



Engine Service

Hak Cipta oleh Hyundai Motor Company. Alih bahasa oleh Training Material & Development.
Buku ini tidak boleh diperbanyak tanpa persetujuan dari Hyundai Motor Company.

<http://training.hmc.co.kr>

daniyusuf@gmail.com



Bab 1. Pemeriksaan di kendaraan

1. Nomer Identitas Kendaraan (VIN)
2. Nomer Identitas Engine (EIN)
3. Pemeriksaan Engine oil
4. Pengetesan Pengapian
5. Pengetesan kerja Injector
6. Pemeriksaan putaran stasioner
7. Pemeriksaan waktu pengapian
8. Pengetesan keseimbangan tenaga Engine
9. Pengetesan kerja pompa bahan bakar
10. Pengetesan tekanan bahan bakar
11. Pengetesan kompresi Cylinder

Bab 2. Cylinder Head

1. Penyetelan celah Valve
2. Penyetelan MLA shim
3. Melepas dan mengencangkan baut Cylinder head
4. Metode pengencangan baut
5. Mengukur kerataan cylinder head
6. Pemeriksaan kelurusan camshaft
7. Pengukuran cam lift

Bab 3. Timing System

1. Pemeriksaan Timing belt
2. Perhatian saat pemasangan Timing belt

Bab 4. Crankshaft

1. Perhatian saat melepas dan mengencangkan main bearing cap
2. Mengukur celah oil crankshaft
3. Mengukur end play atau celah thrust bearing
4. Memeriksa kelurusan crankshaft

Bab 5. Piston, Piston Ring dan Cylinder

1. Mengukur gap ujung piston ring
2. Mengukur side clearance piston ring
3. Perhatian saat memasang piston ring
4. Mengukur keausan cylinder

Lampiran 1

1. Penggunaan Vernier caliper
2. Penggunaan Micrometer
3. Penggunaan Dial gauge
4. Unit Symbol
5. Unit Persamaan

Lampiran 2

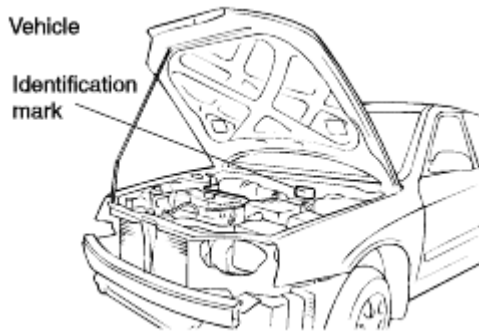
Lembar Praktek



Bab 1

Pemeriksaan di kendaraan

1. Nomer identitas kendaraan (VIN)



Nomer identitas kendaraan (VIN) terletak di bagian atas ruang engine. Nomer identitas kendaraan terdiri dari 17 digit

K M H W L 4 3 D P Y A 0 0 0 0 0 1
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

1. W.I.C. (World manufacture's Identification Code)

a. Negara

Kode	Penjelasan
K	KOREA
M	INDIA
N	TURKEY
2	CANADA

b. Perusahaan

Kode	Penjelasan
A	HMI (HYUNDAI INDIA)

H	HACI(HYUNDAI CANADA)
L	HAOS(HYUNDAI TURKEY)
M	HMC (HYUNDAI KOREA)

c. Tipe kendaraan

H : Passenger car

2. Line and drive

W : EF SONATA

3. Model & Series

L : Standard (L) or Wagon

M : Deluxe (GL)

N : Super deluxe (GLS)

4. Tipe body

4 : Sedan 4DR

5. Restraint system

3 - Driver side : A/ Belt + A/Bag,

Passenger side : P/Belt

4 - A/ Belt + A/ Bag (Driver side + Passenger side)

5 - Depowered A/Bag

[Catatan]

A/Belt : Active belt

P/Belt : Passive belt

A/Bag : Air bag

6. Tipe Engine

B : G 2.0 I4

D : G 2.4 I4

F : G 2.7 V6

7. Sisi pengemudi

P : LHD (Left hand driver)

R : RHD (Right hand driver)

8. Tahun pembuatan

Y - 2000 Model Year 2 - 2002 Model Year

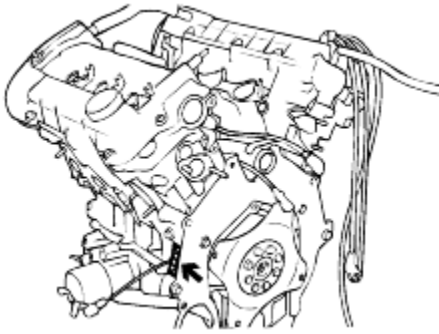
1 - 2001 Model Year 3 - 2003 Model Year

9. Pabrik

A - ASAN (KOREA)

10. Nomer urut produksi 000001 - 999999

2. Nomer identitas engine



Nomer identitas engine terdiri dari 11 digits.

G	6	B	A	1	0	0	0	0	0	1

1	2	3	4	5	6					

1. Bahan bakar

G - Gasoline

2. Engine range

4 - In line 4 cycle 4 cylinder

6 - V type 4 cycle 6 cylinder

3. Engine development order

J - Sirius engine

B - Delta engine

4. Kapasitas Engine A - 2656 ccP - 1997 ccS - 2351 cc

5. Tahun produksi 1 – 2001

2 – 2002

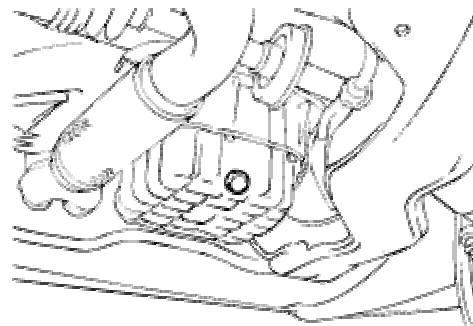
6. Nomer urut produksi

000001 - 999999

3. Oli Engine

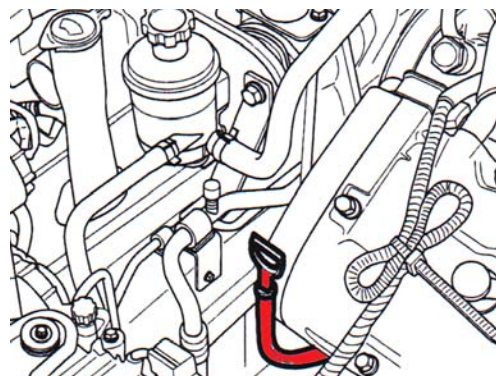
Penggantian

1. Lepas tutup pengisian oli dan drain plug. Keluarkan Oli engine.
2. Kencangkan drain plug sesuai spesifikasi.
3. Momen pengencangan baut oil pan
35 ~ 45 Nm (350 ~ 450 kg.cm)



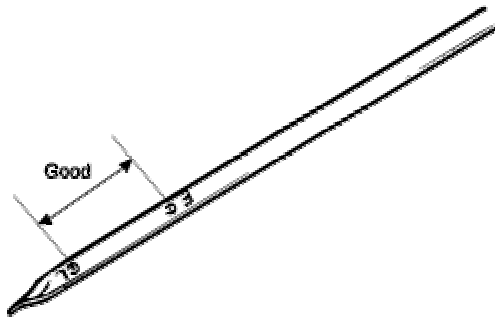
4. Isi oli mesin baru melalui lubang pengisian. Jangan melebihi dari spesifikasi karena bisa menyebabkan masuk angin dan hilangnya tekanan oli.
5. Pasang tutup pengisian oli.
6. Hidupkan dan jalankan mesin
7. Matikan mesin kemudian periksa jumlah oli. Tambahkan bilamana perlu.

Pemeriksaan jumlah oli



1. Kondisi pemeriksaan
- Kendaraan diparkir pada permukaan rata

- Tunggu kira-kira 10 menit setelah engine dimatikan dan periksa 2~3 kali
- 2. Periksa jumlah oli dengan dipstick.
- 3. Level oli harus antara max dan min (F dan L)



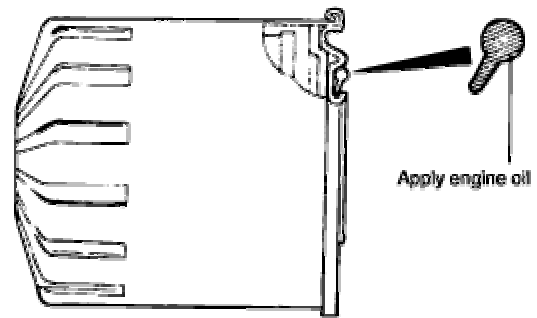
- 4. Tambahkan oli bila perlu.
- 5. Jangka waktu penggantian oli
 - Setiap 7,500km pada kondisi normal
 - Setiap 5,000km pada kondisi berat

* Kondisi berat ?

- Kendaraan sering jalan dengan jarak pendek
- Kendaraan sering pada jalan tidak beraspal
- Sering Idle dalam waktu lama
- Kendaraan sering jalan pada jalan yang berat

Penggantian engine oil filter

1. Gunakan filter wrench untuk melepas oil filter.
2. Sebelum memasang oil filter baru pada engine, oleskan oli baru pada permukaan oil seal.
3. Kencangkan oil filter sampai batas spesifikasi. Momen pengencangan : 12 ~ 16 Nm (120 ~ 160 kg.cm, 9 ~ 12 lb.ft)
4. Hidupkan dan jalankan engine dan periksa dari kebocoran oli
5. Setelah mematikan engine, periksa jumlah oli dan tambahkan bila perlu.



4. Spark test

1. Untuk memeriksa kerja ignition system.
2. Lepas kabel tegangan tinggi dari spark plug.
3. Periksa api yang terjadi dari kabel tegangan tinggi.

Perhatian! Tegangan tinggi



5. Pengetesan kerja injektor

Suara Injector

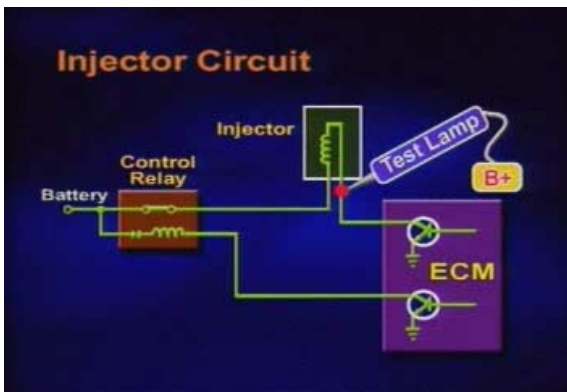
1. Untuk memeriksa kerja injector.
2. Tempelkan stethoscope atau obeng pada injector saat engine hidup.
3. Suara kerja dari plunger atau needle valve dapat diperiksa.



Pemeriksaan kerja dengan test lamp

Untuk memeriksa kerja injector.

1. Hubungkan ujung test lamp pada positive terminal battery, dan hubungkan ujung yang lainnya pada terminal injector sisi ECM.



2. Crank atau hidupkan engine untuk memeriksa kedipan lampu.



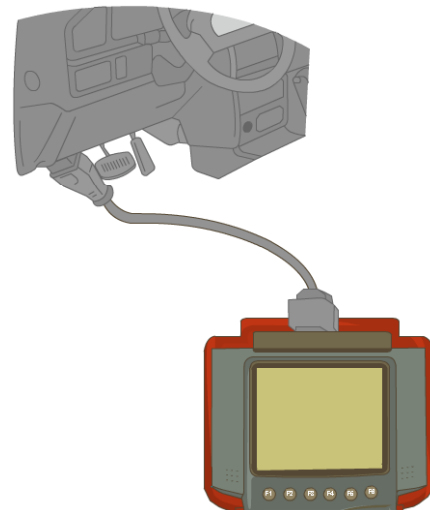
4. Melalui tes ini, kita dapat memeriksa bahwa ECM mengontrol injector dengan tepat atau ada kesalahan pada wiring.

6. Pemeriksaan putaran Idle

Engine dalam kondisi hidup harus di periksa pada initial stage dari troubleshooting. Pada

kondisi idle, RPM dan torque rendah dan reaksi dari engine mungkin gampang terlihat. Juga, idle RPM mungkin dapat diperiksa saat idle dan informasi sehubungan effects dari problem dapat di periksa.

1. Kondisi pemeriksaan
 - Engine mencapai temperatur kerja
 - Semua beban electrical off
 - A/T : "P" atau "N"
 - Ignition timing normal
2. Kendorkan akselator kable
3. Pasang hi-scan ke data link connector



4. Bila engine tidak dilengkapi pengontrol idle dengan tipe step motor, lakukan langkah selanjutnya. Bila engine dilengkapi pengontrol idle tipe step motor, hubungkan ke ground terminal ignition adjustment.
5. Hidupkan engine
6. Periksa idle rpm
7. Idle rpm tidak bisa distel manual. Sehingga bila terjadi masalah pada rpm, periksa setiap komponen yang berhubungan.
8. Bila engine dilengkapi step motor dan rpm tidak tepat, setel idle rpm menggunakan idle rpm adjusting screw setelah memeriksa ignition timing dan endapan karbon.

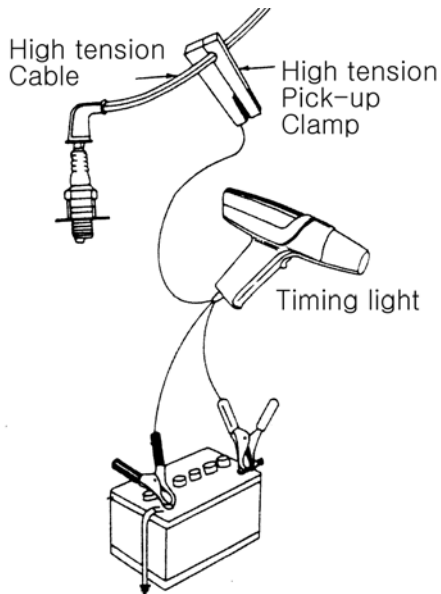
7. Pemeriksaan Ignition timing

Sistem bahan bakar dan sistem pengapian harus berfungsi dengan benar supaya engine bekerja dengan sempurna. Jadi, kerja setiap sistem bahan bakar dan sistem pengapian harus sesuai dengan diagnosa. Fungsi dari ignition timing adalah untuk memeriksa sistem pengapian berfungsi dengan benar.

1. Kondisi pemeriksaan

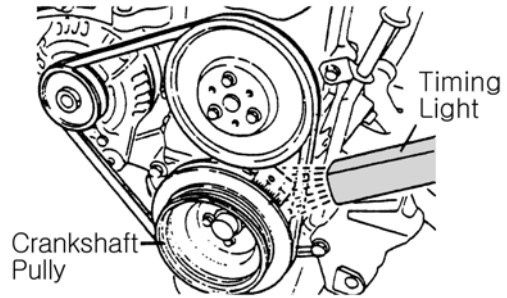
- Hidupkan engine sampai mencapai temperature kerja
- Matikan semua beban electrical
- A/T : "P" atau "N"
- Idle rpm engine adalah normal

2. Pasang timing light



2. Bila dilengkapi, hubungkan ke ground terminal penyatel ignition timing.

3. Periksa ignition timing melalui timing light



4. Setel ignition timing bila ignition timing diluar spesifikasi.

5. Bila timing tidak dapat di setel (beberapa engine ignition timingnya tidak bisa distel), silakan periksa komponen yang berhubungan.

Catatan !

Jangan gunakan hiscan untuk memeriksa ignition timing. Data ignition timing yang terdapat pada current data hiscan adalah tidak aktual ignition timing tapi adalah electrical timing.

8. Pemeriksaan power balance

1. Untuk menemukan masalah pada salah satu cylinder dari engine.
2. Bila kondisi idle tidak bagus, lepas high-tension cable dari tiap cylinder satu persatu dan perhatikan keseimbangan tenaga yang terjadi.



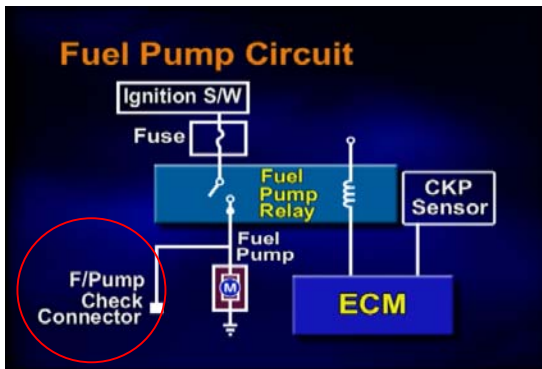
3. Melalui pemeriksaan ini, masalah pada

cylinder dapat ditemukan sehingga problem dapat didiagnosa dengan pemeriksaan sistem bahan bakar, sistem pengapian dan tekanan kompresi cylinder, mungkin terjadi masalah yang terjadi pada cylinder bersangkutan.

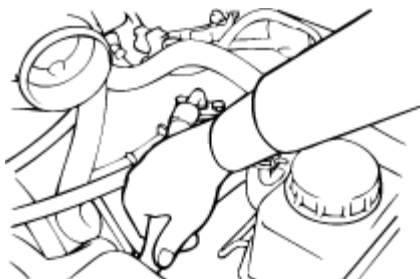
9. Pemeriksaan Kerja Fuel pump

1. Ignition switch posisi OFF.
2. Berikan tegangan positif battery ke terminal pemeriksaan fuel pump untuk memeriksa kerja fuel pump.

Lihat shop manual letak terminal pemeriksaan fuel pump.



3. Dengarkan suara kerja dari fuel pump dekat fuel tank. (tipe fuel pump di dalam fuel tank dan suara sangat susah terdengar tanpa melepas tutup pengisian bahan bakar.)
4. Tekan hose untuk memeriksa adanya tekanan bahan bakar.



10. Pemeriksaan Tekanan Bahan Bakar

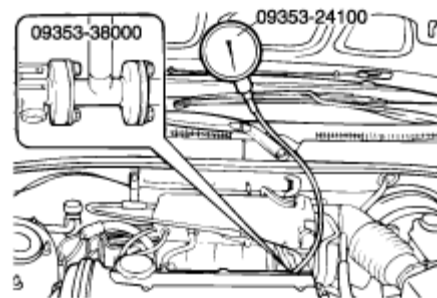
Kebenaran fungsi sistem bahan bakar sangat menentukan kerja engine untuk berputar secara sempurna. Pemeriksaan tekanan bahan bakar digunakan untuk mengetahui kondisi fuel pipe, fuel hose, fuel filter, fuel pressure regulator, fuel pump dan return hose.

1. Kurangi tekanan bahan bakar didalam fuel pipe dan hoses dengan prosedur berikut.
2. Lepas konektor kabel fuel pump.
3. Hidupkan engine sampai engine stall, putar ignition switch ke posisi OFF.
4. Lepas terminal negatif battery.
5. Lepas bolt penghubung fuel line ke fuel delivery pipe.

[PERHATIAN]

Tutuplah hose connection dengan kain lap untuk menghindari cipratan bahan bakar yang disebabkan oleh tekanan bahan bakar di fuel line.

6. Dengan menggunakan fuel pressure gauge adapter, pasanglah fuel pressure gauge ke fuel pressure gauge adaptor. Kencangkan bolt sesuai dengan spesifikasi.



7. Pasang terminal battery negative (-).
8. Berikan tegangan battery ke terminal pemeriksaan fuel pump untuk mengaktifkan fuel pump secara langsung, lalu dengan adanya tekanan bahan bakar, periksa dari adanya kebocoran bahan bakar dari pressure gauge atau dari konektornya.



9. Hidupkan engine dengan putaran idle.
10. Lepaskan vacuum hose dari pressure regulator, dan tutuplah ujung hose. Ukurlah tekanan bahan bakar saat idle.
11. Ukur tekanan bahan bakar saat vacuum hose terpasang pressure regulator.
12. Bila hasil pengukuran pada langkah (10) dan (11) tidak sesuai dengan nilai standar, gunakan table dibawah ini untuk melihat kemungkinan penyebabnya, dan lakukan beberapa perbaikan.

Kondisi	Kemungkinan penyebab	Cara mengatasinya
Tekanan bahan bakar terlalu rendah	Fuel filter tersumbat	Ganti fuel filter
	Fuel bocor pada sisi pengembalian, sebab dudukan fuel-pressure regulator longgar.	Ganti fuel pressure regulator
	Tekanan fuel pump rendah	Periksa fuel hose dlm fuel tank dari kebocoran atau ganti fuel pump
Tekanan bahan bakar terlalu tinggi	Fuel-pressure regulator macet	Ganti fuel pressure regulator
	Fuel return hose atau pipe bengkok atau buntu	Perbaiki atau ganti hose atau pipe
Tidak ada perbedaan tekanan bahan bakar saat vacuum hose terpasang atau tidak.	Buntu, atau rusak pada vacuum hose atau nipple	Perbaiki atau ganti vacuum hose atau nipple
	Mampet atau dudukan fuel pressure regulator longgar	Perbaiki atau ganti hose atau pipe

13. Matikan engine dan periksa dari perubahan pembacaan dalam fuel pressure gauge, harus tahan kurang lebih 5 minute.
14. Bila tekanan turun , periksa rata rata

penurunannya. Hilangkan problem sesuai dengan table berikut.

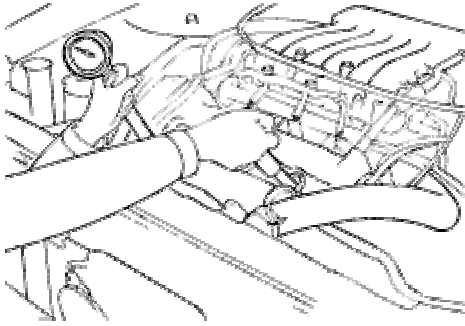
Kondisi	Penyebab	Cara mengatasi
Fuel pressure turun perlahan setelah engine di matikan	Injector bocor	Ganti injector
Fuel pressure turun drastis setelah engine dimatikan	Check valve dalam fuel pump terbuka	Ganti fuel pump

15. Turunkan tekanan dalam fuel line.
16. Lepaskan hose dan gauge.
[PERHATIAN]
Tutupi sambungan hose dengan kain lap untuk menghindari percikan bahan bakar yang disebabkan tekanan pada fuel line.
17. Gantilah O-ring pada ujung hose.
18. Hubungkan fuel hose ke delivery pipe dan kencangkan sesuai dengan spesifikasi.
19. Periksa dari kebocoran.

11. Pemeriksaan Kompresi Cylinder

Untuk memeriksa kondisi piston ring, cylinder head gasket, valve seat, valve and valve spring.

1. Kondisi pemeriksaan Jumlah engine oil, starter motor dan battery adalah normal
2. Lepas spark plug
3. Pasangkan compression gauge ke lubang spark plug



4. Injak accelerator pedal untuk membuka penuh throttle valve
5. Cranklah engine dan baca gauge
6. Ulangi langkah 2 sampai 4 pada semua cylinder dan periksa perbedaan tekanan pada tiap cylinder
7. Bila tekanan cylinder atau perbedaan tekanan dibawah spesifikasi, tambahkan sedikit engine oil melalui lubang spark plug.
 - Bila penambahan oil membuat kompresi naik.
 - Item yang dicurigai : cylinder dan piston ring, piston atau ring patah
 - Bila tekanan kompresi sama setelah penambahan oil

Item yang dicurigai : valve, valve spring, valve seat, cylinder head gasket

Bab 2. Cylinder Head

1. Valve clearance (Celah Katup)

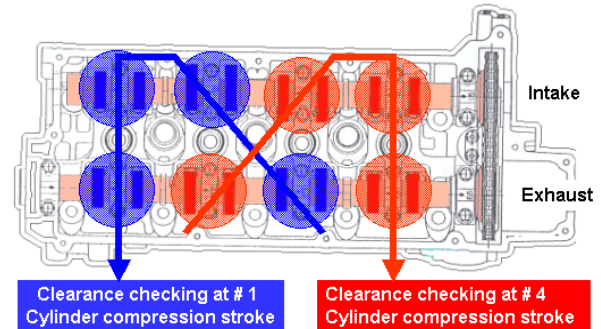
- Alasan mengapa valve clearance harus dipertahankan

Mengacu pada ekspansi panas, maka pada rocker arm dan valve stem end harus terdapat celah katup. Kalau celah katup terlalu longgar atau sempit, maka akan timbul masalah seperti sebagai berikut.

- Jika celah katup terlalu sempit, maka valve akan membuka terlalu awal dan menutup lambat, sehingga mengakibatkan terjadi Miss fire atau Back fire.
- Jika celahnya terlalu longgar. Then the valve shall be opened later and closed earlier, so as to make noises and shocks.

2. Cara mengontrol Valve clearance – Screw type

- Hidupkan mesin sampai mencapai temperatur normal, kemudian matikan mesin.
- Gunakan socket wrench dan latch, putar baut crank shaft pulley sampai tanda V yang terdapat pada pulley bertemu dengan tanda timing T, yang terletak dibagian tutup bawah pada timing belt. Ayunkan intake dan exhaust rocker arms pada cylinder pertama dan keempat. Jika piston pada cylinder pertama dilangkah kompresi berada pada posisi TDC, maka intake dan exhaust rocker arms pada cylinder pertama dapat digerakkan. Namun jika rocker arms pada cylinder pertama tidak mau bergerak, berarti, di cylinder pertama berada pada posisi langkah buang.



- pada langkah kompresi di cylinder pertama, periksa dan sesuaikan celah katupnya seperti tampak pada gambar dibawah ini. Cara untuk menyetel celah katup adalah seperti itu; kendurkan baut pada rocker arm; sisipkan filler gauge antara rocker arm dan valve stem end sesuai dengan spesifikasinya; sesuaikan jaraknya dengan memutar sekrup menggunakan obeng; tarik keluar thickness gauge; kemudian periksalah jaraknya.

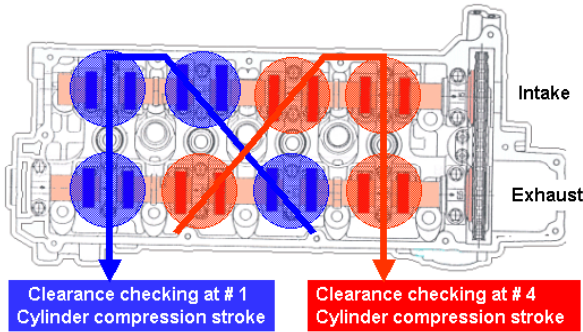


- Putar crank shaft sebanyak satu putaran untuk menempatkan cylinder keempat ke langkah kompresi. Periksa dan lakukan penyetelan pada yang lainnya.

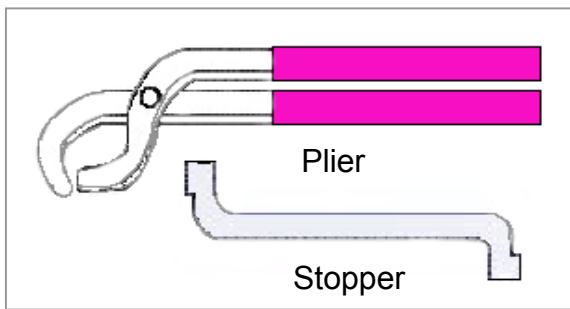
Jangan menyetel celah katup bila, mobil sudah dilengkapi dengan Hydraulic Last Adjuster.

2. Penyetelah MLA shim

- Set #1 cylinder ke TDC compression
- periksa posisi TDC pada camshaft
- Periksa celah pada
 - #1 intake valve, exhaust valve
 - #2 intake valve,
 - #3 exhaust valve



4. Putar crank shaft sebanyak satu putaran
5. Periksa clearance untuk
 - #2 exhaust valve,
 - #3 intake valve
 - #4 intake valve, exhaust valve
6. Jika celahnya diluar spesifikasi, ganti adjusting shim dengan menggunakan SST.



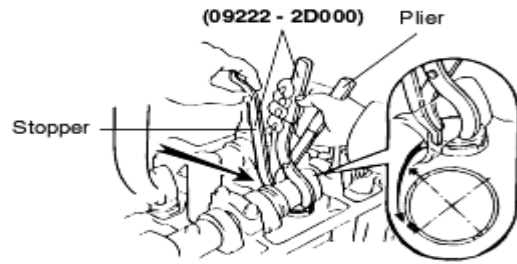
Spesifikasi (20°C)

Intake	0.12 ~ 0.28mm
Exhaust	0.2 ~ 0.36mm

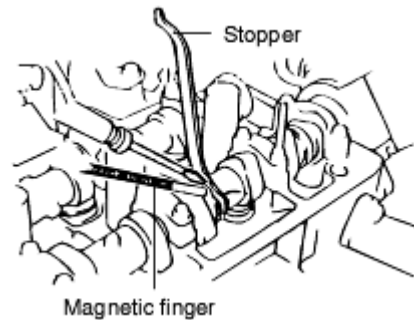
7. Lihat tabel dan cara penyetelan dari buku shop manualnya.

Cara mengganti shim?

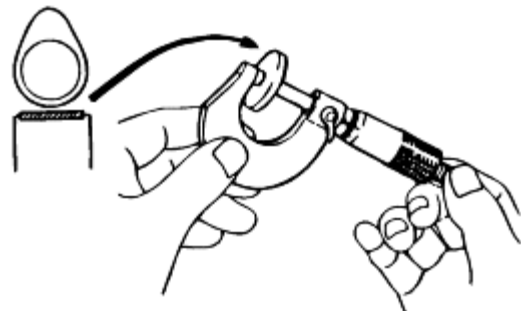
1. Putarlah crankshaft sampai cuping cam adjusting valve mengarah ke atas.
2. Gunakan special tool (09220 - 2D000), tekan kebawah valve lifter dan tempatkan stopper antara camshaft dan valve lifter kemudian lepas special tool.



3. Lepas adjusting shim dengan menggunakan obeng dan magnet.



4. Ukurlah ketebalan shim yang telah dilepas dengan menggunakan micrometer.



5. Pilihlah shim yang baru berdasarkan tabel pilihan shim di buku shop manual.

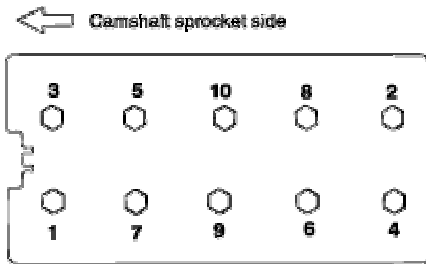
[CATATAN]
Shims yang tersedia adalah 20 macam ukuran dengan selisih 0.04 mm dari 2.00 mm sampai 2.76 mm.
6. Tempatkan adjusting shim yang baru pada valve lifter.
7. Dengan menggunakan special tool (09220 - 2D000), tekan valve lifter kemudian lepas stopper.
8. Periksa kembali celah katupnya.

[Spesifikasi pada suhu 20°C]
Intake : 0.17 - 0.23 mm
Exhaust : 0.25 - 0.31

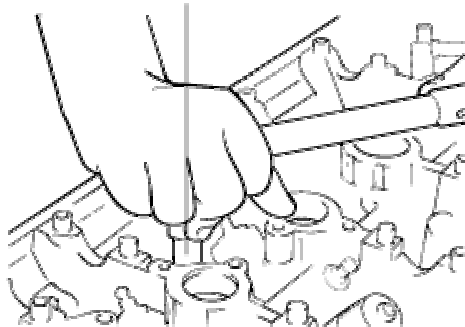
3. Melepas dan mengencangkan baut2 cylinder

1. Membongkar

Lepaskan cylinder head secara diagonal dari sisi luar ke sisi dalam, kemudian lepaskan head. Jika head agak susah untuk dilepas, pukullah dengan menggunakan palu karet secara perlahan.



09221-32001

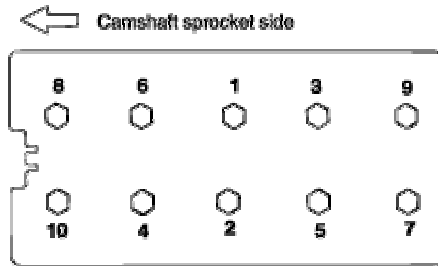


Perhatian!

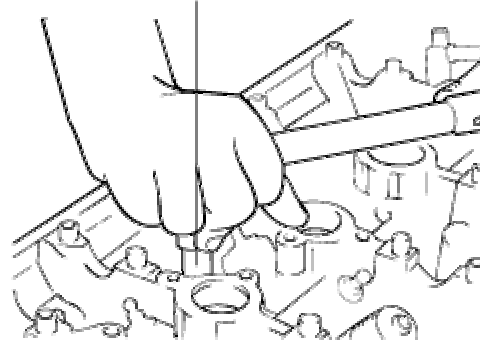
Saat melepas cylinder head, hati-hatilah jangan sampai bagian bawah cylinder head bertemu dengan lantai secara langsung.

2. Merakit kembali

- Bersihkan permukaan cylinder block dan gasket.
- Pasang kembali head gasket pada cylinder block.
- baut-baut head dikencangkan secara menyilang dari bagian dalam ke bagian luar sesuai dengan momen pengencangannya.



09221-32001



- cara pengencangan dan momem pengencangannya berbeda tergantung dari tipe mesinnya, untuk itu lihat buku pedomannya.

4. Metode pengencangan

(Torque method, Angular method)

cara pengencangan baut-baut harus mengikuti metode yang benar. Agak susah memang untuk mengencangkan secara tepat dikarenakan adanya deviasi dan beragamnya tingkat kekuatan pada baut dan mur, walaupun telah diberikan momen pengencangan sepresisi mungkin. Pada saat sekarang untuk mengencangkan baut dan mur pada mesin menggunakan metode pengencangan secara angular.

Ada dua metode pengencangan angular yaitu plasticity range dan elasticity range. Dengan menggunakan metode pengencangan angular, perubahan pada daya poros (axial force) dapat dikurangi sehingga daya cengkram akan bertambah dan deviasi pada axial force berkurang.



Perbandingan metode pengencangan baut

Item	Metode pegencangan baut		
	Metode momen	elasticity range	plasticity range
Metode pengencangan	Tight the bolt with predetermined torque	Torque (Initial) + Angle	Torque(Initial) + Angle
Deviation daya pengencangan	20~30%	5%	2%
Satatus pengencangan baut	Elasticity Range	Elasticity Range	Plasticity Range
Pemakaian kembali baut	Bisa dipakai	Bisa dipakai	Terbatas (dianjurkan ganti baru)

Contoh (Alpha-II Cylinder Head Bolt)

Spesifikasi :

3.5kg + 90° + (Release) + 3.5kg.m + 90°

Penjelasan :

Step	Kondisi pengencangan	Cara pengencangan
Step 1	3.5 kg.m	Kencangkan semua baut dengan metode momen
Step 2	90 degree	Kencangkan 90° dengan metode angular
Step 3	Lepas	Lepas semua
Step 4	3.5 kg.m	Kencangkan semua baut dengan metode momen
Step 5	90 degree	Kencangkan 90° dengan metode angular

5. Mengukur deformasio cylinder head

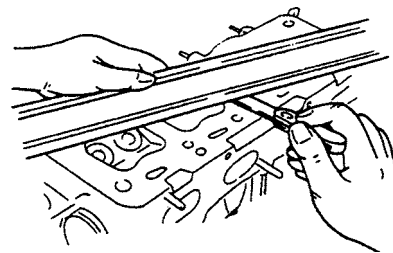
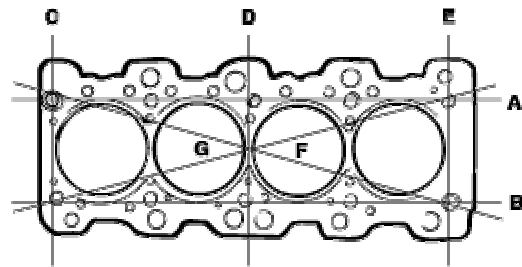
1. Tujuan pemeriksaan

- a. Memeriksa perubahan cylinder head untuk mencegah agar tekanan kompresi tidak berkurang.
- b. Untuk memeriksa kebocoran air

pendingin atau oli.

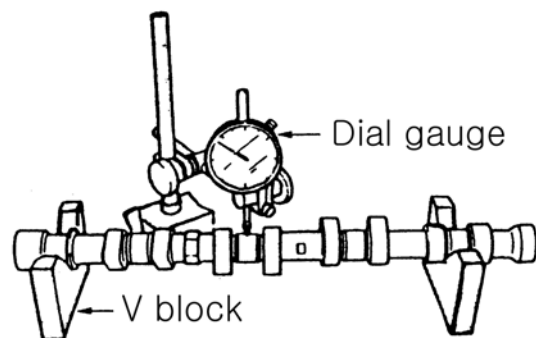
2. Metode pemeriksaan

- a. Lepas dan bersihkan permukaan atas dan bawah cylinder head dari kotoran atau benda lain yang menempel.
 - b. Measure at the 7 portions using a straight scale and thickness gauge as below picture.
- * Ukurlah clearance antara permukaan cylinder head dan skala lurus, hindari lubang air dan oli.



6. Memeriksa kebengokan Camshaft

- a. Tempatkan camshaft pada V-shaped block yang rata.

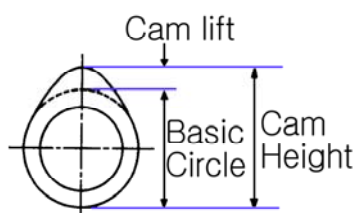
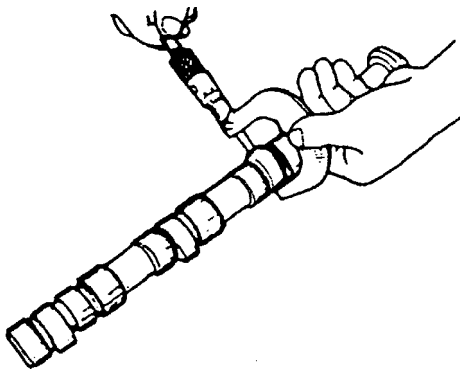




- b. Setelah memasang alat dial ke center journal dari shaft, lakukan kalibrasi ke stting nol.
- c. Putar camshaft sebanyak satu putaran.
- d. Lihat angkanya pada dial gauge saat memutar camshaft.
- e. Besarnya kebengkokan harus 1/2 dari lebar getaran.

7. Mengukur cam lift

- a. Ukurlah tinggi cam dengan menggunakan micrometer
- b. Ukurlah diameter lingkaran cam dengan menggunakan micrometer.
- c. $\text{Cam Lift} = \text{Tinggi Cam} - \text{Diameter lingkaran}$





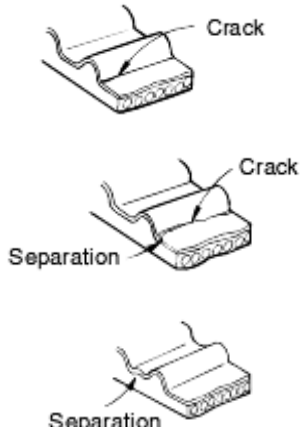


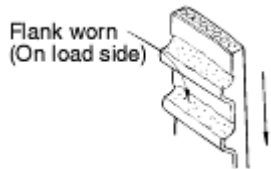
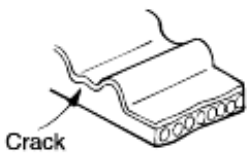


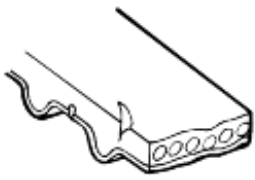
Bab 3.

Timing System

1. Pemeriksaan Timing belt

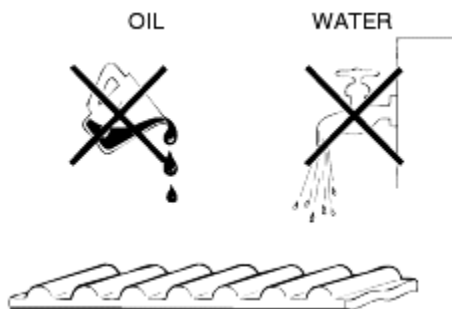
1. Periksa belt dari adanya oli atau kotoran. Ganti bilamana perlu. Kotoran yang menempel harus dibersihkan dengan menggunakan kain lap atau kertas kering. Jangan membersihkan dengan memakai deterjen.
2. Saat membongkar mesin atau menyetel kekencangan belt, periksalah belt dengan seksama. Bila ada retak, ganti belt.

Keterangan	Kondisi kerusakan
1. bagian belakang karet keras	Permukaan belakang mengkilat, tidak elastik dan keras, bila jari ditekan tidak meninggalkan bekas. 
2. Cracked back surface of rubber	
3. Cracked or separating canvas	
4. Geriginya	Tooth flank pada sisi beban

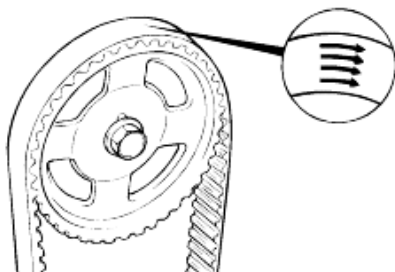
sudah aus	tampak seperti kanvas (kanvas tampak usang, warna karet berubah putih dan bentuk kanvas tidak jelas) 
5. Gerigi aus (stadium akhir)	Tooth flank aus dan karet melebar (lebar gigi berkurang) 
6. Gerigi bawah retak	
7. Missing tooth	Tooth missing and canvas fiber exposed 
8. Sisi belt aus	Rounded belt side Abnormal wear (Fluffy canvas fiber) 
9. Sisi belt retak	

2. Hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan Timing belt

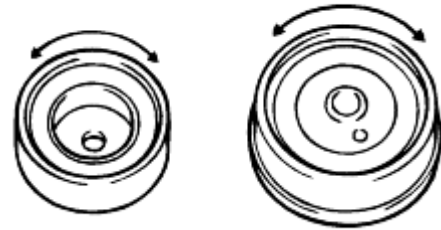
1. Jangan membengkokkan, melipat atau memutar timing belt saat melepas timing belt.
2. Jangan biarkan timing belt terkena oli, air atau steam.



3. bila timing belt akan dipakai kembali, buatlah tanda panah untuk menandakan arah putar, agar saat pemasangannya kembali arah putarnya sama.



4. Luruskan tanda timing pada camshaft sprocket dan crankshaft sprocket dengan piston No.1 di TDC pada langkah kompresi.
5. Periksalah tensioner pulley dan idler pulley apakah berputar dengan lancar, periksalah gerak main dan suaranya, apakah grease pada bearing kurang.



6. Bila timing belt sudah terpasang pada camshaft sprocket, pastikan bahwa kelenturannya sudah cukup, dengan cara menekan timingbelt tensioner pulley.
7. Putar crankshaft sebanyak satu putaran (searah jam) kemudian luruskan kembali tanda pada crankshaft sprocket timing. Jangan memutar crankshaft dengan arah berlawanan jarum jam. Crankshaft harus berputar secara halus.

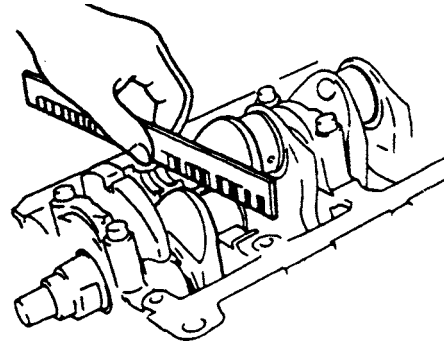


Bab 4.

Crankshaft

1. Hal yang harus diperhatikan dalam melepas dan mengencangkan main bearing cap

- Buatlah tanda pada main bearing caps untuk mempermudah dalam pemasangannya kembali.
- Lepas main bearing caps dan remove crankshaft bearing. Simpan bearings sesuai dengan nomor urutan cap.
- Pasang bearing caps kemudian kencangkan baut-baut cap dimulai dari tengah sesuai dengan momem pengencangannya.
- Arah panah crankshaft bearing cap yang dipasang harus menghadap ke sisi crank pulley. Nomor cap harus benar.



4. Mengukur dengan Telescoping Gauge dan Micrometer

- Setelah crankshaft dikeluarkan, pasang dan kencangkan cap sesuai dengan momen pengencangannya.
- Measure the inner diameters (crankshaft bore) of the crankshaft cap at four points with a telescoping gauge and the outside diameter of the crankshaft journal with a micrometer at four points.

2. Mengukur celah crankshaft oil

1. Tujuan

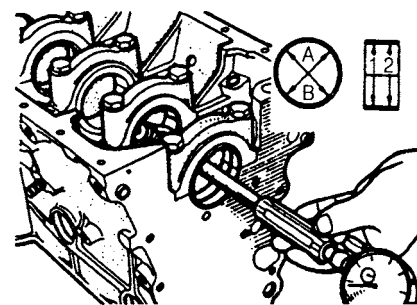
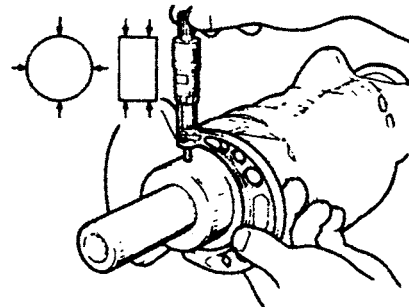
Agar oil clearance setelahnya benar sehingga dapat mengurangi keausan pada bearing mengurangi noise, membentuk tekanan oli yang pas.

2. Oil clearance

Jarak minimum antara crank shaft journal dan main bearing setelah mesin dirakit oleh pabrik atau setelah crank shaft journal dimodifikasi (under size bearing).

3. Mengukur dengan Plastic Gauge

- Bersihkan crankshaft dan bearing.
- Potonglah plastic gauge kemudian letakkan pada crankshaft journal sepanjang axis, oil hole pada journal jangan sampai tertutup.
- Tighten the cap with regulated torque. (Don't rotate the shaft.)
- Lepas cap, kemudian ukurlah lebar bagian yang paling membesar dengan skala.



- Ukur ketebalan crankshaft bearing
- Hitung toleransinya

Oil clearance = Minimum Inner Diameter of cap (telescoping gauge) – Maximum Outside Diameter of the Journal (Micrometer) – Thickness of crankshaft bearing



3. Mengukur clearance (End Play) thrust bearing

1. Jika clearance thrust bearing terlalu besar

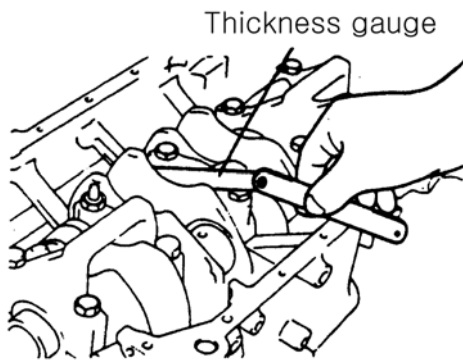
- a. Akan terjadi Noise
- b. Pada cylinder, piston dan the connecting rod akan terjadi keausan
- c. Akan terjadi kerusakan pada timing gear atau clutch
- d. Adanya kebocoran oli melalui oil seal

2. Jika end play terlalu kecil

Permukaan thrust bearing akan rusak karena kekurangan pelumas

3. Mengukur dengan Filler Gauge

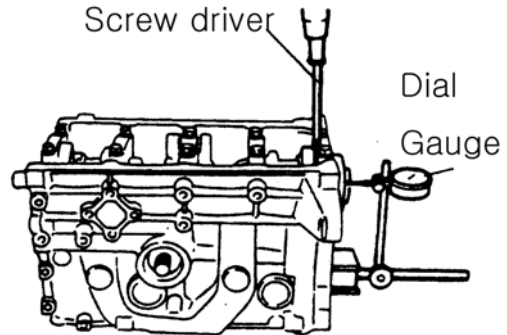
- a. Pasang crank shaft pada cylinder block. (Kencangkan semua crankshaft bearing caps sesuai dengan moment pengencangan)
- b. Tekan crankshaft ke arah thrust bearing.
- c. Ukurlah celah antara thrust bearing dan crankshaft dengan menggunakan filler gauge.



4. Mengukur dengan Dial Gauge

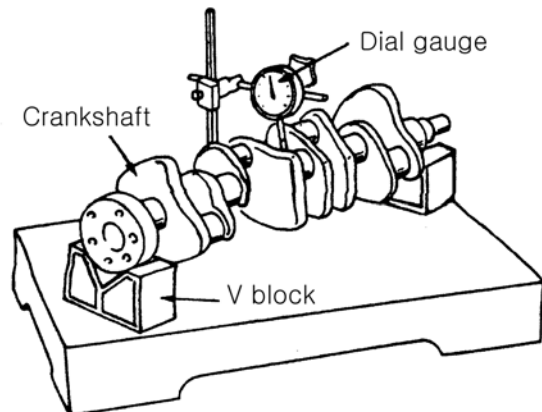
- a. Pasang crank shaft ke cylinder block dengan bearing.
- b. Pasang gauge body ke cylinder block dengan magnet kemudian pasang dial gauge dibagian depan atau belakang crankshaft.
- c. Setelah dikalibrasi ke angka nol, tekan ke sisi depan atau belakang. Pada saat tersebut, angka yang muncul pada jarum

dial gauge adalah merupakan celahnya.

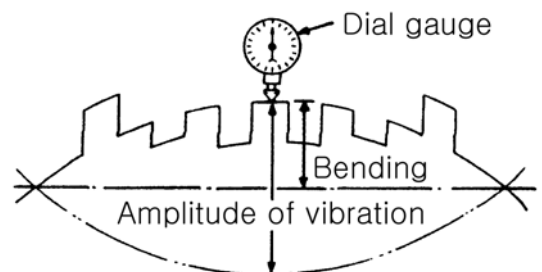


4. Mengukur kebengkokan Crankshaft

- a. Tempatkan bagian depan dan belakang main journals (No. 1 and No.5) pada balok bentuk V, kemudian pasang dial gauge ditengah journal (No.3) dengan tegak lurus, ukurlah kebengkokan putaran crank shaft.



- b. Besarnya bending (tingkat kebengkokan) harus 1/2 dari seluruh pergeseran.





Bab 5.

Piston, Piston Ring dan Cylinder

1. Mengukur end gap (piston ring)

1. End gap

End gap adalah besaran perubahan celah yang disebabkan oleh panas.

2. End gap terlalu besar

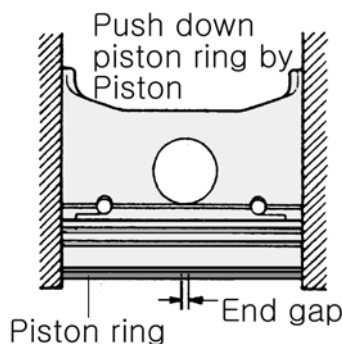
Hembusan gas akan naik, tekanan kompresi akan turun, pemakaian oli akan naik, tenaga mesin akan turun, dll.

3. End gap terlalu kecil

Piston akan menempel karena panas atau dinding cylinder akan cepat aus, dst.

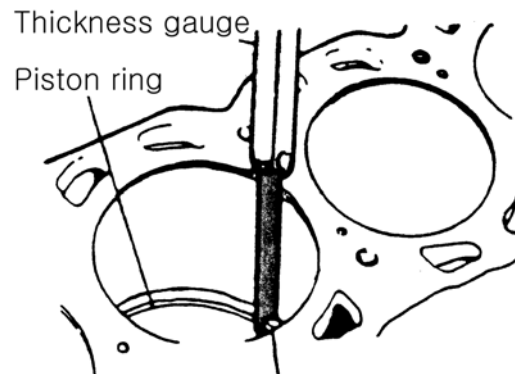
4. Mengukur

- Bersihkan dinding cylinder.
- Masukkan piston ring ke dalam cylinder.
- Masukkan piston sambil manaik turunkan sampai piston mencapai piston pin boss.



- Ketika piston ring sudah berada di dalam cylinder, end gap harus tidak terletak pada arah poros atau tegal lurus dari crankshaft.
- Ketika piston ring sudah masuk ke dalam cylinder, tanda depan pada piston ring menghadap ke cylinder head.

f. Ukurlah end gap pada piston ring



5. Hal yang perlu diperhatikan saat mengukur piston ring end gap

- Hati2 jangan sampai merusak piston ring.
- Pengukuran dilakukan pada bagian yang paling aus.

2. Mengukur celah piston ring

1. Celah telalu besar

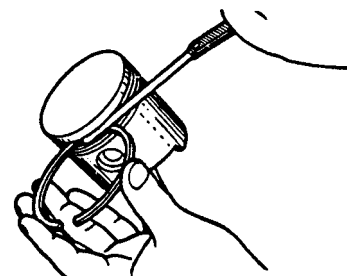
Oli menjadi boros, banyak endapan karbon, atau gas kompresi akan bocor.

2. Celah terlalu sempit

Piston akan berubah bentuk atau gerakan pinton akan terhambat.

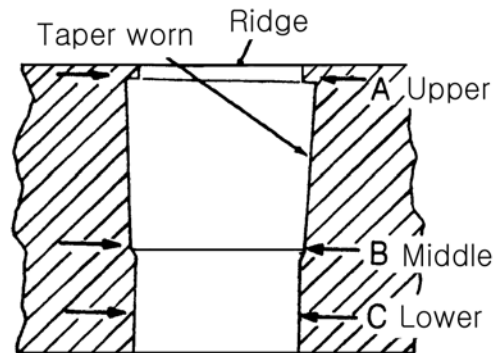
3. Pengukuran

- Masukkan filler gauge sampai mencapai celah ring.
- Periksa setidaknya 3-4 points



3. Hal yang perlu diperhatikan dalam memasang piston ring

- Hati2 jangan sampai posisi ring tertukar (bedakan kompresi ring No. 1 dan 2).
- Jangan sampai posisi atas/bawah ring terbalik (tanda pada ring harus menghadap ke cylinder head).
- Jangan mengeset titik akhir dengan arah memusat (poros) atau dengan arah tegak lurus dari poros. Pasanglah antara 120~180 derajat antara end gap masing2 ring. Pasang dengan menggunakan expander atau tangan.



4. Mengukur keausan cylinder

1. Celah Piston (piston gap)

Sebagai gap antara dinding cylinder dan piston, yang merupakan minimum gap dari pemasangan pabrik. Umumnya adalah 0.05% dari diameter cylinder.

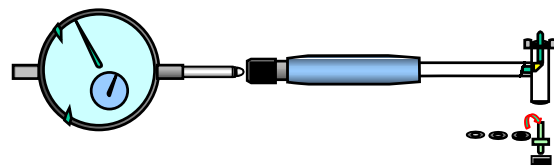
2. Untuk piston yang oversized

Untuk mencegah berkurangnya tekanan kompresi dikarenakan perangkat cylinder mengalami keausan karena usia pemakaian yang memang sudah lama. Setelah dinding cylinder dibor, maka piston yang lama harus diganti dengan ukuran over size.

3. Kecenderungan aus pada dinding cylinder

Perangkat yang cepat mengalami aus adalah bagian tegak lurus pada crankshaft dan pada posisi TDC adalah yang paling besar, posisi BDC juga besar.

Saat agar gerakan berubah, oil film akan mudah rusak. Kerusakan datangnya dari resapan piston ring dan tekanan yang keluar dari arah tegak lurus ke crankshaft hasil dari langkah eksplosi.

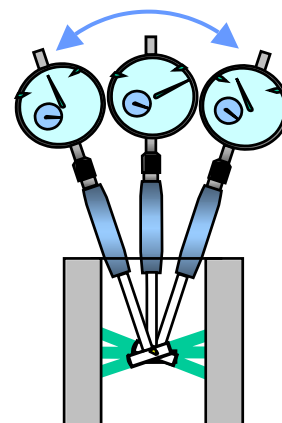


4. Keausan Cylinder terlalu besar

tekanan kompresi akan berkurang, bahan bakar akan boros, oli juga akan banyak terbuang, piston bisa selip, atau tenaga mesin akan berkurang.

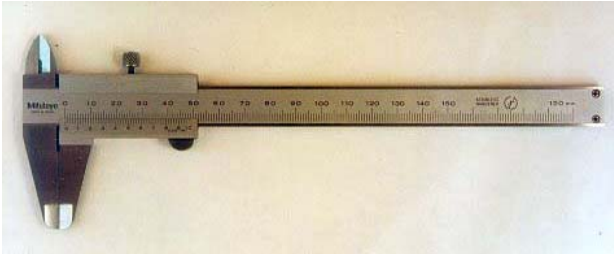
5. Mengukur dengan Cylinder gauge

- Pasanglah extension dan washer ke gauge
- Setel ke angka nol
- Masukkan gauge ke dalam cylinder
- Lihatlah minimal angka pada indikator saat gauge digerakkan 2 atau 3 kali.

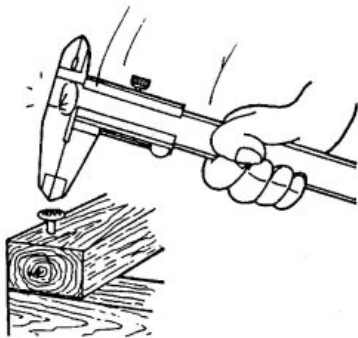


Lampiran 1

1. Pemakaian Vernier caliper



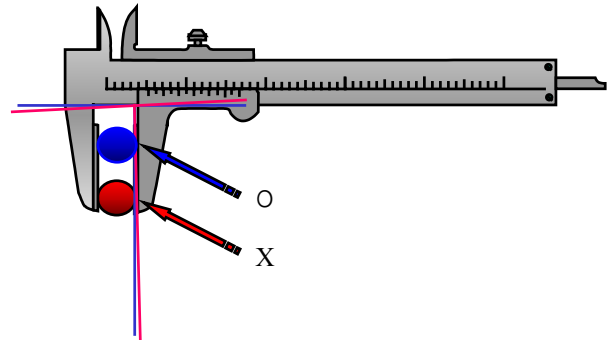
1. Vernier caliper dipakai untuk mengukur panjang suatu besaran dengan lebih akurat dibandingkan dengan garisan sederhana.
2. Gunakan caliper yang pas sesuai dengan jenis, batasan, presisi.
3. Jangan sampai membenturkannya (jatuh, dipukul)



4. Pastikan untuk mengeset ke angka 0.
5. Ukuran luar – sebisa mungkin mendekati objek

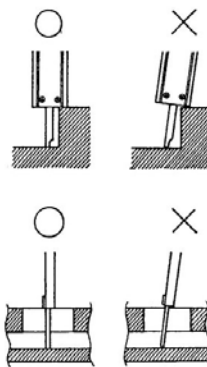
Good				
No Good				

6. Ukuran dalam – masukkan jaw secara mendalam

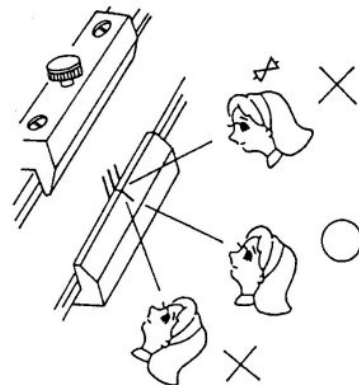


- Lihatlah angka maksimal diameter dalamnya.

7. Mengukur kedalaman – masukkan depth gauge ke permukaannya dengan benar



8. Lihat skalanya dari posisi yang benar.

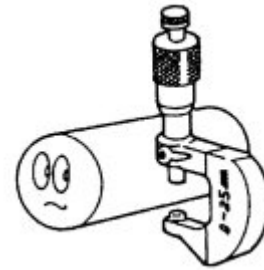
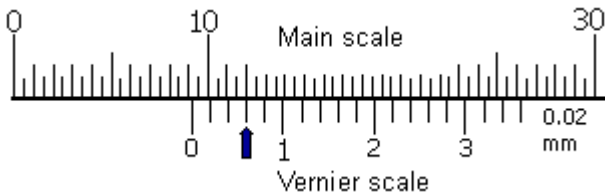


9. Lihatlah skalanya

- a. Ujung kiri dari vernier adalah merupakan skala pengukuran. Posisi ini mewakili ukuran dari 9+xx

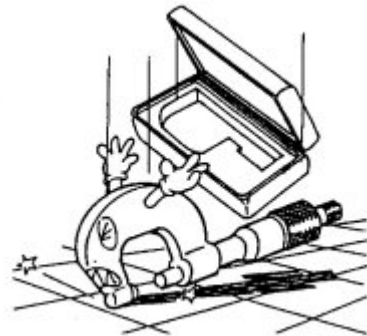
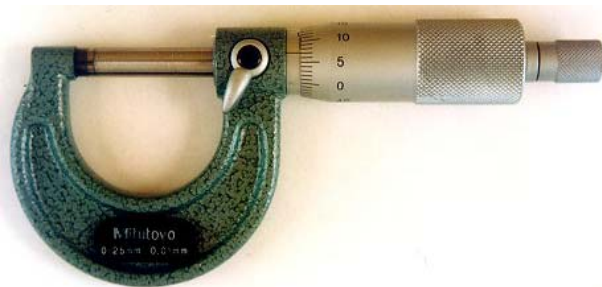
b. Baris ketiga pada skala vernier segaris dengan main scale. This gives a reading of 0.06mm. ($3 \rightarrow 3 \times 0.02 = 0.06\text{mm}$)

c. Jadi, nilainya adalah 9.06mm

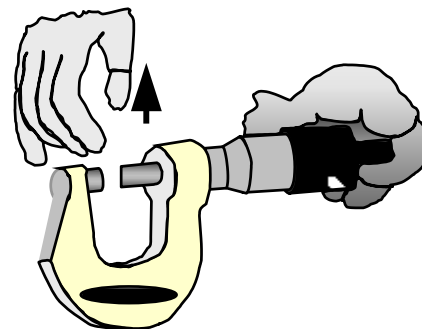


3. Jangan sampai membenturkan micrometer (menjatuhkan, terpukul)

2. Micrometer usage



4. Bersihkan permukaan yang akan diukur.



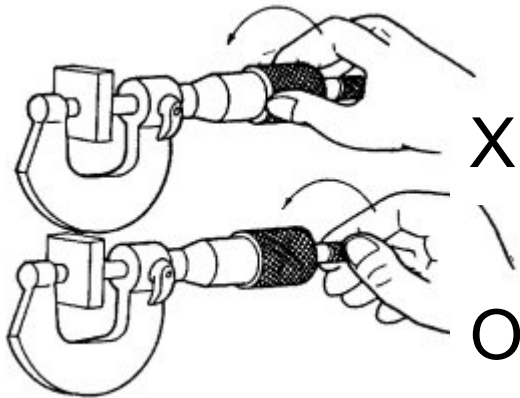
1. Micrometer adalah suatu alat yang dapat mengukur jarak atau ketebalan secara akurat. Keakuratannya sering didapat melalui screw mechanism.

2. Gunakan caliper yang benar sesuai kebutuhan (jenis, range, presisi)

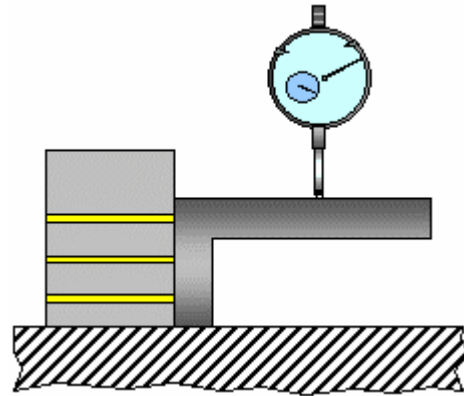
5. Pastikan settingannya 0

6. Gunakan ratchet stopper untuk mengatur benda yang akan diukur.

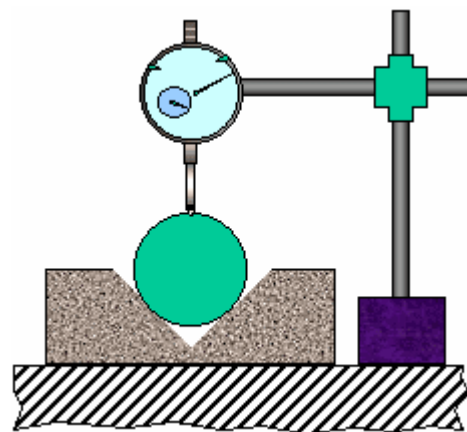
7. Lihat skalanya dari posisi yang benar.



b. Sudut



c. Lingkaran

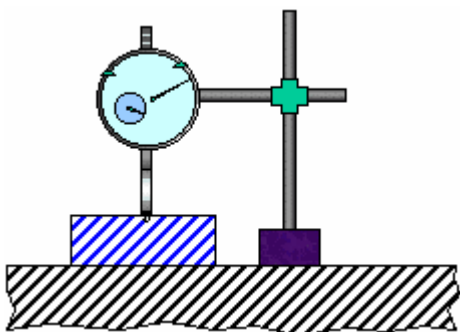


3. Penggunaan Dial gauge

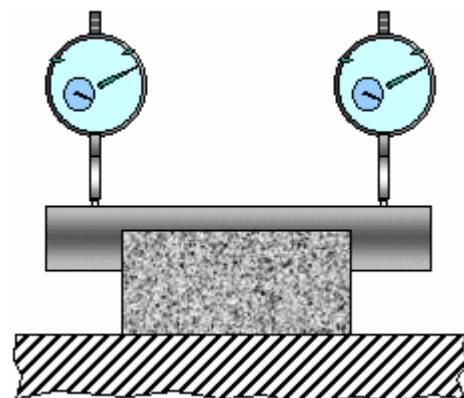


1. Pemakaian dial gauge

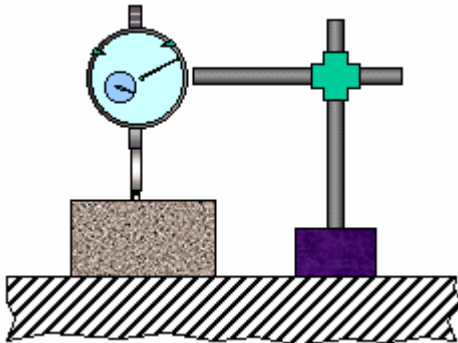
a. Kerataan



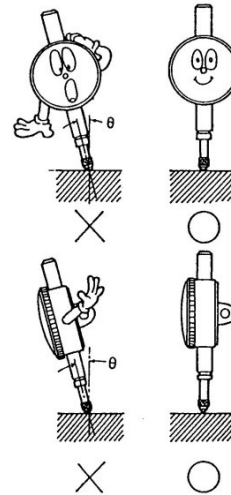
d. Bending



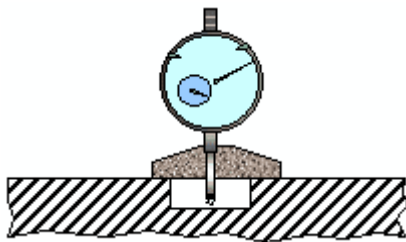
e. Ketebalan



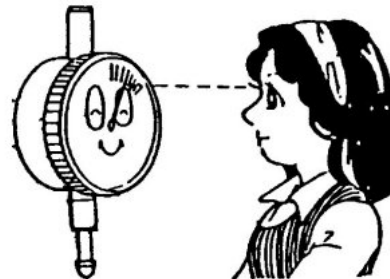
5. Pasang dial gauge dengan benar.



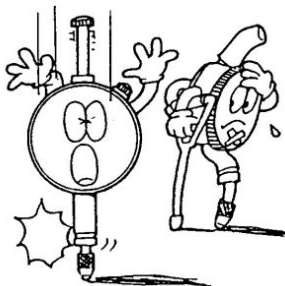
f. Kedalaman



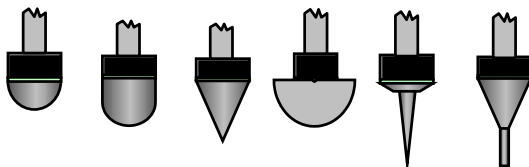
8. Lihat skalanya dari posisi yang benar.
 Angka = indikator pendek + indikator panjang



2. Gunakan caliper sesuai dengan kebutuhannya (jenis, range, presisi)
3. Jangan sampai alat ukur terbentur (jatuh, terpukul)



4. Pilih dan gunakan lid yang benar sesuai dengan objek yang akan diukur.





4. Unit Symbol

Pangkat	Prefix	Prefix symbol
10^{18}	exa	E
10^{15}	peta	P
10^{12}	tera	T
10^9	giga	G
10^6	mega	M
10^3	kilo	k
10^2	hecto	h
10	deca	da
10^{-1}	deci	d
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	milli	m
10^{-6}	micro	•
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	atto	a

5. Konversi unit

1. Panjang

cm	m	in	ft
1	0.01	0.3937	0.03281
100	1	39.37	3.281
2.54	0.0254	1	0.08333
30.48	0.3048	12	1

2. Luas

cm ²	m ²	in ²	ft ²
1	0.0001	0.155	0.001076
1×10^4	1	1550	10.76
6.452	0.000645	1	0.006944
929	0.0929	144	1

3. Volume

cm ³	m ³	in ³	ft ³
1	1.00E-06	0.06102	0.00003531
1.00E+06	1	61020	35.31
16.39	0.00001639	1	0.0005787
28320	0.02832	1728	1

4. Quantity

m ³	gal(UK)	gal(US)	•
1	220	264.2	1000
0.004546	1	1.201	4.546
0.003785	0.8327	1	3.785
0.001	0.22	0.2642	1

5. Berat

kg	t	lb	ton
1	0.001	2.20462	0.0009842
1000	1	2204.62	0.9842
0.45359	0.00045359	1	0.0004464
1016.05	1.01605	2240	1
907.185	0.907185	2000	0.89286



6. Velocity

m/s	km/h	ft/s	mile/h
1	3.6	3.281	2.237
0.2778	1	0.9113	0.6214
0.5144	1.852	1.688	1.151
0.3048	1.097	1	0.6818
0.447	1.609	1.467	1

7. Tekanan

kgf/cm ²	bar	Pa	atm
1	0.980665	9.81E+04	0.9678
1.0197	1	1.00E+05	0.9869
1.02E-05	1.00E-05	1	9.87E-06
1.0332	1.01325	1.01E+05	1
0.1	0.09806	9.81E+03	0.09678
1.3595	1.3332	1.33E+05	1.3158
0.07031	0.06895	6.90E+03	0.06805
kgf/cm ²	mH ₂ O	mHg	lbf/in ²
1	10	0.7356	14.22
1.0197	10.197	0.7501	14.5
1.02E-05	1.02E-04	7.50E-06	1.45E-04
1.0332	10.33	0.76	14.7
0.1	1	0.07355	1.422
1.3595	13.6	1	19.34
0.07031	0.7031	0.05171	1

8. Gaya

N	dyn	kgf	lbf
1	1.00E+05	0.101972	0.2248
1.00E-05	1	1.02E-06	2.25E-06
9.80665	9.81E+05	1	2.205
4.44822	4.45E+05	0.4536	1
0.138255	1.38E+04	0.0141	0.03108

9. Density

g/m ³	kg/m ³	lb/in ³	lb/ft ³
1	1000	0.03613	62.43
0.001	1	0.00003613	0.06243
27.68	27680	1	1728
0.01602	16.02	0.0005787	1

10. Energy

J	kgf·m	kW·h	kcal
1	0.10197	2.78E-07	2.39E-04
9.807	1	2.72E-06	2.34E-03
3.60E+06	3.67E+05	1	860
4186	426.9	1.16E-03	1
1.356	0.1383	3.77E-07	3.24E-04
1055	107.6	2.93E-04	0.252



11. Kerja

kW	kgf·m/s	PS	HP
1	101.97	1.3596	1.3405
9.81E-03	1	1.33E-02	1.32E-02
0.7355	75	1	0.9859
0.746	76.07	1.0143	1
4.186	426.9	5.691	5.611
1.36E-03	0.1383	1.84E-03	1.82E-03
1.055	107.6	1.434	1.414
kW	kcal/s	ft·lbf/s	Btu/s
1	0.2389	737.6	0.948
9.81E-03	2.34E-03	7.233	9.30E-03
0.7355	0.1757	542.5	0.6973
0.746	0.1782	550.2	0.7072
4.186	1	3087	3.968
1.36E-03	3.24E-04	1	1.29E-03
1.055	0.252	778	1