pada cylinder head hingga pada dasar retainer. Perbandingkan hasil ukuran dengan spesifikasi pada buku manual bengkel.

Apabila tinggi tempat terpasangnya pegas terlalu besar, maka dapat ditambah Sim untuk mendapatkan ketinggian yang tepat.

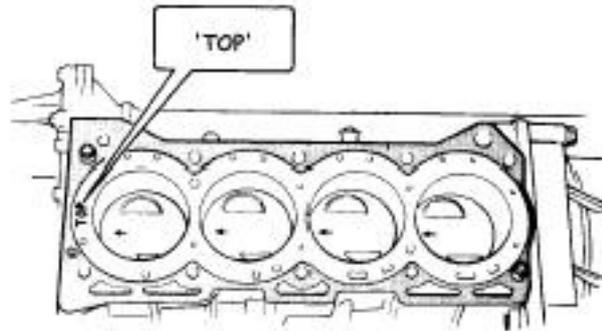
Setelah selesai pemeriksaan ketinggian seperti di uraikan di atas, maka cylinder head telah siap untuk dipasang. Langkah pemasangan kembali cylinder head pada umumnya adalah kebalikan dari langkah melepas.

Mengikuti prosedur/ketentuan spesifik yang terdapat pada buku manual bengkel.  
Langkah-langkah yang perlu diingat.

- 1) Cylinder head membutuhkan pembersihan. Setelah cylinder head selesai direklamasi, maka serbuk-serbuk besi atau kotoran lainnya sulit di lihat pada bidang-bidang tersebut. Kotoran-kotoran ini dapat merusak kerja komponen
- 2) Memberi pelumasan pada semua komponen selama melakukan pemasangan kembali
- 3) Memakai oli seal katup yang baru
- 4) Setelah komponen cylinder head selesai dipasang kembali, maka pukullah secara perlahan dengan palu lunak, bagian atas pegas katup untuk menyakinkan bahwa katup dan kelengkapannya telah terpasang dengan benar
- 5) Menguji kebocoran katup

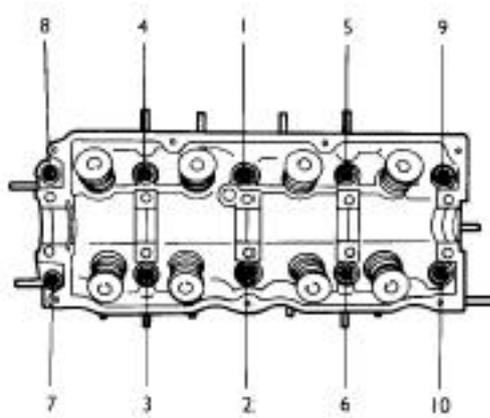
### **Memasang Cylinder Head**

- 1) Sebelum memasang cylinder head, terlebih dahulu yakinkan permukaan blok silinder sudah bersih dan bekas gasket. Lubang tempat pemasangan baut cylinder head juga harus bersih dari kotoran ataupun cairan dan kepala piston juga dalam kondisi bersih.
- 2) Untuk engine tipe OHC, piston no. 1 harus dalam posisi Titik Mati Atas (TMA) untuk menghindari kerusakan katup
- 3) Apabila memasang cylinder head, maka selalu menggunakan gasket baru. Perhatikan bahwa gasket terpasang dengan benar. Lihat Gambar 45.



Gambar 45. Memasang gasket

- 4) Dengan hati-hati tempatkanlah cylinder head di atas gasket yang telah ditempatkan di atas permukaan blok silinder
- 5) Lumasi dan pasanglah camshaft. Tepatkan tanda timing, pasang roda gigi dan kencangkanlah baut cylinder head sesuai dengan spesifikasi pabrik. Mulailah pengencangan baut cylinder head dari bagian tengah dengan cara melingkar kearah luar. Lihat Gambar 46.



Gambar 46. Formasi pengencangan baut cylinder head

- 6) Pasang sabuk/rantai timing dan pemegangnya
- 7) Menyetel katup-katup
- 8) Memasang kembali tutup rocker arms
- 9) Memasang manifold, sistem bahan bakar, kelistirikan dan komponen system pendinginan

Setelah selesai pemasangan cylinder head dan kelengkapan lainnya maka isilah system pendinginan dengan air pendingin. Mengisi oli pelumas engine dan hidupkan engine.  
(Periksa kebebasan kipas dan suara-suara lain sebelum menghidupkan engine).

Hidupkan engine hingga mencapai temperatur kerja. Memonitor engine dengan baik untuk meyakinkan thermostat bekerja dengan benar.

Memeriksa tekanan oli pelumas engine dan kebocoran air pada system pendinginan.

Matikan engine hingga kondisi dingin dan periksa kembali kekerasan baut cylinder head apabila diperlukan.

Periksa klem-klem slang dan kencangkan kembali baut pengikat manifold.

Hidupkan kembali engine dan setelah panas, lakukan penyetelan kembali celah katup.



**KONSENTRASI OTOMOTIF  
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK MOTOR  
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

BAHAN AJAR 08	Motor Bensin	TANGGAL :
KOMPETENSI	Pembongkaran Engine	HARI :
SUB KOMPETENSI	Pelaksanaan Pembongkaran Engine	DOSEN : WOWO SK SRIYONO ADAM MR

**MATERI**

**Prosedur Pembongkaran Engine**

**Pembongkaran Engine**

Melepas komponen-komponen motor adalah disebabkan banyak factor. Kurang tenaga, asap terbal dari knalpot, panas yang berlebihan, oli bocor dan suara yang abnormal saat operasi motor hal-hal ini merupakan kebanyakan alasan untuk melakukan overhaul/repairasi motor. Tingkat waktu yang membuat komponen-komponen motor dilepas adalah tergantung dari keluhan dan waktu operasi motor atau lama pemakaian motor itu sendiri.

Kadang-kadang keluhan dapat diatasi tanpa melepas keseluruhan komponen, tetapi hanya melepas komponen tertentu saja atau kelengkapan yang terpasang pada motor. Hal ini bias saja bahan bakar, pendinginan, pelumasan, kelistrikan, sistim pembuangan yang mungkin saja merupakan sumber dari gangguan motor.

Gangguan lain dapat saja hanya diperlukan melepas kepala silinder atau panci oli, yang mana gangguan tersebut dapat diatasi tanpa harus melepas motor dari kendaraan. Prosedur ini dapat dikatakan semi overhaul/repairasi, tetapi untuk pekerjaan overhaul/repairasi total maka motor harus dilepas dari kendaraan.

Untuk mencegah pelaksanaan pekerjaan yang tidak perlu maka sangatlah penting dilakukan diagnosa dan pemeriksaan agar diketahui tingkat gangguan yang terjadi

Pada motor yang akan diperbaiki. Mengetahui tentang gangguan yang sebenarnya juga akan membantu dalam biaya dan ketepatan perbaikannya sehingga tidak memalukan karena gangguan masih tetap ada dan membuat pekerjaan berulang. Hal ini dapat dihindarkan dengan mengikuti prosedur pemecahan masalah yang tepat.

**Buku Pedoman Reparasi**

Seharusnya didalam pekerjaan overhaul/repairasi motor , hal-hal yang penting diketahui dan diikuti diantaranya ketepatan toleransi, prosedur dan metoda. Pada buku teks merupakan sumber yang dibuat secara umum. Untuk informasi yang lebih spesifik maka dibutuhkan buku pedoman reparasi sesuai dengan motor yang sedang anda kerjakan.

Pengetahuan umum mengenai konstruksi dan cara kerja motor dan kelengkapannya juga apesifik servis dan prosedur reparasi pada motor yang akan anda kerjakan adalah merupakan sesuatu yang akan membuat anda sukses didalam pekerjaan tersebut.

Sebelum dikatakan sebelumnya, bahwa buku pedoman reparasi diperlukan untuk mengetahui toleransi yang

tepat, penyetelan dan prosedur overhaul/reparsi pada motor yang akan anda kerjakan. Buku pedoman reparasi tidak semua mengemukakan dalam hal yang sama, maupun selalu menyediakan semua informasi yang dibutuhkan. Anda mungkin tidak dapat menemukan semua spesifikasi pada satu bagian atau tidak ditulis secara keseluruhan.

Buku pedoman reparasi yang lain dapat memuat banyak dengan model yang berbeda-beda oleh karena itu ketelitian anda akan membantu menemukan spesifikasi dan prosedur pada motor yang anda kerjakan. Hal ini dapat dicapai dengan melihat model atau nomor motor yang anda kerjakan, dan sesuaikan dengan buku pedoman reparasi yang tersedia.

### **Membersihkan**

Pembersihan komponen motor adalah sangat perlu untuk lebih meyakinkan adanya gangguan pada komponen saat dilakukan pemeriksaan. Hal ini juga akan menghindarkan kotoran yang dapat membuat keausan pada komponen bilamana telah dipasang kembali.

Cara membersihkan komponen motor ada dengan tangan, semprotan dengan udara tekan, merendam dengan air dingin, Tangki air panas dan mekanik. Biasanya kombinasi dari cara membersihkan ini selalu digunakan, dan masing-masing cara memiliki keuntungan dan kerugian.

Jangan membersihkan komponen apapun hingga anda memeriksakannya pada Guru/pembimbing.

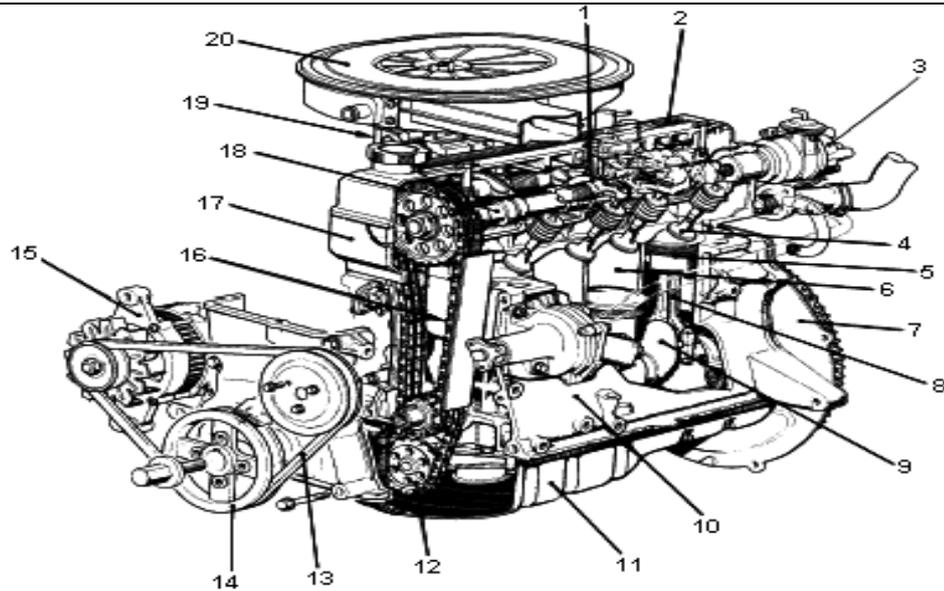
### **Komponen-Komponen Motor**

Identifikasi yang cepat dan tepat terhadap bagian yang akan dipasang dan juga terhadap komponen – komponen motor akan sangat membantu untuk informasi bagi penyedia komponen, pemilik dan petugas dari industri.

Istilah industri dapat sedikit berbeda antara pabrik-pabrik atau apa yang biasa digunakan didalam lingkungan hidup tempat kerja.

Gambar berikut akan memperlihatkan bagian yang akan dipasang dan komponen-komponen motor. Pelajarilah gambar tersebut dan berilah catatan khusus tentang nama komponen dan lokasi pemasangan. Lokasi pemasangan komponen akan sangat tergantung dari dari desain motor itu sendiri (misalnya motor 4 langkah model bubungan dikepala (OHC) atau motor 4 langkah katup dikepala (OHV) ).

Gambar 1 adalah motor 4 silinder, 4 langkah, model bubungan dikepala (OHC).



**Gambar 1. Motor dengan komponen-komponen**

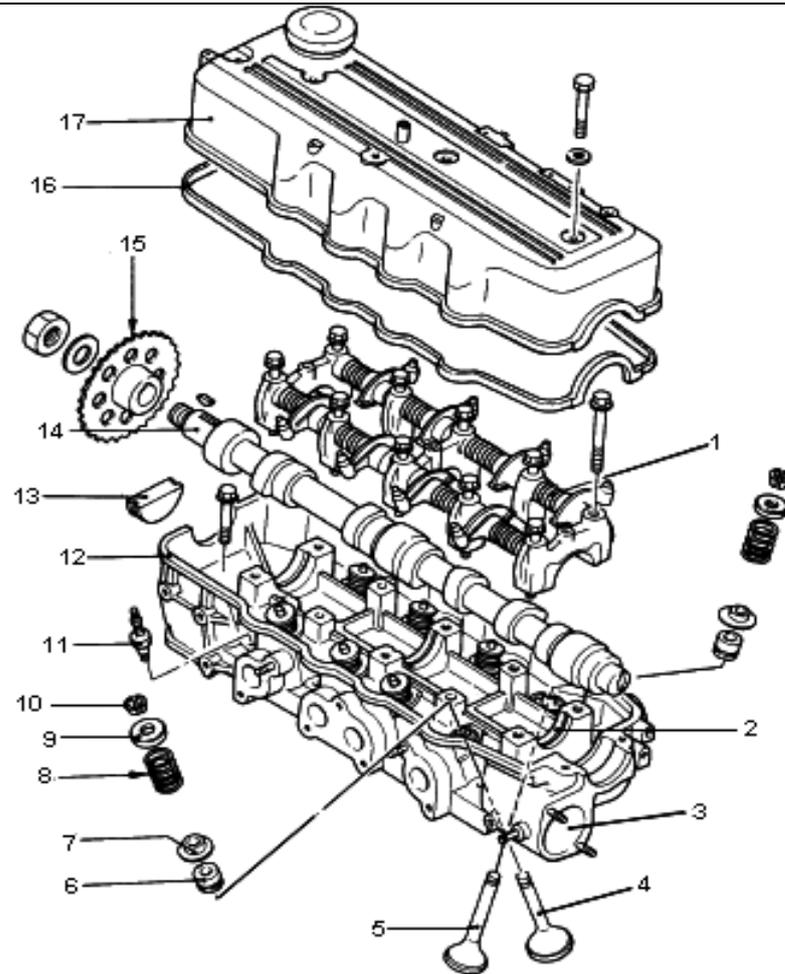
- |   |                              |
|---|------------------------------|
| 1. Lengan penekan   | 11. Panci oli                |
| 2. Tutup katup/tutup tappet/tutup penekan/tutup kepala silinder | 12. Gigi penggerak pompa oli |
| 3. Distributor  | 13. Sabuk pemutar            |
| 4. Katup buang  | 14. Puly poros engkol        |
| 5. Torak  | 15. Alternator/generator     |
| 6. Silinder   | 16. Rantai timing            |
| 7. Roda penerus   | 17. Kepala silinder          |
| 8. Batang torak   | 18. Poros bubungan/bubungan  |
| 9. Poros engkol   | 19. Karburator               |
| 10. Blok silinder   | 20. Saringan udara           |

### **Membongkar Motor.**

Sebelum memulai membongkar komponen motor adalah sangat baik apabila anda melakukan pemeriksaan secara penglihatan kemungkinan ada kerusakan pada bagian luar motor. Apabila pada hal itu tidak terlihat dengan jelas adanya kerusakan gangguan lain seperti kebocoran oli, air pendingin, atau gas bekas dapat diamati dan menjadi catatan dan merupakan bagian analisis gangguan pada motor.

Kondisi dari oli pelumas dan air pendingin juga sangat penting untuk dianalisis yang menjadi bagian dari motor itu sendiri . oli pelumas dan air pendingin dapat diuji dengan alat uji yang sesuai atau mengirim contoh dari oli maupun air pendingin tersebut ke laboratorium untuk mendapat hasil yang lebih teliti.

Motor dibuat dalam bermacam-macam model dan desain. Oleh sebab itu sangatlah tidak mungkin untuk menulis prosedur yang tepat untuk semua motor tersebut. Membongkar komponen motor jenis katup dikepala (OHV) dapat saja berbeda dengan motor jenis poros bubungan dikepala (OHC), sebab poros bubungannya merupakan bagian dari kepala silinder dan terletak diatas katup, sementara untuk jenis katup dikepala (OHV) poros bubungannya merupakan bagian dari blok silinder dan terletak pada bagian bawah katup. Gambar 2 adalah kepala silinder dengan kelengkapannya untuk jenis motor 4 langkah, 4 silinder jenis motor poros bubungan dikepala (OHC).



**Gambar 2. Kepala silinder**

1. Lengan penekan dengan kelengkapannya
2. Bantalan poros bubungan
3. Saluran keluar air pendingin
4. Katup masuk
5. Katup buang
6. Sil batang katup
7. Dudukan katup
8. Pegas katup
9. Dudukan pegas katup
10. Baji katup
11. Busi
12. Kepala silinder
13. Sil
14. Poros bubungan
15. Sproket penggerak poros bubungan
16. Paking
17. Tutup katup/tutup tappet/tutuplengan penekan/Tutup kepala silinder

Faktor-faktor lain yang mempengaruhi prosedur melepas komponen motor adalah bentuk dari blok silinder, jumlah silinder dan kelengkapan-kelengkapan yang dipasangkan pada motor tersebut. Untuk hal ini buku pedoman atau petunjuk reparasi harus digunakan.

Motor otomotif modern saat ini semakin ruwet karena banyak hal seperti pipa-pipa, tabung, selang, kabel, sensor, katup dan kelengkapan lainnya yang telah berkembang. Hal ini menuntut suatu praktek yang baik, dimana sambyngan-sanbyngan membutuhkan pemberian label ataupun tanda untuk komponen yang akan dilepas. Menempatkan posisi torak/motor pada titik mati atas (TMA) dan mengamati akan menjadi suatu

referensi yang baik didalam memasang kembali komponen motor tersebut. Pada saat melepas komponen-komponen seperti, batang pendorong, tappet/lifter, tutup bantalan, mur dan baur, bantalan dan busing harus ditempatkan pada tempat yang benar dan tidak boleh saling tertukar agar pada saat pemasangan tidak salah. Hal ini akan menjamin pelaksanaan pemasangan kembali akan lebih mudah karena setiap komponen mempunyai karakter yang berbeda juga tingkat keausannya, oleh sebab itu penyetelan akan sesuai dengan tingkat keausan tersebut.

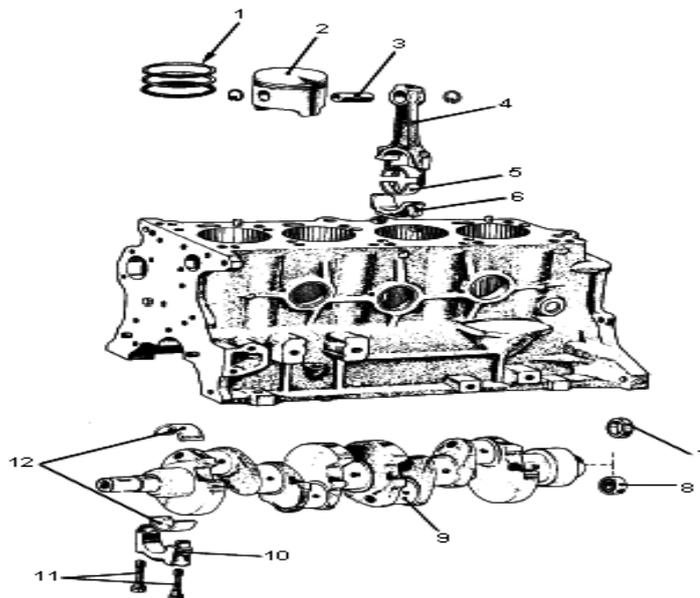
Bilamana prosedur melepas komponen pada motor ditemukan perbedaan karena pembuatan maupun modelnya maka amatilah serta pelajari secara cermat komponen-komponen yang akan dilepas dan juga selama proses membersihkan adakanlah penilaian kondisi dari komponen tersebut. Tentukanlah apa masalahnya dan pilihlah cara yang tepat untuk megooverhoul/reparasi.

### Blok Silinder

Blok silinder didesain dalam bentuk satu baris ataupun bentuk – V. Komponen ini adalah yang terbesar pada motor dan dibuat kuat agar tahan terhadap tekanan, getaran dan panas yang diproduksi dari operasi motor.

Salah satu bentuk konstruksi blok silinder adalah menyatu (integral), dimana silinder dibuat menjadi satu dengan ruang engkol, atau gabungan, dimana silinder dapat dilepas dari ruang engkol.

Gambar 3 adalah blok dengan 4 silinder beserta kelengkapannya.



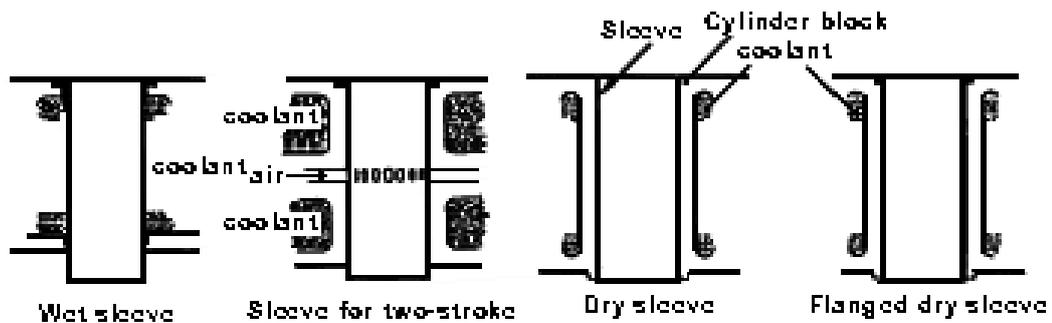
Gambar 3. Blok Silinder.

- |   |                         |
|---|-------------------------|
| 1. Cincin torak (dua cincin kompresi dan satu cincin oli) | 7. Busing/bantalan      |
| 2. Torak  | 8. Bantalan spigot      |
| 3. Pena torak   | 9. Bantalan utama       |
| 4. Batang torak   | 10. Tutup bantalan      |
| 5. Bantalan batang torak/bantalan Ujung besar (big end)   | 11. Baut tutup bantalan |
| 6. Tutup bantalan   | 12. Bantalan sisipan.   |

Pada umumnya blok silinder terbuat dari bahan besi tuang kelabu. Hal ini relatif lebih murah, mudah dibentuk, Tidak mudah aus dan tahan terhadap pengaruh panas. Bahan dari perpaduan aluminium juga digunakan hal ini memiliki keuntungan penghantaran panas yang baik dan ringan dari segi konstruksi.

Untuk mengatasi keausan, maka pada blok silinder yang terbuat dari aluminium dipasangkan tabung silinder. Tabung silinder juga ada yang dipasang pada blok silinder yang terbuat dari besi tuang kelabu karena didesain dalam perbaikan selanjutnya.

Gambar 4 memperlihatkan variasi dari tabung silinder.



Gambar 4. Tabung Silinder

### Tabung Silinder Basah

Blok dicor tanpa tabung silinder dan saat tabung silinder dipasang, bagian luar dari tabung silinder tersebut berhubungan langsung dengan mantel air. Sil khusus dipasang pada bagian bawah dan atas tabung silinder untuk mencegah kebocoran air pendingin maupun oli pelumas. Tabung silinder basah pada umumnya telah difinishing dan mampu menghantarkan panas pembakaran secara cepat. Kelemahan dari tabung basah ini adalah kebocoran dan karat.

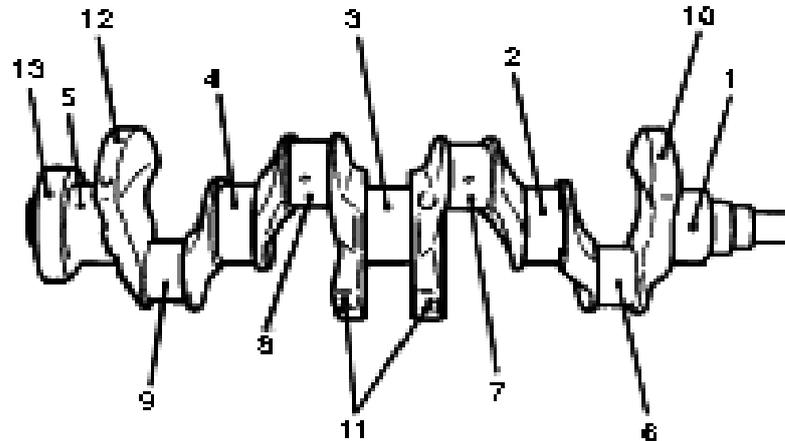
### Tabung Silinder Kering

Tabung silinder kering adalah yang utama digunakan pada blok motor, yang ketahanannya dibawah besi tuang blok motor itu sendiri. Tabung kering dijamin pemasangannya pada blok dengan interferense atau dibuat plens pada bagian atas tabung tersebut dan tertekan oleh kepala silinder. Tabung kering lebih sulit memasang maupun melepas, dan kadang-kadang membutuhkan pekerjaan honing setelah tabung tersebut dipasang.

### Poros Engkol

Poros engkol bekerja secara berputar dibagian bawah blok silinder dan dihubungkan dengan torak melalui batang torak. Gerakan naik turun torak dipindahkan ke poros engkol melalui batang torak yang dipasang pada bantalan jalan poros engkol. Hal ini adalah suatu cara kerja gabungan batang torak dengan poros engkol sehingga gerakan naik turun torak dapat dirobah menjadi gerak putar pada poros engkol.

Gambar 5 memperlihatkan poros engkol untuk motor 4 silinder. Poros engkol ini mempunyai 5 buah bantalan utama (1-5) dan 4 buah bantalan jalan (6-9). Bobot pengimbang (10,11 dan 12) dibuat berlawanan pada setiap bantalan jalan dan mengimbangi gaya centrifugal yang dihasilkan putaran bantalan jalan. Bobot pengimbang dapat juga dipasang dengan membautkannya pada poros engkol. Aksi yang berlawanan ini juga akan meredam getaran motor.

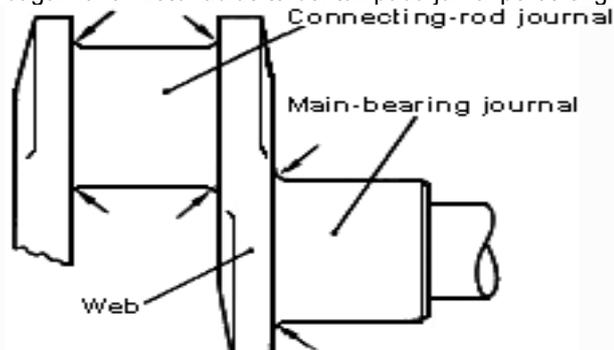


**Gambar 5. Poros engkol**

Poros engkol dipasang pada blok dengan jaminan tutup bantalan utama dan berputar didalam bantalan sisipan yang dipasang pada bantalan utama maupun pada tutupnya. Diperbandingkan dengan gambar 3. Pelumasan pada bantalan poros engkol adalah dari tekanan pelumasan dari sistem pelumasan motor. Salah satu ujung dari poros engkol dipasangkan roda penerus dan ujung lainnya dipasang roda gigi penggerak poros bubungan.

Pada umumnya pabrik pembuat memproduksi poros engkol dengan menggunakan salah satu dari teknik berikut ini, Casting, Forging atau Billet machine. Cara casting adalah yang paling banyak digunakan pabrik pembuat kendaraan. Cara forging adalah memberi panas pada bagian dari baja, dikerjakan dengan temperatur dan pengerasan atau dipres pada poros dalam bentuk yang diinginkan. Proses ini utamanya digunakan pada kemampuan dan kekuatan yang tinggi. Poros engkol billet dibuat dengan proses machining pada billet baja yang padat. Desain ini untuk kebutuhan poros engkol yang sangat kuat.

Gambar 6 memperlihatkan bagaimana fillet / radius terbentuk pada jurnal poros engkol.



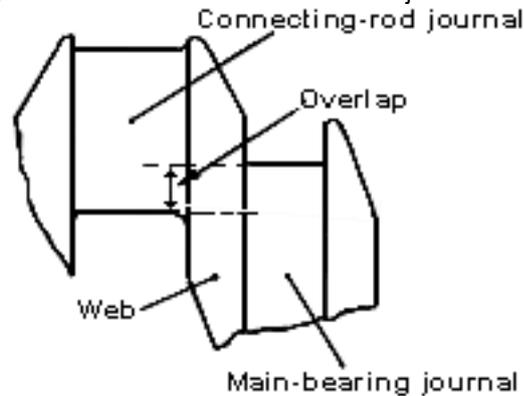
**Gambar 6. Fillet / Radius**

Pabrik pembuat poros engkol mengerjakan bantalan utama maupun bantalan jalan dengan ketelitian yang tinggi. Bantalan-bantalan di finishing dengan alat penghalus yang sangat halus. Finishing

penghalusan permukaan sangat dibutuhkan untuk menjamin agar dapat mengurangi gesekan antara bantalan yang bergesekan (bering dan jurnal). Fillet atau radius dibuat pada seluruh sisi bantalan duduk maupun bantalan jalan untuk membuat poros engkol lebih kuat dan mencegah keretakan.

Antara bantalan duduk dan bantalan jalan dibuat berhimpitan yang tujuannya juga untuk membuat poros engkol lebih kuat.

Gambar 7 memperlihatkan bagaimana bantalan duduk dan bantalan jalan berhimpitan.



Gambar 7. Bantalan duduk dan bantalan jalan berhimpitan

Pada motor 4 langkah dengan jumlah silinder banyak, terlepas dari berapa banyak silinder yang ada, masing-masing torak akan menyelesaikan secara utuh 4 kali langkah dalam 720 derajat poros engkol berputar. Untuk operasional motor yang lebih halus adalah tergantung dari interval derajat kerja dari setiap torak pada poros engkol.

Oleh karena itu, derajat kerja pada poros engkol seperti diterangkan diatas adalah 720 derajat dibagi dengan jumlah silinder.

Untuk motor dengan jumlah silinder 4 maka derajat kerjanya adalah  $720 \text{ derajat} \div 4 = 180 \text{ derajat}$  diantara bantalan jalan poros engkol.

Untuk motor dengan jumlah silinder 6 maka derajat kerjanya adalah  $720 \text{ derajat} \div 6 = 120 \text{ derajat}$  diantara bantalan jalan poros engkol.

Untuk motor dengan jumlah silinder 8 maka derajat kerjanya adalah  $720 \text{ derajat} \div 8 = 90 \text{ derajat}$  diantara bantalan jalan poros engkol.

### **Roda Penerus**

Roda penerus yang bobotnya cukup berat dipasang pada salah satu ujung poros engkol. Roda penerus menyimpan energi dari langkah usaha torak dan mengeluarkan energi ini pada langkah lainnya agar operasional motor dapat terjaga menjadi halus dan berputar pada putaran yang stabil. Kecepatan motor yang kadang-kadang tinggi dan kemudian rendah akan menimbulkan gaya puntir pada poros engkol, sehingga dibutuhkan seperti torsional vibration.

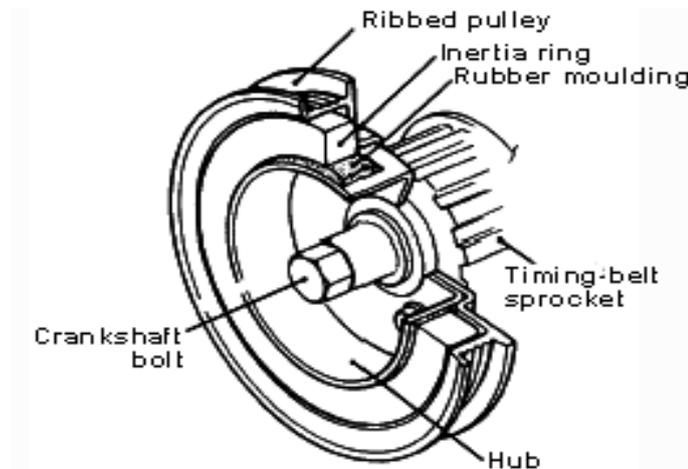
Roda penerus juga dibuat besar, halus dan permukaannya rata untuk tempat memasang kopling atau torque converter.

Roda gigi juga dipasangkan mengelilingi sisiluar roda penerus. Pinion motor starter akan berkaitan dengan gigi pada roda penerus sehingga motor berputar selama motor akan dihidupkan untuk saat permulaan.

### Damper Getaran Torsi

Damper getaran torsi dipasang pada poros engkol untuk menghaluskan tenaga yang keluar dari poros engkol. Perputaran poros engkol akan menjadi naik pada saat langkah usaha dan menjadi turun pada langkah lainnya terutama pada langkah kompresi. Fluktuasi dari putaran ini akan menimbulkan puntiran pada poros engkol dan hal ini hendaknya dapat diatasi atau poros engkol dapat menjadi rusak.

Gambar 8 memperlihatkan karet dipasangkan pada damper getaran torsi dimana hal ini banyak digunakan pada motor kendaraan penumpang.



Gambar 8. Damper getaran

Damper getaran torsi meredam kenaikan kecepatan putaran (energi) akibat dari langkah usaha dan mepepaskan energi yang tersimpan pada langkah lainnya. Damper getaran torsi terdiri dari bagian ring luar (ring enersia) karet dipasang pada hub. Hub dipasangkan pada bagian depan poros engkol.

Pada langkah usaha kecepatan poros engkol akan menjadi naik dan ring enersia yang terpasang pada karet, membuat perlawanan pada kecepatan yang naik tersebut. Bilamana poros engkol cenderung turun kecepatannya pada langkah lainnya maka ring enersia mencoba memelihara poros engkol berputar pada kecepatan yang sama.

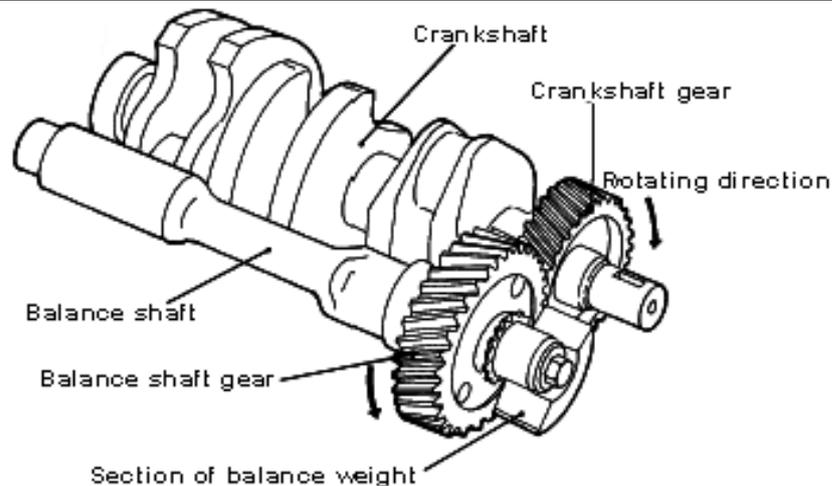
Beberapa motor menggunakan damper getaran torsi viscous. Walaupun konstruksinya berbeda namun fungsinya tetap sama

Damper getaran torsi lebih sering menjadi kelengkapan pada sabuk penggerak komponen kelengkapan lainnya (pompa air/alternator).

### Poros Pengimbang

Beberapa pabrik pembuat motor menggunakan poros pengimbang untuk meredam getaran yang naik turun pada motor yang diakibatkan oleh enersia torak dan batang torak pada saat mencapai titik mati atas (TMA) dan titik mati bawah (TMB). Poros pengimbang dipasang pada blok silinder, secara parallel dengan poros engkol dan berputar pada bantalan/busing. Poros pengimbang diputar oleh poros engkol pada kecepatan yang sama atau duakali putaran motor. Dengan dukali kecepatan motor akan meningkatkan efektifitas kerja poros.

Gambar 9 memperlihatkan poros pengimbang dihubungkan dengan poros engkol.



Gambar 9. Poros Pengimbang

Beberapa motor mempunyai dua buah poros pengimbang. Apabila dua buah poros pengimbang dipakai maka putaran kedua poros tersebut adalah berlawanan arah. Semua poros pengimbang selalu digerakkan oleh poros engkol motor agar dapat meredam getaran-getaran yang terjadi.

### Bantalan

Ada dua jenis bantalan yang digunakan pada motor yaitu:

1. Bantalan jenis rata/luncur/busing, yang dapat digunakan pada blok silinder untuk mendukung poros bubungan, poros pengimbang atau pada pena torak.
2. Bantalan jenis sisipan yang sangat persisi, yang digunakan sebagai dudukan poros engkol pada blok silinder atau pada ujung besar batang torak.

Bantalan mempunyai baja pada bagian belakang yang merupakan lembaran tipis dari bahan pembuatan bantalan (babbit atau metal putih) dibuat menjadi satu. Perbedaan bahan bantalan diduat sesuai pemakaiannya pada beban-beban yang berbeda maupun karakter desain. Perpaduan timah, tembaga dan aluminium digunakan dan dikominasikan agar sesuai dengan fungsi atau perputaran pada bagian permukaan bantalan.

Ketahanan terhadap kelelahan adalah jangka pemakaian yang tergambar pada kekuatan bantalan didalam hubungannya dengan kekuatan terhadap beban yang berulang-ulang, dan kemampuan lentur tanpa mengalami pecah/retak.

Memberikan kemampuan menyesuaikan diri pada bahan bantalan, adalah agar mampu mengikuti dan mengimbangi distorsi yang tidak seimbang. Bahan bantalan dibuat dengan halus dan berbentuk sama dengan bentuk jurnal agar dapat bekerja dengan tepat. Hal ini memberikan bantalan mampu terhadap beban yang diterimanya.

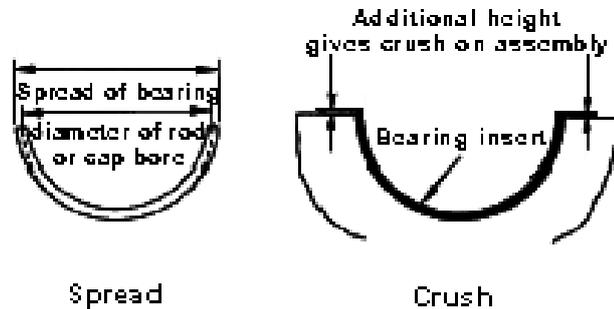
Kemampuan menyimpan adalah hal lain yang menjadi syarat bahan bantalan sisipan yang mana kotoran atau partikel dapat dibenamkan pada bantalan tersebut sehingga tidak merusak permukaan poros engkol.

Tahan terhadap karat agar tidak merusak bantalan yang diakibatkan pembentukan Pengasaman dari proses pembakaran dan kondensasi.

Mampu terhadap panas, agar bantalan mampu menumpu bebannya pada saat temperatur tinggi.

Kemampuan menghantarkan panas juga merupakan suatu hal penting pada bantalan dimana panas yang diterima dapat disalurkan pada dudukan atau tutup bantalan.

Gambar 10 memperlihatkan bentangan/lenturan dan crush/nip bantalan.



Gambar 10. Bentangan dan crush

Bentangan bantalan adalah suatu proses dimana diameter bantalan lebih besar dari dudukannya hal ini agar saat bantalan dipasang pada dudukannya akan benar-benar tercengkram.

Crush bantalan adalah untuk menjamin bantalan akan duduk dengan kuat pada rumah bantalan itu sendiri. Pabrik membuat bantalan lebih besar sedikit dari lobang dudukan, hal ini dibuat agar menghindari kerusakan pada bantalan maupun pada jurnal poros engkol.

Tutup bantalan utama maupun pada bantalan jalan dibuat tanda atau nomor, hal ini dibuat agar dapat terpasang sesuai pada pasangannya masing-masing. Penomoran ini penting agar setelah pemasangan kembali, karena tingkat keausan pada masing-masing tidaklah sama dan apabila hal ini saling tertukar akan dapat mengakibatkan kerusakan atau ketidak seimbangan.

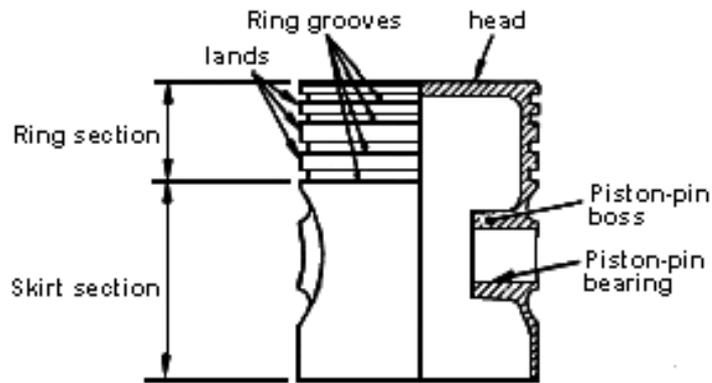
## Torak

Torak diperlukan untuk melakukan beberapa fungsi penting, yaitu sebagai tempat cincin torak yang sebagai pembatas dan perapat pada dinding silinder dan menerima tenaga pembakaran dan meneruskannya ke poros engkol melalui batang torak. Tekanan dan panas akibat pembakaran mengharuskan konstruksi torak dibuat harus kuat, ringan, tahan gesekan dan mampu menghantarkan panas.

Pada mulanya torak dibuat dari bahan besi tuang kelabu yang mana hal ini sangat baik dan tahan terhadap gesekan dan tahan terhadap pemuaihan. Kerugian torak yang terbuat dari bahan ini adalah mempunyai bobot yang berat, jenis ini akan lebih sesuai dipakai pada motor putaran rendah. Energi pada torak saat berhenti pada akhir setiap langkah, adalah sangat besar untuk jenis motor kecepatan tinggi.

Pada umumnya torak dibuat dari bahan paduan aluminium, karena bahan ini hampir memenuhi semua persyaratan/karakteristik yang dibutuhkan. Namun aluminium sangat mudah dipengaruhi panas dan pemuaihan maka dalam pembuatan torak yang terbuat dari aluminium lebih rumit.

Gambar 11 memperlihatkan torak dengan bagiannya.



Gambar 11. Torak

Konstruksi torak dibuat dalam banyak bentuk dan model. Kepala torak didesain secara tepat agar mampu membuat pusaran pada campuran bahan bakar-udara dan efisien terhadap pembuangan gas bekas. Permukaan torak ada yang rata, concave, domed atau kombinasi dari bentuk tersebut. Hal ini akan dipilih sesuai dengan bentuk ruang bakar agar tercapai efisiensi maksimum.

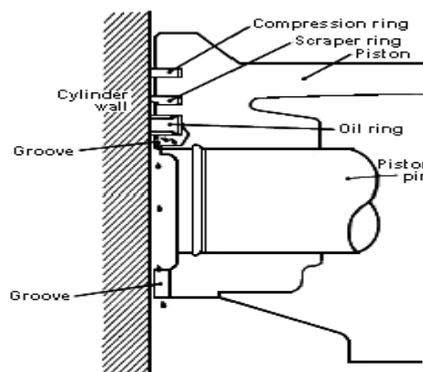
Slipper skirt torak dibuat agar motor lebih tepat dalam desainnya. Ini membuat torak akan lebih ringan kerjanya pada batang torak dan blok silinder. Karakteristik desain termasuk memperpanjang skirt pada satu sisi agar lebih mudah pada putaran poros engkol.

Offset pena torak dibuat sedikit offset ke arah sisi kerja torak. Hal ini untuk membantu agar torak dapat bekerja dengan baik pada langkah kompresi maupun langkah usaha. Offset tersebut adalah sudut antara torak, batang torak dan bantalan jalan poros engkol. Terutama hal ini akan memperlancar kerja torak saat pergantian dari langkah kompresi ke langkah usaha.

### Cincin Torak

Pada torak dipasang cincin kompresi dan cincin oli. Cincin kompresi berfungsi untuk mencegah kebocoran gas didalam silinder sementara cincin oli mengontrol oli yang berlebihan pada dinding silinder sebagai pelumas dan sebagai perapat untuk cincin kompresi.

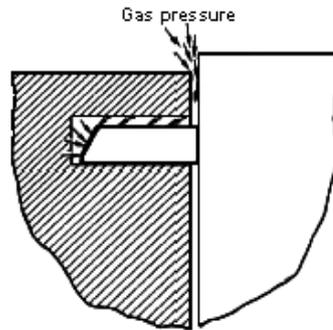
Gambar 12. memperlihatkan posisi cincin kompresi dan cincin oli.



Gambar 12. Cincin Torak

Tekanan kompresi dan tekanan pembakaran akan menekan cincin kompresi ke arah bawah alur cincin tersebut, dalam hal ini cincin kompresi harus mampu mencegah kebocoran gas dari daerah alur tersebut sebaik cincin kompresi mencegah kebocoran pada dinding silinder. Apabila cincin kompresi lebih dari satu maka apabila ada kebocoran pada cincin kompresi pertama maka akan dicegah oleh cincin kompresi yang kedua.

Gambar 13. memperlihatkan bagaimana cincin kompresi mencegah kebocoran gas.



Gambar 13. Cincin kompresi mencegah kebocoran.

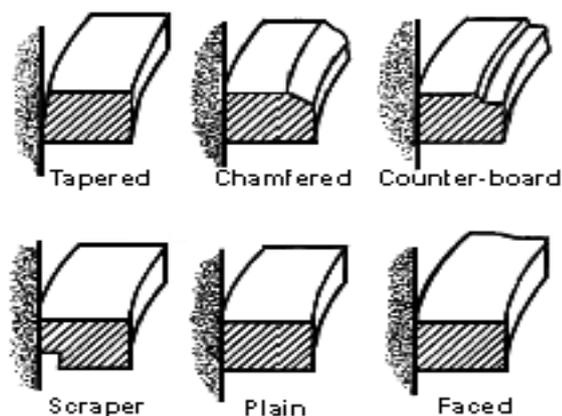
Cincin torak model datar mempunyai permukaan persegi yang berhubungan dengan dinding silinder dan cincin tersebut biasanya berbentuk empat persegi panjang.

Cincin torak model diruncingkan mempunyai permukaan yang diruncingkan pada arah depan bagian bawah cincin seperti pada gambar 14. Keruncingan tersebut kira-kira 1 derajat, dan normalnya dipasang setelah cincin kompresi pertama. Sisi luar bagian bawah yang sudutnya tajam adalah sangat baik untuk mengikis oli dari dinding silinder pada saat torak bergerak ke arah bawah, tetapi juga akan mengikis sisa lapisan oli pada saat torak bergerak ke arah atas.

Permukaan cincin model ini akan mengakibatkan kontak permukaan cincin dengan dinding silinder

kurang baik tetapi sangatlah baik dalam pengontrolan sisa oli pelumas yang terdapat pada dinding silinder.

Gambar 14. memperlihatkan jenis desain cincin kompresi.



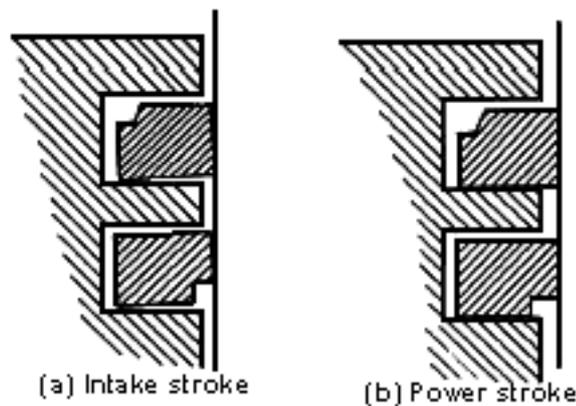
Gambar 14. Jenis cincin kompresi

Cincin kompresi torsional twist mempunyai sudut diatas bagian dalam atau sudut dibawah bagian luar. Permukaan yang diruncingkan dan cincin kompresi torsional twist adalah berhubungan dengan arah sehingga saat memasang jangan sampai terbalik/salah.

Pada langkah usaha, tekanan pembakaran akan menekan cincin kompresi kesisi bawah alur cincin dan juga kearah dinding silinder sehingga cincin kompresi dapat mencegah terjadinya kebocoran (lihat gambar 15).

Cincin kompresi torsional twist tidak hanya mempunyai keuntungan seperti cincin kompresi permukaan diruncingkan tetapi juga dapat mencegah kebocoran dengan baik. Sejak cincin memuntir atau tidak memuntir didalam alur, cincin juga seperti empat persegi panjang atau seperti permukaan diruncingkan.

Gambar 15. memperlihatkan kerja dari cincin torsional twist pada saat langkah pemasukan dan langkah usaha.



Gambar 15. Cincin torsional

Bahan untuk membuat cincin torak haruslah tidak mudah aus, mempunyai elastisitas yang baik dan kuat terhadap panas dan tekanan. Besi tuang adalah lebih murah dan memenuhi syarat tersebut diatas.

Kelemahan dari besi tuang adalah terlalu rapuh. Hati-hati saat melepas atau memasang cincin torak jangan sampai mnembang berlebihan karena akn mengakibatkan patah.

Cincin kompresi bagian atas secara khusus harus mampu terhadap panas, pelumasan sedikit, kejutan beban bilamana tekanan pembakaran naik secara tiba-tiba, tahan terhadap gesekan dan tahan lama.

Permukaan cincin torak yang terbuat dari bahan besi tuang diperkeras dengan chromium dan molybdenum.

Pengerasan dengan chromium akan membuat tahan terhadap gesekan dan tahan lama.

Pengerasan permukaan cincin torak dengan molybdenum adalah agar cincin tahan dan kuat terhadap temperatur yang tinggi.

Besi tuang juga digunakan untuk bahan cincin oli, pada bagian ujung rel diperkeras dengan chrom, atau stainless steel, bahan ini digunakan pada cincin oli model lembaran/terpisah. Model rel terpisah mempunyai keuntungan lebih kuat, pleksibel, tidak terlalu tebal dan ringan.

Cincin oli dengan konstruksi lembaran adalah yang paling banyak digunakan pada motor kendaraan karena mempunyai keuntungan seperti berikut. Mempunyai pleksibel yang tinggi, selalu siap dengan posisi yang

berubah-ubah dan permukaannya dengan permukaan dinding silinder dapat selalu kontak dengan baik. Tidak mudah terpengaruh dengan kotoran karbon hal ini dibandingkan dengan cincin oli model satu bagian/tunggal.

Sisa oli yang tidak terkikis oleh cincin oli akan masuk kedalam ruang bakar dan terbakar. Hal ini akan menyebabkan tenaga motor berkurang dan tumpukan karbon akan terjadi pada katup, busi dan ruang bakar.

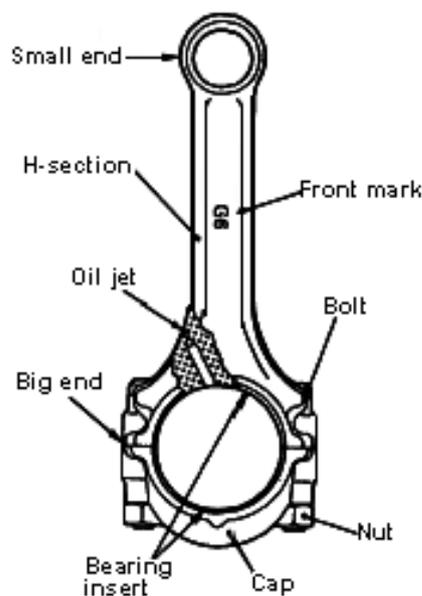
### Batang Torak

Batang torak adalah salah satu komponen motor yang menerima tekanan tinggi. Batang torak berfungsi merubah gerak lurus dari torak menjadi gerak putar pada poros engkol. Oleh karena itu batang torak harus kuat terhadap regangan dan kaku. Pada saat yang sama batang torak juga harus seringan mungkin agar tidak membutuhkan tenaga gerak yang besar.

Pada umumnya batang torak dibuat berbentuk H atau I, agar lebih kuat dalam bobot yang lebih ringan. Bagian ujung kecil batang torak dihubungkan dengan torak dengan jaminan pena torak, dan ujung yang lain dari batang torak yaitu ujung besar dihubungkan dengan bantalan jalan poros engkol.

Bagian ujung besar batang torak dibuat dua bagian agar dapat terpasang pada bantalan poros engkol dan dilengkapi dengan baut/mur sebagai pengikat, hal ini agar ujung besar dan kelengkapannya dapat terpasang terutama crush bantalan sisipan benar-benar pada posisi bulat dan sesuai dengan bantalan jalan poros engkol. Untuk menjamin kondisi ini maka tanda yang terdapat pada batang torak harus tepat pada saat akan memasang.

Gambar 16. memperlihatkan batang torak dalam keadaan terpasang.



Gambar 16. Batang Torak

Beberapa batang torak ada yang dibuat lobang dari bawah keatas sebagai saluran oli yang akan melumasi pena torak, dan pada sisi lain dibuat lobang ( lihat gambar 16) untuk menyemprotkan oli pelumas kedinding silinder.

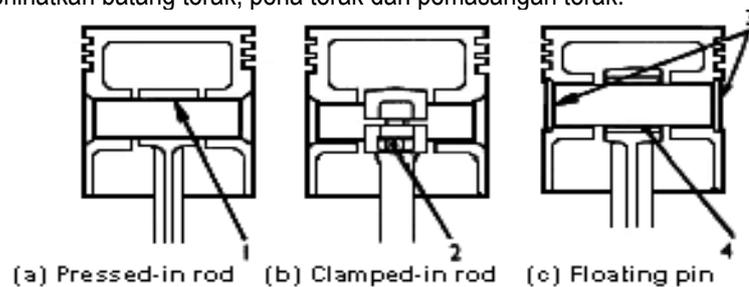
Kebanyakan batang torak diproduksi dengan tutupnya pada posisi rata, tetapi ada juga yang dibuat tidak rata. Model batang torak yang tutupnya dibuat terpisah memiliki keuntungan dimana bagian

batang torak bersama torak dapat dilepas kebagian atas silinder. Kelemahannya adalah kemungkinan tegangan yang terjadi pada baut/mur pengikat.

Pada bagian ujung besar batang torak dipasangkan metal sisipan, seperti yang digunakan pada bantalan utama poros engkol. Pada metal sisipan dibuat pengunci agar metal sisipan tersebut terpasang dengan kuat dan tetap dalam bentuk bulat. Dalam hal ini termasuk baut, dowel, serration dan lain sebagainya.

Metoda pemasangan torak terhadap batang torak ada yang mengikat pena dengan menggunakan baut/mur, interference antara batang torak dengan pena torak atau dengan menggunakan circlip untuk memegang pena didalam torak.

Gambar 17. memperlihatkan batang torak, pena torak dan pemasangan torak.



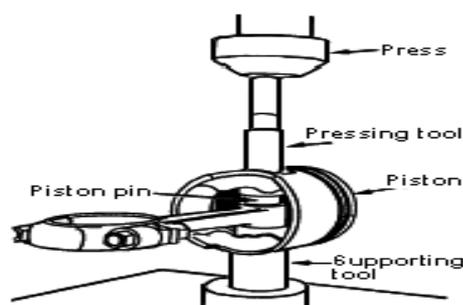
Gambar 17. Pena Torak

Metoda yang menggunakan circlip biasanya pena torak pada posisi full floating dan banyak digunakan pada motor disel. Metoda diikat dengan baut/mur dan dengan interference atau dipress disebut semi floating, metoda ini kebanyakan digunakan motor-motor bensin modern.

Melepas dan memasang circlip yang menahan pena torak harus dilakukan dengan hati-hati. Dengan melepas circlip maka pena torak dapat dilepas dari posisinya dengan cara mendorong, apabila pena torak sulit dikeluarkan maka sebaiknya dipanasi didalam air atau oli, ini akan mengakibatkan torak memuai sehingga pena torak mudah dilepaskan. Apabila hendak memasang maka panaskan terlebih dahulu torak, dan yakinkan bahwa torak sudah pada posisi yang benar, gunakan circlip yang baru dan arahkan ujung dari circlip mengarah pada bagian bawah torak.

Untuk melepas pena torak yang diikat dengan metoda press atau interference disediakan alat khusus, dimana alat tersebut ada sebagai landasan dan ada sebagai penekan agar kerusakan dapat dihindari. Pena torak dipress dalam kondisi dingin namun pada saat memasang hendaknya ujung kecil batang torak dipanasi terlebih dahulu dan lakukanlah dengan hati-hati dan batang torak sudah pada posisi yang benar.

Gambar 18. memperlihatkan pemakaian alat yang benar untuk melepas pena torak dengan model pengikatan press dan interference.



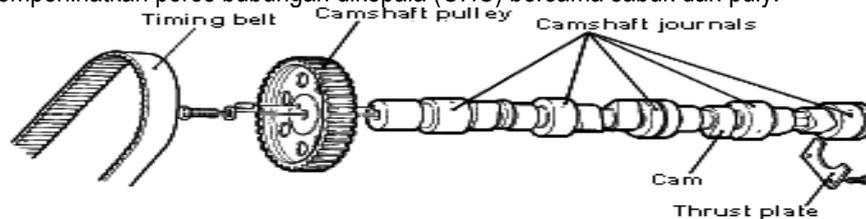
Gambar 18. Alat Penekan

## Poros Bubungan

Fungsi utama poros bubungan adalah untuk menggerakkan katup masuk dan katup buang. Poros bubungan dibuat dari bahan perpaduan baja tuang atau baja padu, atau dari besi tuang yang berkemampuan tinggi. Dalam operasinya permukaan bubungan menerima beban yang besar oleh karena itu diperlukan pengerasan pada permukaan tersebut.

Fungsi lain dari poros bubungan adalah untuk menggerakkan distributor atau pompa bahan bakar. Distributor digerakkan oleh gigi yang terdapat pada poros bubungan sementara untuk menggerakkan pompa bahan bakar adalah dengan bubungan ecentrik yang terdapat pada poros bubungan tersebut.

Gambar 19 memperlihatkan poros bubungan dikepala (OHC) bersama sabuk dan pully.



Gambar 19. Poros Bubungan

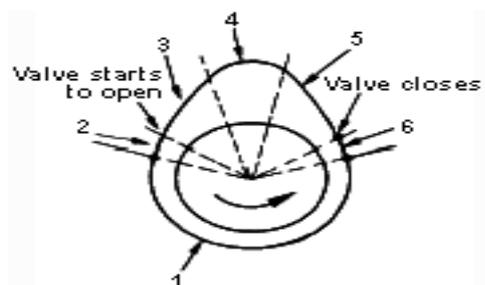
Poros bubungan ditempatkan pada ruang engkol blok motor dan menggunakan sistem batang pendorong hal ini adalah untuk jenis katup dikepala (OHV), untuk jenis lain poros bubungan ditempatkan pada kepala silinder (OHC). Poros bubungan pada umumnya disangga pada bantalan utama yang terdapat pada poros bubungan, yang dibuat setelah bubungan setiap silinder hal ini untuk menghindarkan kebengkokan.

Poros bubungan yang ditempatkan pada ruang engkol, berputar pada bantalan busung, sementara untuk jenis poros bubungan yang ditempatkan dikepala (OHC) menggunakan metal sisipan. Untuk jenis lifter mekanik celah katupnya dapat distel pada rangkaian lengan penekan, dan untuk jenis lifter hidrolik tidak membutuhkan penyetelan celah katup.

Poros bubungan digerakkan oleh poros engkol melalui perantara roda gigi, sabuk bergigi ataupun rantai. Poros bubungan harus bekerja dalam waktu yang tepat terhadap poros engkol, agar katup masuk maupun katup buang dapat membuka dan menutup pada waktu yang tepat dihubungkan dengan langkah torak didalam silinder. Hal ini disebut timing katup.

Apabila poros bubungan bekerja dalam waktu yang tepat terhadap poros engkol maka bentuk bubungan dapat mengontrol secara tepat bilamana katup membuka, kecepatan katup membuka, lamanya katup membuka, bagaimana kecepatan katup menutup dan bilamana katup menutup.

Gambar 20. memperlihatkan bentuk bubungan.



Gambar 20. Bentuk Bubungan

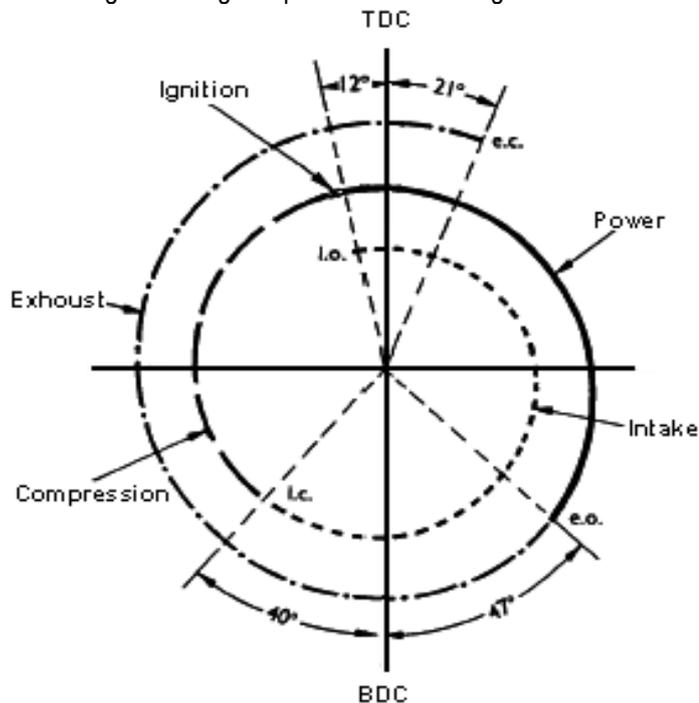
Untuk jenis motor poros bubungan diatas (OHC) maka bubungan akan langsung berhubungan dengan katup atau pada lengan penekan katup. Hal ini akan membuat timing katup lebih tepat dan kehilangan tenaga untuk menggerakkan mekanisme penggerak katup dapat diperkecil.

Pada jenis motor dengan katup dikepala (OHV), gerakan bubungan disalurkan melalui lifter/tappet, batang pendorong, lengan penekan dan selanjutnya ke katup. Hal ini akan menyebabkan timing katup tidak dapat dicapai setepat mungkin dan juga membutuhkan tenaga untuk menggerakkan mekanisme ini terutama pada kondisi motor dalam putaran tinggi.

Pada motor 4 langkah, poros bubungan akan berputar setengah putaran poros engkol. Hal ini yang menyebabkan katup hanya akan membuka satu kali dalam 720 derajat atau satu kali dalam dua kali putaran poros engkol. Perbandingan putaran ini dapat dicapai dari perbandingan jumlah gigi penggerak antara poros bubungan dengan poros engkol.

Katup akan mengontrol pergerakan gas kedalam maupun keluar silinder. Lamanya katup bekerja tergantung pada jarak waktu dalam derajat katup membuka. Overlap katup adalah jumlah derajat putaran poros engkol, dimana kedua katup yaitu katup masuk dan katup buang sama-sama terbuka pada waktu yang bersamaan. Lead adalah masa yang diberikan pada katup membuka sebelum titik mati atas (TMA) atau sebelum titik mati bawah (TMB). Lag adalah katup tertutup setelah titik mati atas (TMA) atau katup menutup setelah titik mati bawah (TMB).

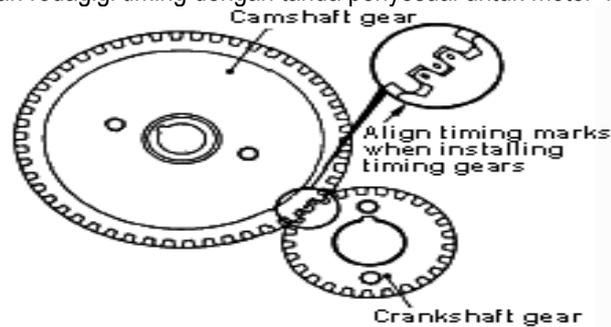
Gambar 21. memperlihatkan diagram timing katup untuk motor 4 langkah.



Gambar 21. Timing Katup

Cara yang paling sederhana dalam memutar poros bubungan adalah dengan roda gigi. Cara ini adalah yang selalu digunakan pada poros bubungan yang ditempatkan diruang engkol blok. Posisi rodagigi tidaklah terlalu rumit dan menggunakan semprotan oli untuk melumasi agar dapat dicegah keausan pada rodagigi. Pembuatan rodagigi dengan menggunakan bahan dari non metal (phenolic resin) atau paduan aluminium akan dapat mencegah suara yang berisik..

Gambar 22. memperlihatkan rodagigi timing dengan tanda penyesuai untuk motor 4 langkah.



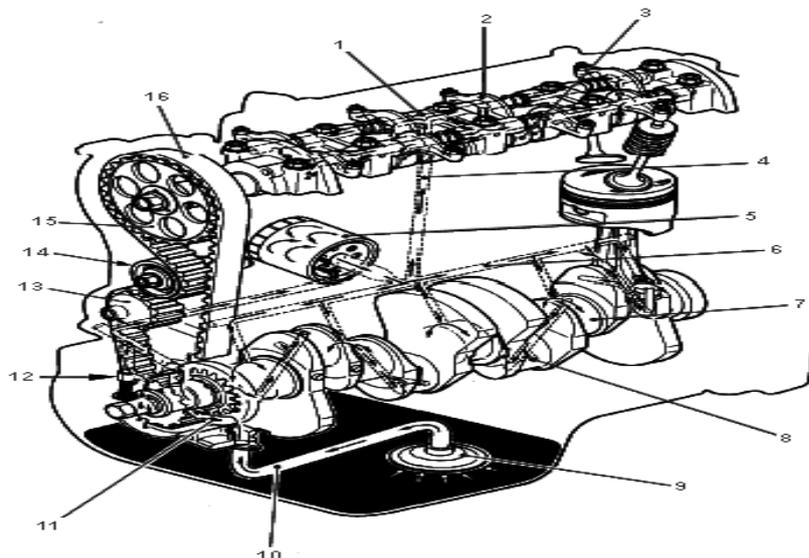
Gambar 22. Rodagigi Timing

Sehubungan dengan desain dari motor dengan poros bubungan dikepala (OHC) maka diperlukan penggerak poros bubungan seperti rantai atau sabuk. Apabila jarak dari penggerak cukup jauh yaitu jarak dari poros bubungan ke poros engkol maka umumnya, rantai atau sabuk pemutar akan dibagi dalam dua bagian.

### Pelumasan Motor

Fungsi sistem pelumasan adalah mendistribusikan oli ke semua komponen yang membutuhkan pelumasan. Hal ini akan membantu mendinginkan dan membersihkan selama pembilasan berlangsung; mengurangi gesekan dan hentakan beban; sebagai perapat; memperkecil keausan dan suara.

Gambar 23. adalah sistem pelumasan untuk motor 4 langkah, 4 silinder jenis motor poros bubungan dikepala (OHC).



Gambar 23. Sistem Pelumasan

- |                            |                                  |
|----------------------------|----------------------------------|
| 1. Poros lengan penekan    | 9. Strainer                      |
| 2. Lengan penekan          | 10. Pipa pengisapan              |
| 3. Poros bubungan/bubungan | 11. Pompa oli                    |
| 4. Saluran oli             | 12. Katup pengontrol tekanan oli |
| 5. Saringan oli            | 13. Idler                        |
| 6. Rongga utama oli        | 14. Penegang sabuk timing        |
| 7. Jurnal bantalan utama   | 15. Rodagigi poros bubungan      |
| 8. Jurnal bantalan jalan   | 16. Sabuk timing                 |

Komponen motor modern menggunakan oli pelumas bertekanan. Pompa oli membuat pengaliran dan tahanan

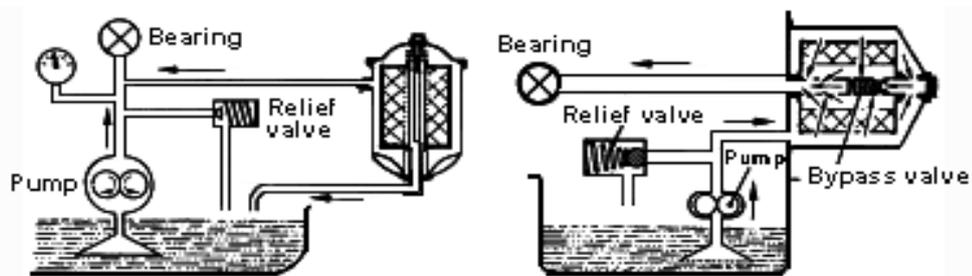
terhadap aliran ini akan membuat tekanan oli menjadi naik didalam sistem pelumasan. Tahanan untuk mengalir diperoleh dari celah yang kecil pada komponen yang dilumasi. Celah yang besar pada komponen akan membutuhkan aliran oli yang besar pula tetapi hal ini akan menimbulkan tekanan oli menjadi turun didalam sisitem pelumasan.

Kebanyakan motor memasang saringan oli aliran penuh (full flow) dan menggabungkan katup by pass. Model saringan oli aliran penuh adalah menyaring oli yang disalurkan pompa sebelum dipakai ke komponen-komponen. Sementara model penyaringan by pass adalah oli yang disalurkan pompa dipakai langsung melumasi komponen dan sementara itu sebahagian mengalir kesaringan dan selanjutnya kembali kedalam panci oli.

Katup by pass pada saringan oli dibuat apabila ada gangguan pengaliran melalui saringan apakah itu karena kotoran pada saringan ataupun mungkin oli terlalu kental maka akibatnya tekanan pada daerah tersebut akan naik dan katup by pass akan membuka sehingga oli akan langsung digunakan tanpa disaring hal ini adalah menjaga jangan sampai komponen tidak mendapat pelumasan karena saringan tersumbat karena lebih berbahaya tidak mendapat pelumasan dibandingkan memakai oli pelumas tanpa disaring.

Tekanan oli pada sistem pelumasan dijaga oleh katup pengembali tekanan. Katup ini akan membuka apabila tekanan oli naik melebihi spesifikasi sehingga oli akan mengalir melalui katup ini kembali kedalam panci oli.

Gambar 24. memperlihatkan model saringan bypass disebelah kiri dan model saringan aliran penuh (full flow) disebelah kanan.



Gambar 24. Saringan oli

Pompa oli yang digunakan pada motor kendaraan biasanya adalah model pompa positif dan digerakkan oleh poros bubungan atau poros engkol. Ada tiga jenis pompa yang digunakan yaitu, jenis rodagigi, rotor, dan baling-baling. Jenis rodagigi dan rotor adalah yang paling banyak digunakan karena biaya lebih murah dan kemampuannya lebih baik.



**KONSENTRASI OTOMOTIF  
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK MOTOR  
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

BAHAN AJAR NO 09	Motor Bensin	TANGGAL :
KOMPETENSI	Pemasangan Komponen Engine	HARI :
SUB KOMPETENSI	Perakitan komponen engine	DOSEN : WOWO SK SRIYONO ADAM MR

**MATERI**

**Prosedur Pemeriksaan dan Pemasangan Komponen Engine**

**Pemeriksaan dan Pemasangan Komponen Engine**

Melepas komponen-komponen motor adalah disebabkan banyak factor. Kurang tenaga, asap terbal dari knalpot, panas yang berlebihan, oli bocor dan suara yang abnormal saat operasi motor hal-hal ini merupakan kebanyakan alasan untuk melakukan overhaul/reparsi motor. Tingkat waktu yang membuat komponen-komponen motor dilepas adalah tergantung dari keluhan dan waktu operasi motor atau lama pemakaian motor itu sendiri.

Kadang-kadang keluhan dapat diatasi tanpa melepas keseluruhan komponen, tetapi hanya melepas komponen tertentu saja atau kelengkapan yang terpasang pada motor. Hal ini bias saja bahan bakar, pendinginan, pelumasan, kelistrikan, sistim pembuangan yang mungkin saja merupakan sumber dari gangguan motor.

Gangguan lain dapat saja hanya diperlukan melepas kepala silinder atau panci oli, yang mana gangguan tersebut dapat diatasi tanpa harus melepas motor dari kendaraan. Prosedur ini dapat dikatakan semi overhaul/reparsi, tetapi untuk pekerjaan overhaul/reparsi total maka motor harus dilepas dari kendaraan.

Untuk mencegah pelaksanaan pekerjaan yang tidak perlu maka sangatlah penting dilakukan diagnosa dan pemeriksaan agar diketahui tingkat gangguan yang terjadi

Pada motor yang akan diperbaiki. Mengetahui tentang gangguan yang sebenarnya juga akan membantu dalam biaya dan ketepatan perbaikannya sehingga tidak memalukan karena gangguan masih tetap ada dan membuat pekerjaan berulang. Hal ini dapat dihindarkan dengan mengikuti prosedur pemecahan masalah yang tepat.

**Buku Pedoman Reparsi**

Seharusnya didalam pekerjaan overhaul/reparsi motor , hal-hal yang penting diketahui dan diikuti diantaranya ketepatan toleransi, prosedur dan metoda. Pada buku teks merupakan sumber yang dibuat secara umum. Untuk informasi yang lebih spesifik maka dibutuhkan buku pedoman reparsi sesuai dengan motor yang sedang anda kerjakan.

Pengetahuan umum mengenai konstruksi dan cara kerja motor dan kelengkapannya juga apesifik servis dan prosedur reparsi pada motor yang akan anda kerjakan adalah merupakan sesuatu yang akan membuat anda sukses didalam pekerjaan tersebut.

Sebelum dikatakan sebelumnya, bahwa buku pedoman reparsi diperlukan untuk mengetahui toleransi yang

tepat, penyetelan dan prosedur overhoul/repairasi pada motor yang akan anda kerjakan. Buku pedoman repairasi tidak semua mengemukakan dalam hal yang sama, maupun selalu menyediakan semua informasi yang dibutuhkan. Anda mungkin tidak dapat menemukan semua spesifikasi pada satu bagian atau tidak ditulis secara keseluruhan.

Buku pedoman repairasi yang lain dapat memuat banyak dengan model yang berbeda-beda oleh karena itu ketelitian anda akan membantu menemukan spesifikasi dan prosedur pada motor yang anda kerjakan. Hal ini dapat dicapai dengan melihat model atau nomor motor yang anda kerjakan, dan sesuaikan dengan buku pedoman repairasi yang tersedia.

### **Membersihkan**

Pembersihan komponen motor adalah sangat perlu untuk lebih meyakinkan adanya gangguan pada komponen saat dilakukan pemeriksaan. Hal ini juga akan menghindarkan kotoran yang dapat membuat keausan pada komponen bilamana telah dipasang kembali.

Cara membersihkan komponen motor ada dengan tangan, semprotan dengan udara tekan, merendam dengan air dingin, Tangki air panas dan mekanik. Biasanya kombinasi dari cara membersihkan ini selalu digunakan, dan masing-masing cara memiliki keuntungan dan kerugian.

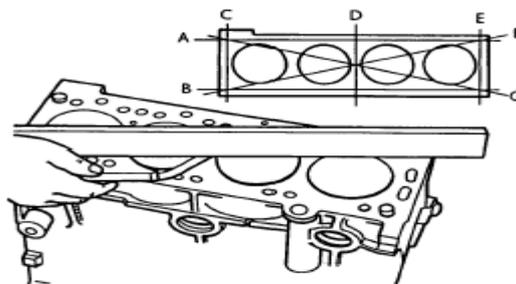
Jangan membersihkan komponen apapun hingga anda memeriksakannya pada Guru/pembimbing.

### **Pemeriksaan Komponen Motor**

#### **Blok silinder**

Pemeriksaan pada blok silinder harus dilakukan setelah blok silinder dibersihkan dengan benar adapun hal-hal yang menjadi fokus dalam membersihkan meliputi: rongga oli pelumas, saluran air pendingin dan lobang-lobang baut. Pemeriksaan umum secara visual dilakukan pada silinder dari kemungkinan tergores, berkarat, aus dan retak, kerusakan permukaan, kerusakan lobang-lobang baut dan tutup pengaman yang ada pada blok silinder. Hal ini harus dilakukan sebelum dilakukan pemeriksaan dengan menggunakan alat-alat ukur untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

Gambar 1. memperlihatkan cara memeriksa kerataan ataupun kebalingan permukaan blok silinder.



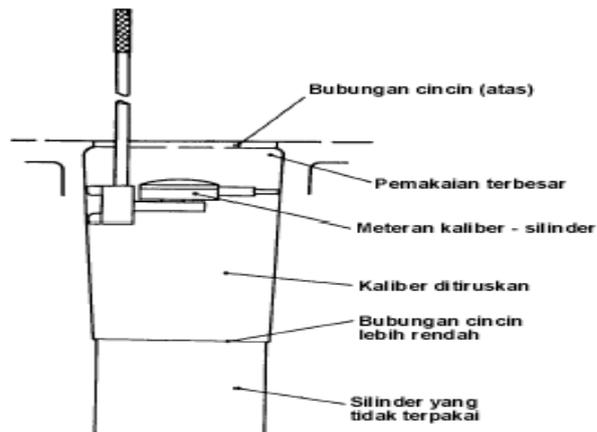
Gambar 1. Memeriksa Kerataan Blok silinder

Kerataan atau kebalingan permukaan blok silinder dan ujung bagian atas lobang silinder dapat diperiksa dengan menggunakan alat feeler dan straight edges. Keretakan dapat diperiksa dengan menggunakan dye penetrant, serbuk maknit atau sinar ultra violet. Tutup pengaman yang ada pada blok sebaiknya dilepas agar dapat dipastikan ada gangguan atau tidak karena dengan terpasang sulit untuk menentukannya.

Secara umum kebanyakan masalah keausan silinder adalah abrasi, erosi dan korosi.

1. Abrasi adalah diakibatkan ada sesuatu kotoran masuk kedalam motor, hal ini dapat saja diakibatkan servis yang kurang baik misalnya saringan udara kotor atau manifold bocor.
2. Erosi adalah akibat dari aus karena gesekan.
3. Korosi adalah hasil dari unsur yang diproduksi pembakaran.

Gambar 2 memperlihatkan cara pemeriksaan keausan silinder dengan menggunakan cylinder bore gauge.



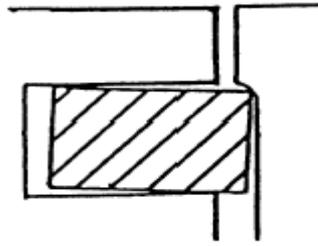
Gambar 2. Memeriksa keausan silinder.

Ketirusan, keovalan dan distorsi yang terjadi pada silinder harus diperiksa dan disesuaikan dengan spesifikasi pabrik. Hal ini didapatkan dengan mengukur silinder dengan menggunakan mikrometer dalam, telescoping gauge, mikrometer luar dan cylinder bore gauge. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat adalah dengan menggunakan alat cylinder bore gauge.

Keausan maksimum yang terjadi pada silinder terdapat pada bagian atas silinder yang dilalui oleh cincin torak, dan keausan ini akan lebih kecil ke arah bagian titik mati bawah (TMB). Bentuk keausan ini terjadi akibat temperatur dan tekanan akibat pembakaran di daerah atas silinder dan pelumasan pada daerah ini kurang. Selanjutnya torak bergerak ke arah bawah silinder dimana temperatur dan tekanan mulai berkurang dan pelumasan pada daerah ini lebih baik dibandingkan dengan pelumasan di daerah atas silinder.

Keausan yang terjadi pada silinder juga dapat berbentuk oval. Keovalan ini biasanya diakibatkan oleh sisi kerja torak dimana akibat kekakuan batang torak dan juga oleh tekanan kompresi dan pembakaran yang membuat torak membentuk sudut tekan terhadap kerja poros engkol.

Gambar 3 memperlihatkan ridge pada bagian atas silinder.

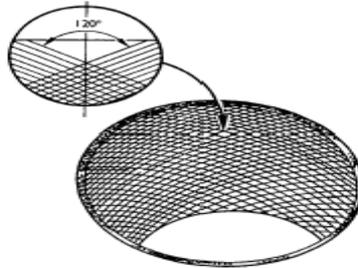


Gambar 3. Ridge silinder

Batas keausan pada daerah yang dilalui cincin torak disebut ridge, pada daerah titik mati atas (TMA). Tonjolan (ridge) ini harus dibuang terlebih dahulu sebelum torak dilepaskan hal ini untuk menghindari kerusakan pada saat melepas torak dan cincinnya ataupun pemasangan cincin torak yang baru.

Apabila keausan masih dibawah limit maka pembentukan kembali kondisi silinder dapat dilakukan dengan motor dan batu honing. Honning model sikat dapat digunakan untuk pekerjaan finishing dan sekaligus membentuk garis-garis lingkaran pada dinding silinder untuk membantu pelumasan dan mempertinggi kerja cincin torak. Setelah selesai finishing maka harus dilakukan pembersihan terhadap partikel-partikel untuk mencegah keausan yang tidak pada waktunya.

Gambar 4 memperlihatkan garis-garis lingkaran pada dinding silinder yang diproduksi motor honing.



Gambar 4. Garis lingkaran honing

Apabila silinder masih dalam ukuran limit maka biasanya untuk memperbaiki permukaannya dapat menggunakan honing, walaupun beberapa pabrik memproduksi cincin torak yang tidak memerlukan garis-garis lingkaran. Perbaikan dapat meliputi melepas ridge dengan menggunakan honing. Apabila keadaan gangguan yang terjadi pada silinder telah melampaui limit maka perbaikannya akan menggunakan motor reboring yang mana diameter silinder menjadi diperbesar hal ini akan menyebabkan penggunaan torak yang diameternya juga diperbesar, atau dapat juga memboring silinder dan memasang tabung yang baru yang ukurannya tetap standar. Pada motor yang silindernya dapat dilepas selalu menggunakan tabung silinder kering ataupun basah.

### Poros Engkol

Hal-hal yang perlu diperiksa pada jurnal poros engkol adalah keausan. Oval, tirus, goresan dan keausan adalah sesuatu yang perlu ditemukan pada poros engkol.

Keovalan atau kebalangan bantalan jalan poros engkal adalah akibat tekanan yang berulang-ulang pada langkah usaha. Tekanan yang berlebih ini secara terus menerus terjadi pada salah satu bantalan jalan saja, yang mengakibatkan keausan terjadi pada satu bantalan jalan lebih besar dari yang lainnya.

Secara umum penyebab terjadinya ketirusan pada bantalan jalan adalah akibat batang torak yang tidak seimbang. Ketirusan juga dapat diakibatkan oleh kesalahan pemasangan metal sisipan.

Penyebab pertama terjadinya goresan pada jurnal poros engkol adalah akibat ketidakbersihan pada saat melakukan reparasi. Partikel-partikel karbon atau benda yang menyerupai pasir yang terdapat pada metal sisipan akan bergesekan dengan jurnal poros engkol sehingga terjadi goresan-goresan.

Kerusakan pada metal sisipan akan terjadi karena permasalahan tersebut diatas. Kerusakan permukaan metal sisipan akan mengakibatkan kerusakan pada poros engkol. Hal lain yang menyebabkan kerusakan metal sisipan adalah kekurangan oli pelumas.

## **Bantalan**

Bantalan atau metal sisipan membutuhkan celah untuk ruang pemuaian akibat panas dan ruang penyaluran oli pelumas. Celah ini harus dipelihara seminimum mungkin oleh karena itu dalam pengukurannya hendaknya dilakukan dengan tepat dan metoda yang benar. Secara umum ada dua alat ukur untuk mendapatkan hasil pengukuran yang akurat yaitu:

1. Plastigage atau flexigage, yang terdiri dari batang plastik tipis yang ditempatkan diantara jurnal poros engkol dengan bantalan sisipan. Kemudian tutup bantalan dipasang dan dikencangkan bautnya hingga momen spesifikasi. Setelah itu tutup bantalan dibuka maka akan terlihat plastik ukur tersebut akan menjadi tertekan /gepeng hal inilah yang disesuaikan dengan skala khusus yang terdapat pada bungkus plastigage.
2. Dengan mengukur diameter jurnal poros engkol dan diameter bantalan sisipan dengan menggunakan alat micrometer luar atau micrometer dalam dan telescoping gauges.

Pengabaian untuk mengusahakan celah sesuai dengan spesifikasi akan mempercepat kerusakan pada bantalan itu sendiri. Celah yang berlebihan dapat disebabkan oleh panas yang berlebihan maupun goresan pada bantalan dan jurnal poros engkol yang menjadi lebih besar akibat oli pelumas yang kurang. Celah yang terlalu besar akan mengakibatkan tekanan oli pelumas menjadi rendah dan suara motor lebih berisik juga kebutuhan oli pelumas akan menjadi lebih besar dari kebutuhan normal.

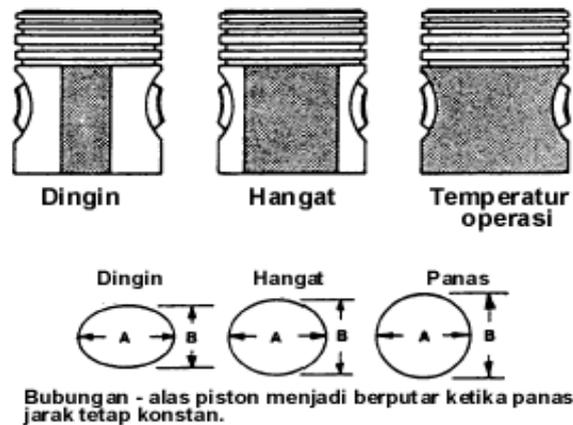
Untuk memperpanjang umur pemakaian bantalan adalah agar komponen-komponen motor yang akan drakit kembali harus dalam keadaan bersih dan dalam spesifikasi. Tidak pernah memberi oli pada bagian belakang bantalan sisipan sebelum dipasang dan yakinkan bahwa lobang oli telah tepat dan sesuai. Ikutilah petunjuk yang terdapat pada buku pedoman reparasi.

## **Torak**

Cam grinding pada torak bertujuan untuk mencegah celah yang berlebihan yang mengakibatkan torak bekerja memukul silinder pada saat motor masih dingin. Sebab torak terbuat dari paduan aluminium maka nilai pemuaianya akan lebih cepat dibandingkan dengan silinder yang terbuat dari besi tuang. Apabila celah cukup kecil untuk mencegah pukulan torak terhadap silinder dan mencegah blow by pada saat motor masih dingin maka gesekan dan goresan akan terjadi antara torak dengan silinder apabila motor telah mencapai temperatur kerja.

Cam ground pada torak adalah dimana diameter sisi kerja lebih besar dari diameter sisi yang segaris dengan pena torak. Pada keadaan torak masih dingin bidang yang sempit dari sisi torak kontak dengan dinding silinder. Setelah temperatur torak naik, maka bagian sisi sekeliling bos pena torak mengalami pemuaian yang lebih besar. Bilamana torak telah mencapai temperatur kerja maka sisi torak yang kontak dengan dinding silinder akan menjadi bulat.

Gambar 5 memperlihatkan cam ground torak akan menjadi bulat apabila torak mencapai temperatur kerja.

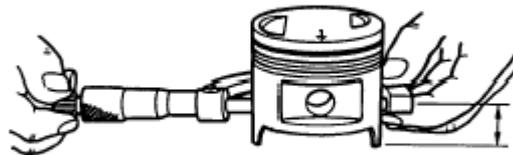


Gambar 5. Cam ground torak

Torak dengan topangan baja adalah jenis lain yang digunakan untuk mengatasi pemuaian yang berlebihan pada torak. Topangan baja dicor bersama dengan torak, menghubungkan skirt ke lobang pena torak. Baja yang pemuaiannya rendah dimasukkan untuk menahan pemuaian torak.

Alur-alur horizontal juga ada yang digunakan untuk mengatasi pemuaian yang berlebihan pada torak. Hal ini dicapai dengan menahan panas tidak mengalir kebawah ke sisi kerja skirt. Alur-alur ini dibuat didaerah alur cincin oli torak.

Gambar 6. memperlihatkan posisi yang benar dalam mengukur diameter torak.



Gambar 6. Mengukur diameter torak

Peralihan dari titik mati atas langkah kompresi ke langkah usaha menyebabkan torak memukul apabila celah terlalu besar.

### Cincin Torak

Apabila cincin torak aus, akan kehilangan kepegasannya akibat dari panas yang berlebih atau dinding silinder yang telah menjadi licin (mengkilap), maka gas yang bertekanan diatas torak akan bocor kedalam ruang engkol. Keadaan ini disebut blow-by yang mengakibatkan menurunkan efisiensi motor. Karena pada kerjanya cincin torak menerima temperatur akibatnya cincin torak akan memuai dan hal ini jangan sampai mengganggu fungsinya. Untuk masalah ini maka celah antara ujung cincin torak harus diperhitungkan dengan cermat, karena apabila selah tersebut terlalu kecil akan mengakibatkan ujung cincin torak akan bersentuhan pada saat menerima panas dan terjadi pemuaian hal ini dapat menyebabkan cincin torak patah, dan sebaliknya apabila celah tersebut terlalu besar maka akan terjadi kebocoran gas sehingga mengurangi tenaga motor.

Gambar 7. memperlihatkan posisi yang benar dalam mengukur celah ujung cincin torak didalam silinder dengan menggunakan alat feeler gauge.



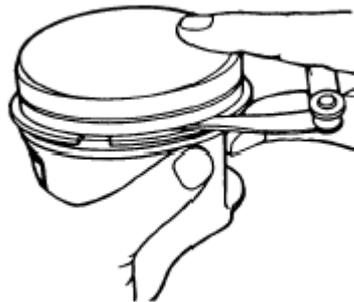
Gambar 7. Celah ujung cincin torak.

Celah ujung cincin torak diukur dengan cara menempatkan cincin kedalam silinder kemudian mendorongnya dengan menggunakan torak secara terbalik kearah bawah silinder, kemudian ukurlah celah antara ujung cincin torak dengan memasukkan feeler gauge kedalam celah tersebut.

Celah belakang cincin torak juga sebaiknya diukur. Jika celah ini terlalu kecil, kemungkinan cincin torak akan mengakibatkan terjadi goresan pada dinding silinder.

Celah samping juga diukur untuk beberapa cincin kompresi, hal ini untuk membantu tekanan dari pembakaran untuk mendorong cincin torak sehingga penyekatan cincin torak terhadap silinder akan semakin kuat dan baik sehingga gas diatas torak tidak menjadi bocor.

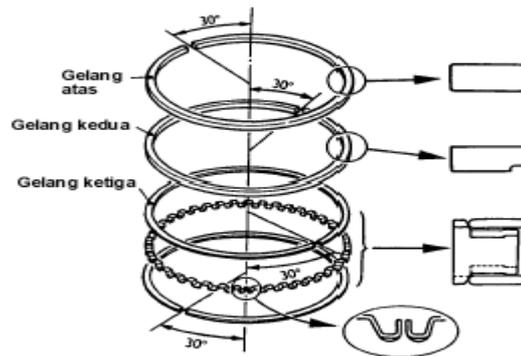
Gambar 8. memperlihatkan bagaimana mengukur celah samping cincin torak yang ditempatkan pada alurnya.



Gambar 8. Celah samping cincin torak.

Apabila akan memasang torak dan kelengkapannya kedalam silinder, maka formasi penempatan cincin torak harus menjadi perhatian seperti terlihat pada gambar 9. berilah pelumasan pada cincin torak dan pena torak dengan oli motor selanjutnya pasanglah torak dan kelengkapannya tersebut dengan menggunakan alat khusus yang dikenal dengan "ring kompressor"

Gambar 9 memperlihatkan formasi penempatan yang benar terhadap cincin torak sebelum dipasang.



Gambar 9. Formasi penempatan cincin torak.

Catatan:

Selama melakukan pemasangan harus selalu berpedoman kepada buku pedoman reparasi dan daftar spesifikasi pabrik.

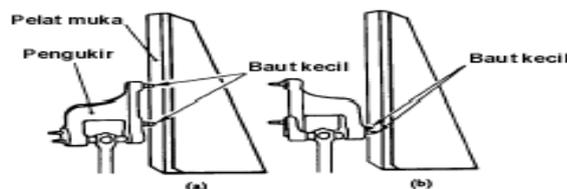
### Batang Torak

Pemeriksaan terhadap crush bantalan sisipan batang torak adalah sama dengan pemeriksaan crush bantalan sisipan bantalan utama poros engkol. Setelah bantalan sisipan dipasangkan dan memasang baut serta mengencangkannya sesuai spesifikasi selanjutnya melepas salah satu baut pengikat tutup batang torak sehingga menghasilkan celah antara batang dan tutupnya celah inilah diukur dengan feeler gauge.

Ketidakseimbangan batang torak dapat mengakibatkan kerusakan atau keausan yang lebih cepat pada torak, pena torak, ujung besar batang torak dan poros engkol. Suara berisik, kebutuhan oli yang lebih banyak dan kehilangan tenaga dapat diakibatkan oleh ketidak seimbangan batang torak.

Ketidakseimbangan batang torak dapat diakibatkan oleh kepuntiran atau kebengkokan yang terjadi pada batang torak. Untuk memeriksa ketidakseimbangan batang torak diperlukan peralatan khusus, yang meliputi face-plate, mandrel, dan "sea lion" atau jig.

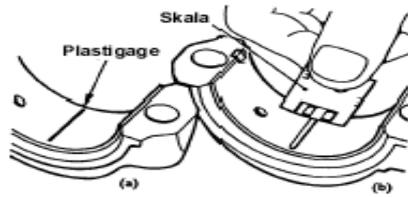
Gambar 10 memperlihatkan pemeriksaan kepuntiran dan kebengkokan batang torak.



Gambar 10. Keseimbangan batang torak

Celah antara bantalan sisipan dengan jurnal batang torak hendaknya dapat dipelihara dalam angka minimum untuk mencegah suara berisik dan tekanan oli yang menjadi rendah. Seperti telah dijelaskan sebelum ini bahwa yang paling banyak digunakan dan hasil pengukurannya lebih akurat adalah dengan menggunakan plastigage atau flexigauge.

Gambar 11 memperlihatkan penggunaan plastigage untuk memeriksa celah antara bantalan sisipan dengan jurnal batang torak.



Gambar 11. Plastigage

Catatan:

Selama pemasangan bantalan harus selalu menggunakan buku pedoman reparasi dan spesifikasi pabrik.

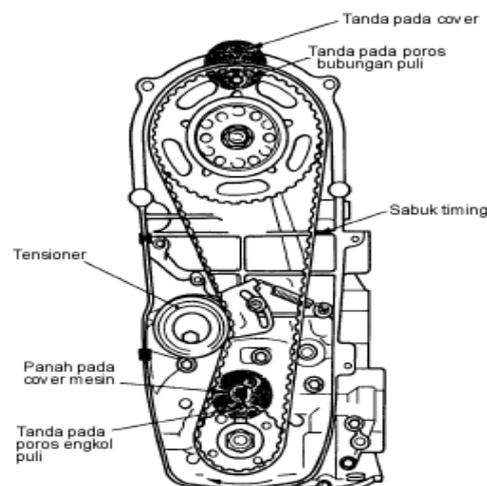
### Poros Bubungan

Alat khusus dipasangkan untuk mengontrol ketegangan dan gerakan rantai timing. Adapun alat tersebut seperti; pad, penyetel sproket secara manual, pegas dan penyetel tegangan otomatis. Alat ini dapat mengurangi suara dan mencegah bantingan rantai atau getaran yang dapat menyebabkan rantai rusak.

Penyetel rantai otomatis menggunakan pegas untuk mengontrol tegangan minimum bilamana tekanan oli belum cukup. Apabila tekanan oli telah naik sesuai dengan tegangan rantai, selama motor beroperasi, maka tegangan rantai akan dipelihara oleh tekanan hidrolik.

Pada motor yang poros bubungannya dikepala banyak yang menggunakan jenis sabuk bergigi. Sabuk ini memiliki keuntungan termasuk tidak berisik, tidak membutuhkan oli pelumas dan penyetel tegangan dapat bekerja pada bagian belakang sabuk. Pada pemasangan sabuk harus hati-hati dimana arah putaran dan ketegangan sabuk harus sesuai.

Gambar 12. memperlihatkan prosedur timing pada sabuk penggerak poros bubungan yang ditempatkan dikepala silinder motor.



Gambar 12. Sabuk Timing

Prosedur timing untuk setiap motor dapat berbeda-beda, itulah sebabnya untuk selalu melihat buku pedoman reparasi yang sesuai dengan motor yang sedang dikerjakan. Apabila sabuk timing akan dipakai kembali (tidak diganti baru) maka sabuk timing harus terlebih dahulu diberi tanda sebelum melepas.

Catatan:

Selama pemasangan bantalan harus selalu menggunakan buku pedoman reparasi dan spesifikasi pabrik.

### **Pelumasan Motor**

Pemeriksaan pada sistem pelumasan meliputi, oli pelumas dan komponen-komponen sistem pelumas misalnya pompa oli, saringan dan lain sebagainya. Tekanan oli yang berlebihan dapat saja diakibatkan kesalahan penggunaan pada mekanik penggerak dan pompa rodagigi atau rotor.

Strainer akan mencegah partikel-partikel atau kotoran masuk kepompa dan dapat merusak pompa oli.

Celah antara gigi, rotor dan rumah pompa harus pada celah minimum agar tekanan oli dapat dicapai sesuai spesifikasi dalam berbagai kondisi temperatur dan beban.

### **Memasang Kembali**

Prosedur pemasangan akan berbeda-beda pada setiap motor sesuai desain dan pembuatannya. Terlepas dari hal ini, beberapa tindakan pencegahan dan urutan secara umum dalam pemasangan motor adalah:

- Membaca buku pedoman reparasi.
- Komponen harus dalam keadaan bersih
- Membersihkan gasket atau perekat yang menempel.
- Memberi oli pelumas pada komponen saat pemasangan.
- Memeriksa ketepatan ukuran pada komponen yang baru.
- Mengencangkan baut/mur sesuai dengan momen spesifikasi.
- Jangan sampai merusak komponen saat memasang.
- Mengikuti urutan yang sesuai.
- Meyakinkan bahwa seluruh komponen adalah sesuai dan tepat.
- Memeriksa penyetelan komponen telah sesuai dan tepat.
- Menggunakan alat-alat yang sesuai dan tepat.
- Mengikuti peraturan keselamatan kerja.
- Bekerja dengan menggunakan akal sehat.

Hal tersebut diatas hanyalah merupakan pedoman secara umum dan dalam pelaksanaannya harus bersama dengan buku pedoman reparasi yang sesuai.

Catatan:

Selama pemasangan bantalan harus selalu menggunakan buku pedoman reparasi dan spesifikasi pabrik.

Jangan melakukan kegiatan lain sebelum memeriksakannya pada guru anda.

Apabila anda ragu akan sesuatu jangan lakukan, dan pergilah menanyakannya pada guru anda.

Ikutilah seluruh peraturan keselamatan kerja, apabila anda kurang yakin akan hal tertentu tentang keselamatan kerja, maka tanyalah pada guru anda.

Ingatlah selalu bahwa keselamatan kerja selalu mulai dari diri anda.