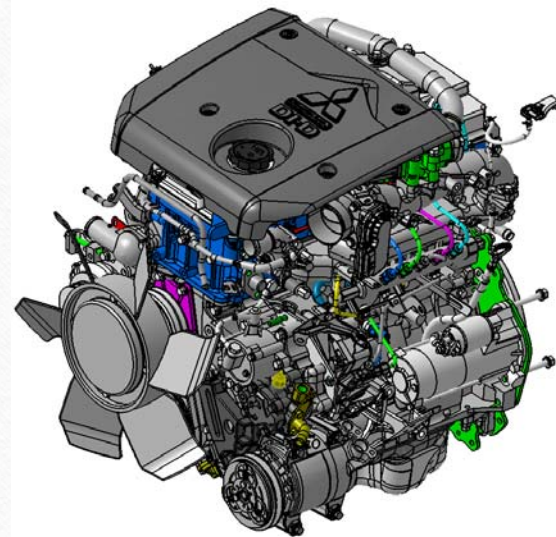


ENGINE TUNE UP DIESEL

**Pusat Pengembangan Kompetensi
Pendidikan, Tenaga Kependidikan dan
Kejuruan (P2KPTK2)**

DIESEL ENGINE

- **PENJELASAN UMUM MESIN DIESEL**
- **LUBRICATION SYSTEM**
- **COOLING SYSTEM**
- **ELECTRICAL SYSTEM**
- **EMISSION SYSTEM**
- **FUEL SYSTEM**



PENJELASAN UMUM MESIN DIESEL

Apakah Mesin Diesel

Prinsip kerja dan Pembakaran Diesel

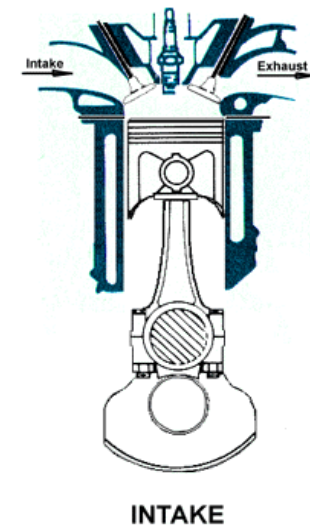
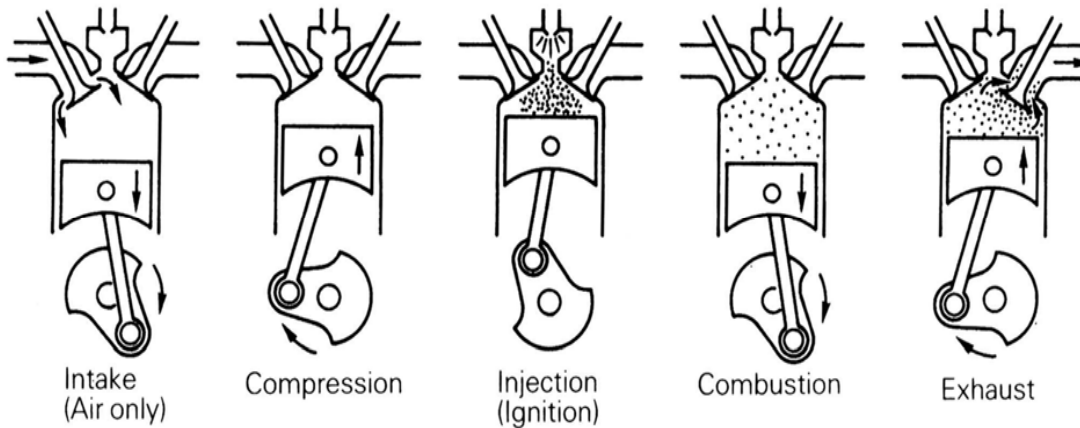
Perbedaan-perbedaan utama antara Gasoline & Diesel

Kemampuan Mesin Diesel

Jenis & Ruang Bahan bakar Diesel

Apakah mesin diesel ?

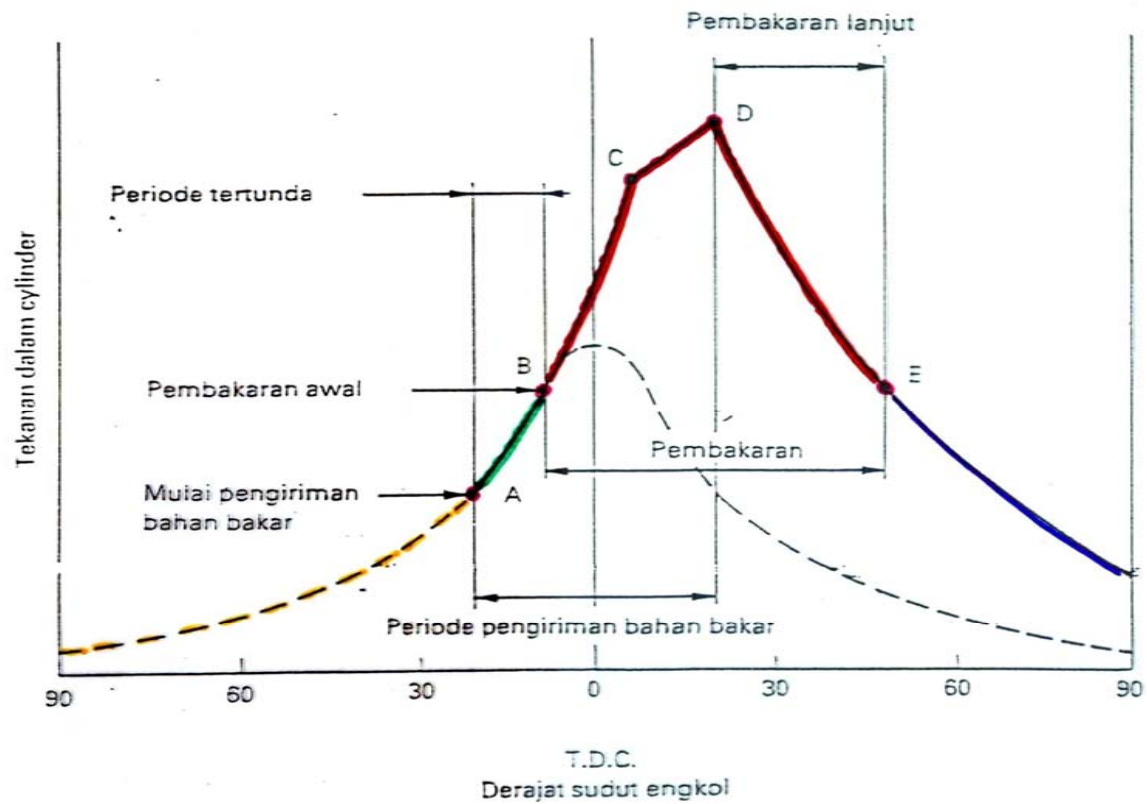
Mesin diesel pada dasarnya sama dengan mesin bensin (reciprocating engine) dimana tekanan pembakarannya menyebabkan piston bergerak turun naik.



Perbedaan utama mesin diesel

1. Hanya udara yang dimampatkan pada tekanan tinggi (2492 kPa {30 Kgf/cm²}) sehingga temperatur meningkat (300 – 500 °C), lalu bahan bakar diinjeksikan maka pengapian (ignition) yang spontan terjadi dan membuat langkah pembakaran.
2. Thortle valve bukan untuk mengontrol jumlah udara yang masuk. Jumlah seluruh udara sudah masuk pada langkah awal.
3. Output di kontrol oleh peningkatan dan penurunan penginjeksian bahan bakar. (sesuai dengan pergerakan kontrol lever).

Proses pembakaran mesin diesel



Proses pembakaran mesin diesel

- | | |
|--|-------|
| 1. Tahap Ignition Delay (Persiapan pembakaran) | A - B |
| 2. Tahap Flame Propagation (Penyebaran Api) | B - C |
| 3. Tahap Direct Combustion (Pembakaran langsung) | C - D |
| 4. Tahap Final Combustion (Pembakaran Akhir) | D - E |

Tahap ignition delay (Persiapan pembakaran)

- ✓ Bahan bakar mulai disemprotkan / **injection timing** (titik A)
- ✓ Udara dimampatkan didalam cylinder sampai mendekati temperatur ignition.

Note :

- Rangkaian pembakaran sangat dipengaruhi oleh tahap ini. Tahap ini merupakan tahap Ignition.
- Tahap ignition delay adalah suatu tahap yang sangat singkat, yang secara normal merupakan kalipatan 1/1000 sampai 4/1000 detik.
- Jika tahapan ignition delay ini menjadi panjang yang disebabkan oleh penggunaan bahan bakar dengan **cetane number yang rendah** maupun **injection timing yang terlalu maju** maka engine akan knocking

Tahap flame propagation (Penyebaran api)

- ✓ Gas campuran mencapai kadar campuran maksimum
- ✓ Pembakaran mulai membakar terjadi, menyebar kesetiap bagian dan membakar keseluruhan campuran gas yang tertinggal secara bersamaan
- ✓ Temperatur dan tekanan didalam engine meningkat dalam waktu yang sangat singkat.
- ✓ Besar peningkatan temperatur & tekanan dipengaruhi oleh jumlah dan atomisasi bahan bakar yang disemprotkan pada tahap ignition delay.

Tahap direct combustion (Pembakaran langsung)

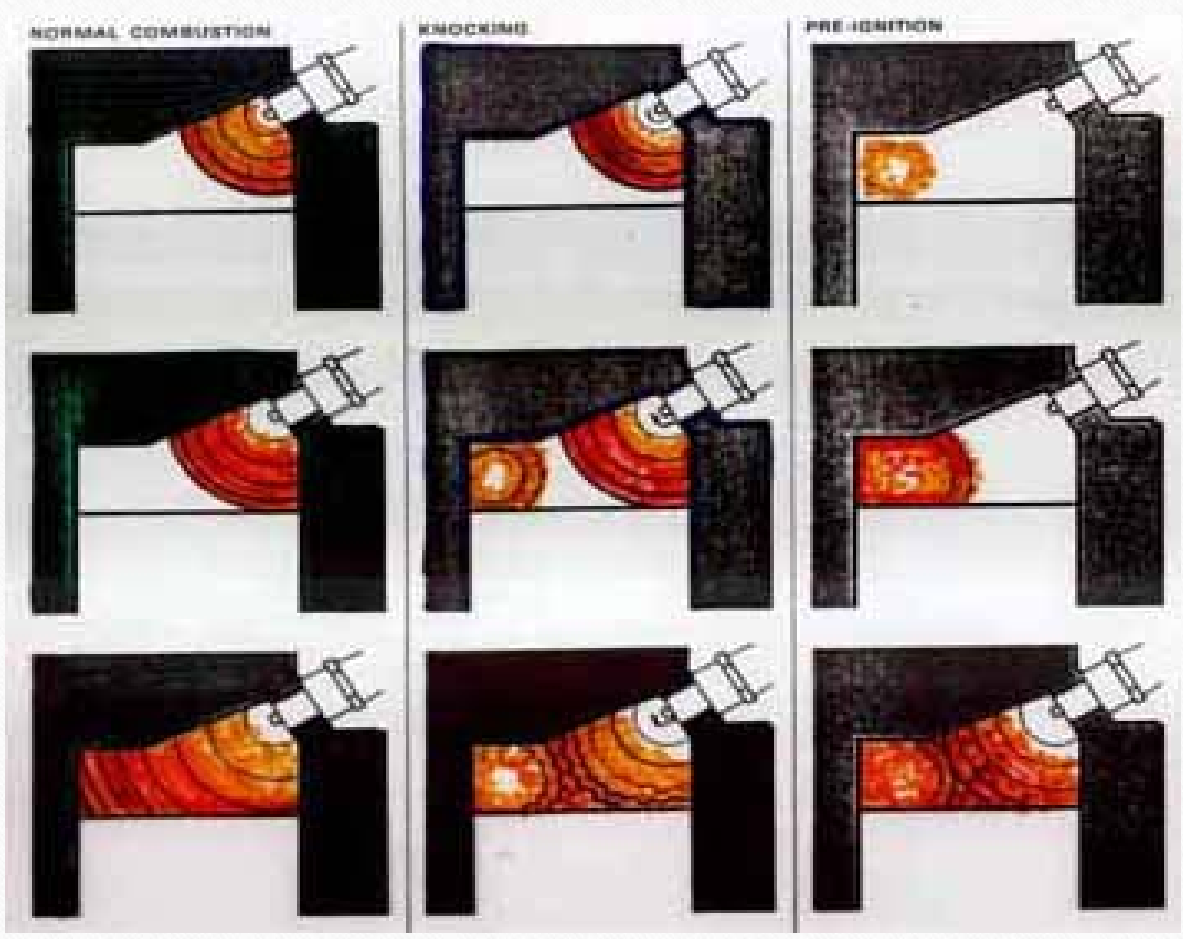
- ✓ Fuel masih disemprotkan ke dalam cylinder meskipun telah melampaui titik C.
- ✓ Sekali pembakaran dimulai di dalam cylinder, tekanan dan temperatur akan naik dengan perubahan yang sangat besar, dengan demikian Ignition delay menjadi lebih singkat.

Tahap final combustion (Pembakaran akhir)

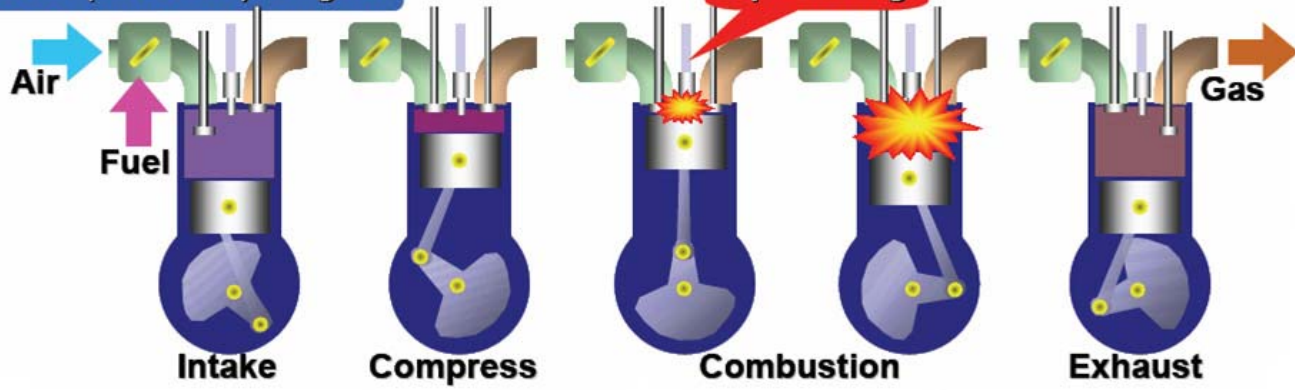
- ✓ Fuel tidak lagi disemprotkan kedalam cylinder
- ✓ Semakin lama tahap pembakaran akhir, semakin tinggi temperatur dan semakin rendah efisiensi thermal-nya.

Note :

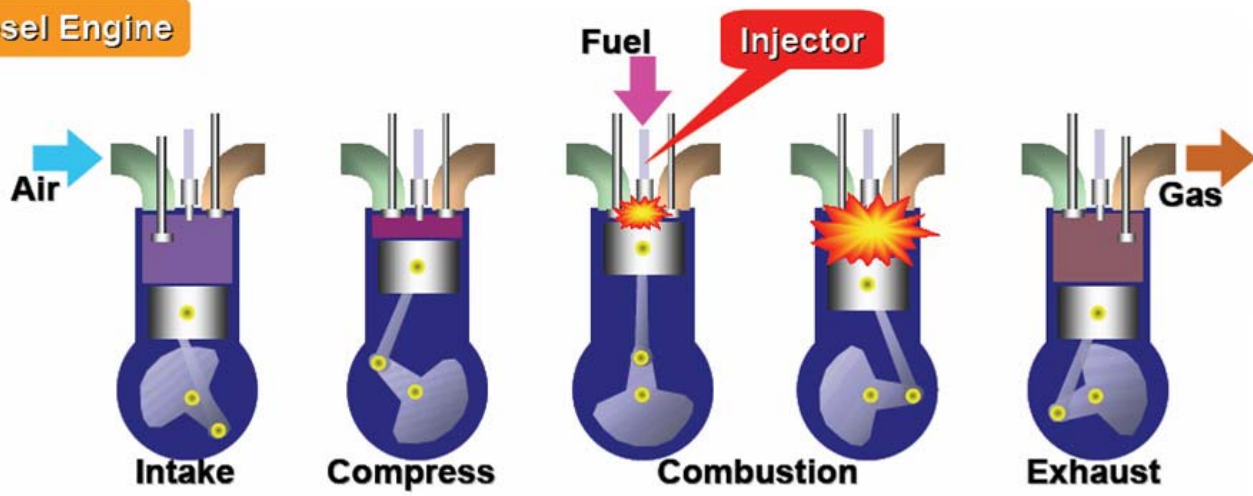
Efisiensi thermal adalah rasio dari jumlah panas yang dirubah menjadi energi yang disuply mesin



Petrol (Gasoline) Engine



Diesel Engine



Perbedaan gasoline dan diesel engine

POINT		GASOLINE	DIESEL
Compression ratio Rata-rata air - fuel ratio Air - fuel mixture Ignition		7 – 12 10 – 25 Campuran gabungan Pengapian dengan sparkplug	15 – 23 16 – 160 Bukan campuran gabungan Pengapian langsung
Combustion	Sifat-sifatnya	Pembakaran dengan perambatan nyala api	Awal peledakan campuran + penyebaran peledakan (panas dan tekanan)
	Ratio naiknya tekanan	147 KPa (1,5 kgf/cm ²)/CA	294 – 686 KPa (3 – 7 kgf/cm ²)/CA
	Tekanan maksimum ledakan	4.903 KPa (50 kgf/cm ²)	5.884 – 8.826 KPa (60 – 90 kgf/cm ²) (tanpa turbocharger) 9.807 – 13.729 Kpa (100 – 140 kgf/cm ²) (dengan turbocharger)
Effisiensi panas bersih (max)		30%	38% Tipe direct injection 33% Tipe pre-combustion chamber
Pengontrol beban	Prinsip	Perubahan jumlah campuran udara – bahan bakar	Perubahan injeksi bahan bakar
	Metode	Terbukanya throttle valve carburator	Pengontrolan pompa injeksi bahan bakar
Kecepatan putaran (nilai max)		9.000 rpm	5.000 rpm
Output / displacement		45 – 110 PS / 1	18 – 40 PS/ 1
Berat mesin / output		1,0 – 3,5 kg / PS	3,0 – 5,0 kg / ps

Heat balance for diesel engine

<input type="checkbox"/> Heat Available as brake horse power	37,5 %
<input type="checkbox"/> Heat losses friction & pumping	7,5 %
<input type="checkbox"/> Heat to cooling water	26,0 %
<input type="checkbox"/> Heat to exhaust, radiator, etc	29,0 %

Heat balance for gasoline engine

<input type="checkbox"/> Daya netto (net.Horse power)	25 - 28 %
<input type="checkbox"/> Kerugian pendingin	25 - 30 %
<input type="checkbox"/> Kerugian gesekan	4 - 6 %
<input type="checkbox"/> Kerugian pump	2 - 3 %
<input type="checkbox"/> Kerugian Exhaust	30 - 33 %

Perbandingan diesel dan gasoline engine dalam pengiritan bahan bakar

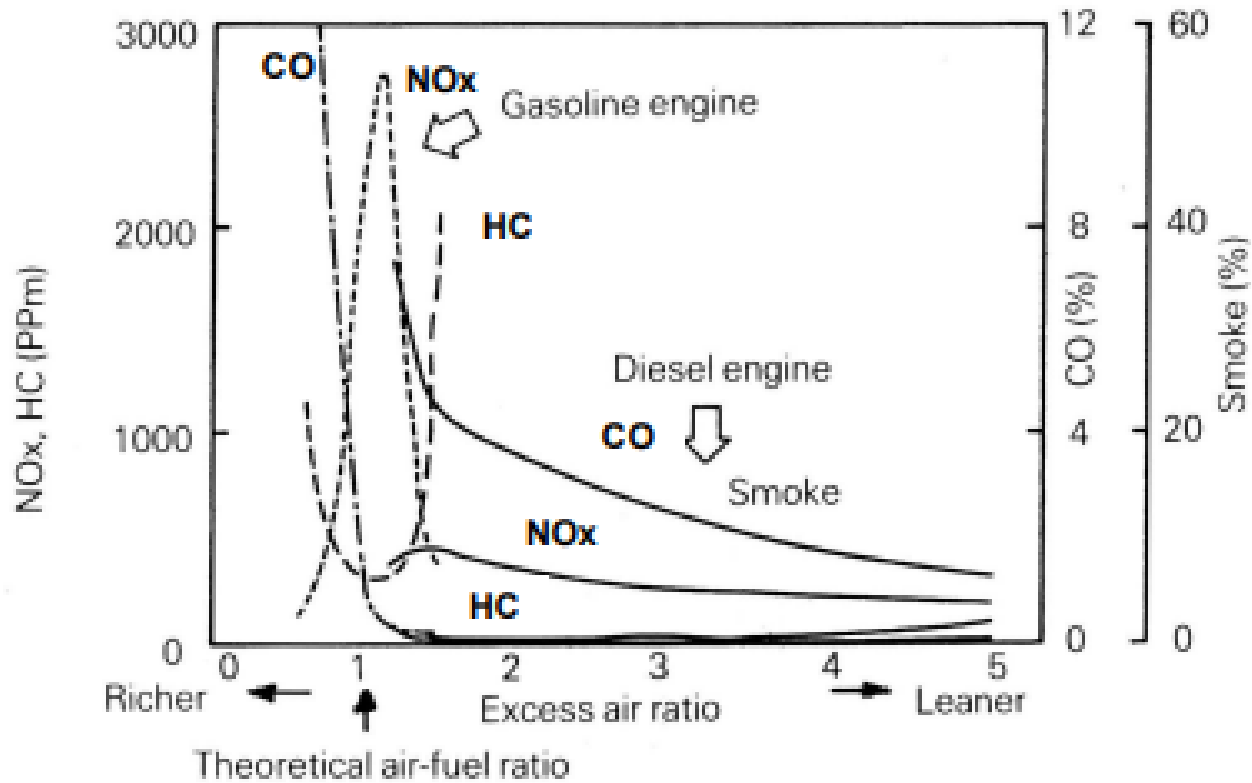
Item		Diesel	Keuntungan atau kerugian	Gasoline
Rasio kompresi		15 – 23	>>	7 – 12
Rasio udara berlebih (Rasio panas spesifik)		Lebih besar	>>	Lebih kecil
Isochoric rate (nilai pembakaran / combustion velocity)	Beban penuh	Lebih kecil	<	Lebih besar
	Beban ringan	Lebih besar	>	Lebih kecil
Hambatan pemompaan saat beban ringan		Lebih kecil	>>	Lebih besar
Hambatan gesekan (terutama saat rpm tinggi)		Lebih besar	<<	Lebih kecil
Hambatan pendinginan		Lebih besar	<	Lebih kecil
Specific gravity of fuel (nilai kalori)		0,80	>	0,75
Keseluruhan		Lebih untung, rpm lebih rendah, dan beban lebih ringan	>>	

Mengapa output diesel lebih rendah dari gasoline engine

Karena mesin diesel mempunyai putaran maksimum yang lebih rendah, mengapa ?

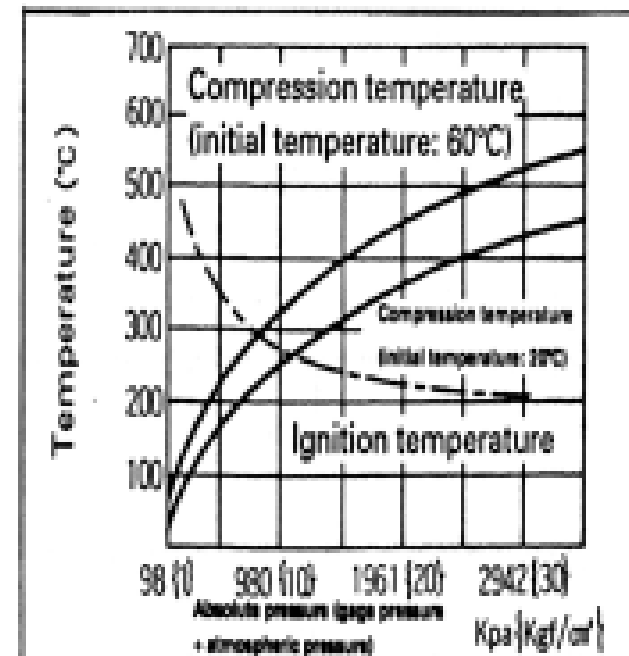
- ✓ **Piston, Con-rod lebih berat**, inersia menjadi lebih besar sehingga tidak dapat menahan kecepatan putar maksimum.
- ✓ Output tidak dapat ditingkatkan karena **hambatan geseknya lebih besar**, sehingga pemasukan udara lebih sedikit.
- ✓ **Perbandingan udara-bahan bakar yang sangat kurus (16 - 160)**.
- ✓ **Efisiensi pemasukan udara lebih kecil pada kecepatan yang tinggi**, karena jarak antara piston dan cylinder head tidak dapat ditingkatkan (kompresi rasio sudah tinggi).

Perbandingan gasoline dan diesel engine berdasarkan tingkat emisi



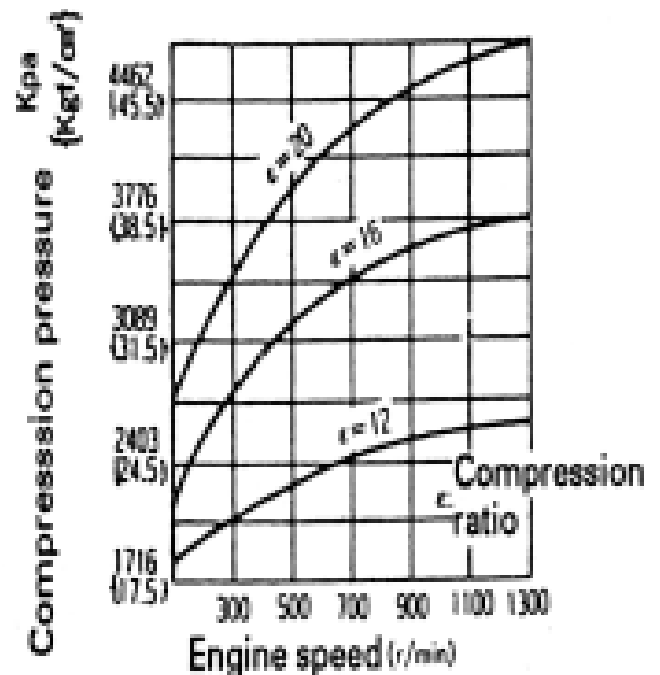
Hubungan antara tekanan kompresi dan temperatur kompresi atau temperatur pengapian

- ✓ Pada diesel engine panas dari udara yang dimampatkan secara spontan akan menyulut bahan bakar sehingga terbakar.
- ✓ Oleh karena itu udara harus di mampatkan melebihi temperatur penyalaan bahan bakar.
- ✓ Temperatur pembakaran yang baik dan cepat adalah sekitar 400 - 550 °C.

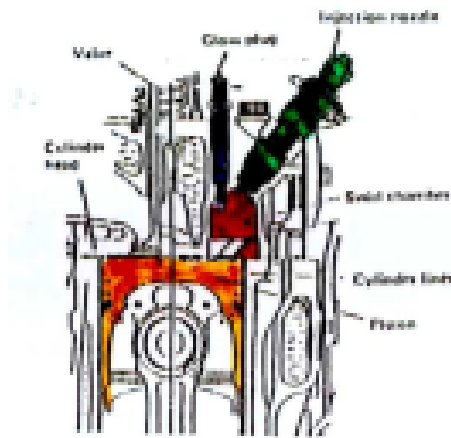


Hubungan antara kecepatan engine dan tekanan kompresi

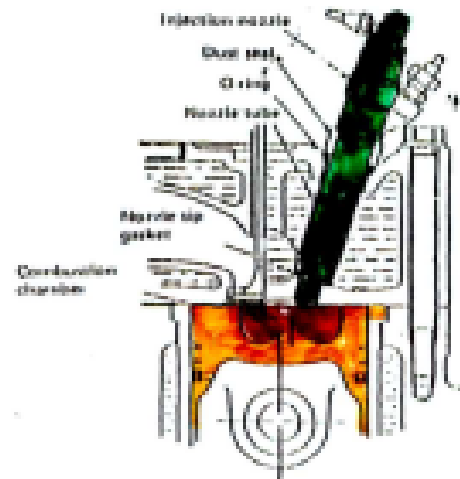
- ✓ Semakin besar kecepatan engine akan semakin besar pula tekanan kompresi.
- ✓ Dengan demikian tekanan dan temperatur menjadi lebih tinggi dan memberikan kemudahan dalam pembakaran.
- ✓ Ketika udara dingin, tekanan kompresi tidak dapat ditingkatkan dengan mudah karena membutuhkan pemanasan awal (glow plug).



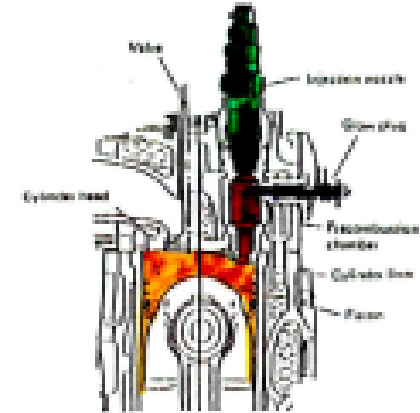
Jenis-jenis ruang bakar



(A) Jenis Swirl Chamber



(B) Jenis Direct Injection



(C) Jenis Precombustion Chamber

Item perbedaan		Direct injection type	Pre-combustion type	Swirl chamber type
Konfigurasi runga bakar		Mudah	Rumit	Sedang
Rasio S / V		Kecil	Besar	Sedang
Panas yang hilang		Kecil	Besar	Sedang
Rasio kompresi		Rendah 13 – 16, dapat menerima rasio rendah karena kehilangan tenaga panas sedikit	Tinggi 16 – 20, rasio tinggi diperlukan karena hilangnya panas yang besar	Tinggi 15 – 17
Kemudahan saat start	Glow plug	Mudah	Agak sulit	Sulit
	Saat paling dingin glow plug ON	Sulit (mudah saat intake heater digunakan)	Mudah	Mudah
Tekanan injeksi		Tertinggi 180 – 400 kg/cm ²	Terendah 90 – 120 kg/cm ²	100 – 140 kg/cm ²
Fuel spray		Tergantung nozzle	Tidak tergantung nozzle tapi tergantung combustion chamber	Tergantung nozzle
Tipe nozzle		(Hole type) Multi yoke type, komplek	(Throttle type) Pintle type, Mudah	(Throttle type) Pintle type, Mudah
Tekanan pembakaran		Sangat tinggi 80 kg/cm ²	Relatif rendah 50 – 60 kg/cm ²	55 – 65 kg/cm ²
Diesel knock		Sangat tinggi	Cukup rendah	Cukup tinggi
Konsumsi bahan bakar spec.		Terendah 170 – 200 g/PSh	200 – 230 g/PSh	190 – 220 g/PSh
Kondisi exhaust gas		Buruk	Terbaik	Baik

Karakteristik ruang bakar jenis direct injection

Keuntungan

1. Kerugian panas kecil, karena ruang pembakaran mempunyai luas permukaan yang kecil dibanding dengan volumenya.
2. Konstruksi sederhana, sehingga mudah dibuat
3. Engine relatif mudah dihidupkan tanpa menggunakan glow plug.
4. Konsumsi fuel rendah dan efisiensi panas sangat baik
5. Perbandingan kompresi rendah, sehingga engine mudah dihidupkan

Kerugian

1. Energi untuk mencapai campuran air-fuel yang baik lebih kecil, sehingga sukar menghasilkan campuran air-fuel pada engine kecil.
2. Harus menggunakan Nozzle berlubang.
3. Nozzle berlubang lebih sukar dibuat dan mempunyai tingkat kesalahan yang tinggi.
4. Menggunakan tekanan penyemprotan yang sedikit lebih tinggi
5. Pada engine kecil, menyebabkan ignition delay terlalu besar dan mudah terjadi diesel knock.

Karakteristik ruang bakar jenis swirl chamber

Keuntungan

1. Dengan memanfaatkan pusaran (swirl) yang ditimbulkan oleh kompresi, sehingga dicapai putaran mesin yang efektif
2. Putaran mesin bekerjanya lebih halus.
3. Tekanan penyemprotan rendah dan mengurangi kegagalan sistem fuel

Kerugian

1. Konstruksi Cyl. Head rumit, sehingga biaya pembuatan menjadi lebih tinggi.
2. Memerlukan sistem awal, sehingga agak sulit untuk dihidupkan.
3. Pada kecepatan rendah jenis swirl chamber menghasilkan diesel knock lebih banyak dari pada jenis pre-combustion chamber.

Karakteristik ruang bakar jenis pre-combustion chamber

Keuntungan

1. Tekanan Injection relatif rendah, dan pemeliharaan lebih mudah.
2. Kemungkinan terjadinya detorsi berkurang.
3. Dapat menggunakan bahan bakar dari berbagai mutu.
4. Menggunakan Injection nozzle pintle type untuk mengurangi gangguan

Kerugian

1. Konstruksi rumit
2. Bahan bakar boros
3. Bidang ruang pembakaran relatif luas mengakibatkan kerugian panas yang cukup besar (menggunakan busi pijar)

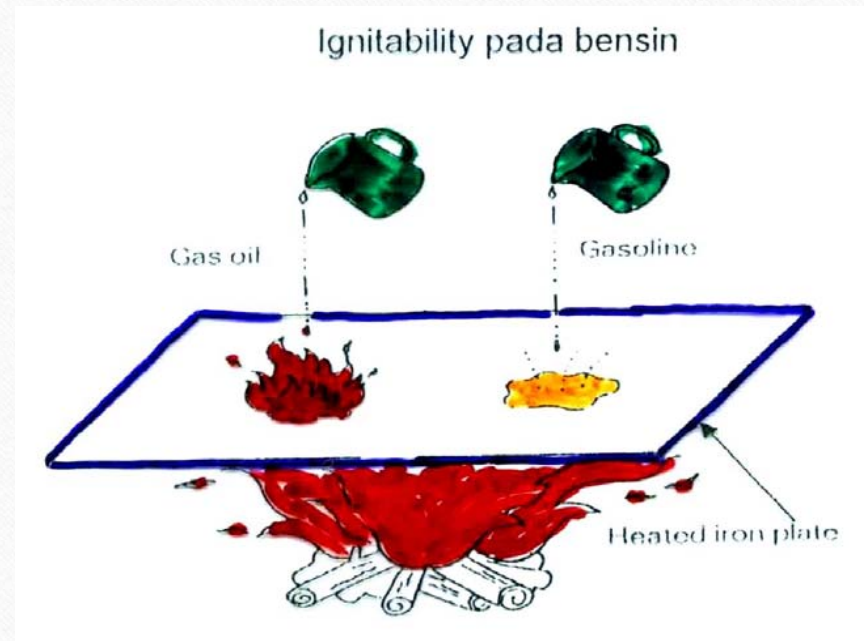
Sifat-sifat yang diperlukan untuk solar

- A. Kemampuan penyalaan (Ignitability) yang baik.
- B. Sifat kekentalan yang baik
- C. Air dan ketidakmurniannya sedikit
- D. Kandungan sulfur yang sedikit
- E. Mudah menguap dan sifat-sifat lainnya.
 - Bahan bakar yang mengandung cetane number yang tinggi menghasilkan diesel knocking yang kecil

Kemampuan penyalaan

Titik nyala (Flash Pointt) adalah suatu angka yang menyatakan suhu terendah dari bahan bakar minyak dimana akan timbul penyalaan api sesaat, apabila pada permukaan minyak tersebut didekatkan pada nyala api.

- Minyak tanah = 100° F
- Minyak solar = 150° F
- Minyak diesel = 150° F



Minyak diesel

- ✓ Penggunaan minyak diesel ini pada umumnya dipakai dengan mesin putaran sedang atau lambat (300 – 1.000 Rpm) atau dapat juga dipergunakan sebagai bahan bakar untuk pembakaran langsung dalam dapur-dapur industri

Minyak solar

- ✓ Minyak solar adalah bahan bakar jenis distilat yang digunakan untuk mesin “Compression Ignition” (udara yang dikompresi menimbulkan tekanan dan panas yang tinggi sehingga dapat membakar solar yang disemprotkan oleh injection).
- ✓ Makin tinggi Cetane number menunjukkan minyak solar tersebut makin mudah terbakar, makin rendah cetane number menunjukkan makin lambat terbakar.

Angka cetane (Cetane number)

- ✓ Angka Cetane adalah suatu angka yang menyatakan kualitas pembakaran dari bahan bakar mesin diesel, yang diperlukan untuk mencegah terjadinya “Diesel Knock”
- ✓ Mesin Diesel putaran tinggi diperlukan bahan bakar minyak dengan cetane yang tinggi, sebaliknya mesin putaran rendah diperlukan angka cetane rendah.

Angka oktan (Octane number)

- ✓ Angka oktan adalah suatu angka yang menyatakan kemampuan bahan bakar minyak (khususnya Mogas) dalam menahan tekanan kompresi untuk mencegah Gasoline terbakar sebelum busi menyala didalam mesin bensin.

Berat spesifik berbagai macam material

KOMODITAS	BERAT JENIS (ton/cu.m)	KOMODITAS	BERAT JENIS (ton/cu.m)
Bensin	0.75	Gravel	1.65 - 1.7
Karosin	0.80		(20 - 25 dia. mm)
Minyak ringan	0.85	Pasir	1.5 - 1.65
Minyak berat	0.93		(1.0 - 2.5 dia. mm)
Oli pelumas	0.95	Batu bara	0.75 - 0.87
Aspal cair	0.90	Tanah kering	1.6
Alkohol	0.80	Tanah basah	2.0
Formalin	1.05	Tanah liat kering	1.8
Beton cair	2.4	Tanah liat basah	2.0
Serbuk semen	1.0	Salju	0.2 - 0.8
Agregat	2.2	Bahan makanan	0.5
Karbon hitam	0.32	Tepung terigu	0.5
Solar	0.8	Tepung vinil	0.45
		Susu, air	1.0

LUBRICATION

Fungsi Pelumasan
Cara Kerja Pelumasan
Pemilihan Pelumasan

LUBRICATION SYSTEM

Fungsi dari lubrication system adalah sebagai berikut:

Melumasi

Mengurangi gesekan dan keausan dengan lapisan pelumas.

Mendinginkan

Menyalurkan panas keluar dari komponen-komponen.

Membersihkan

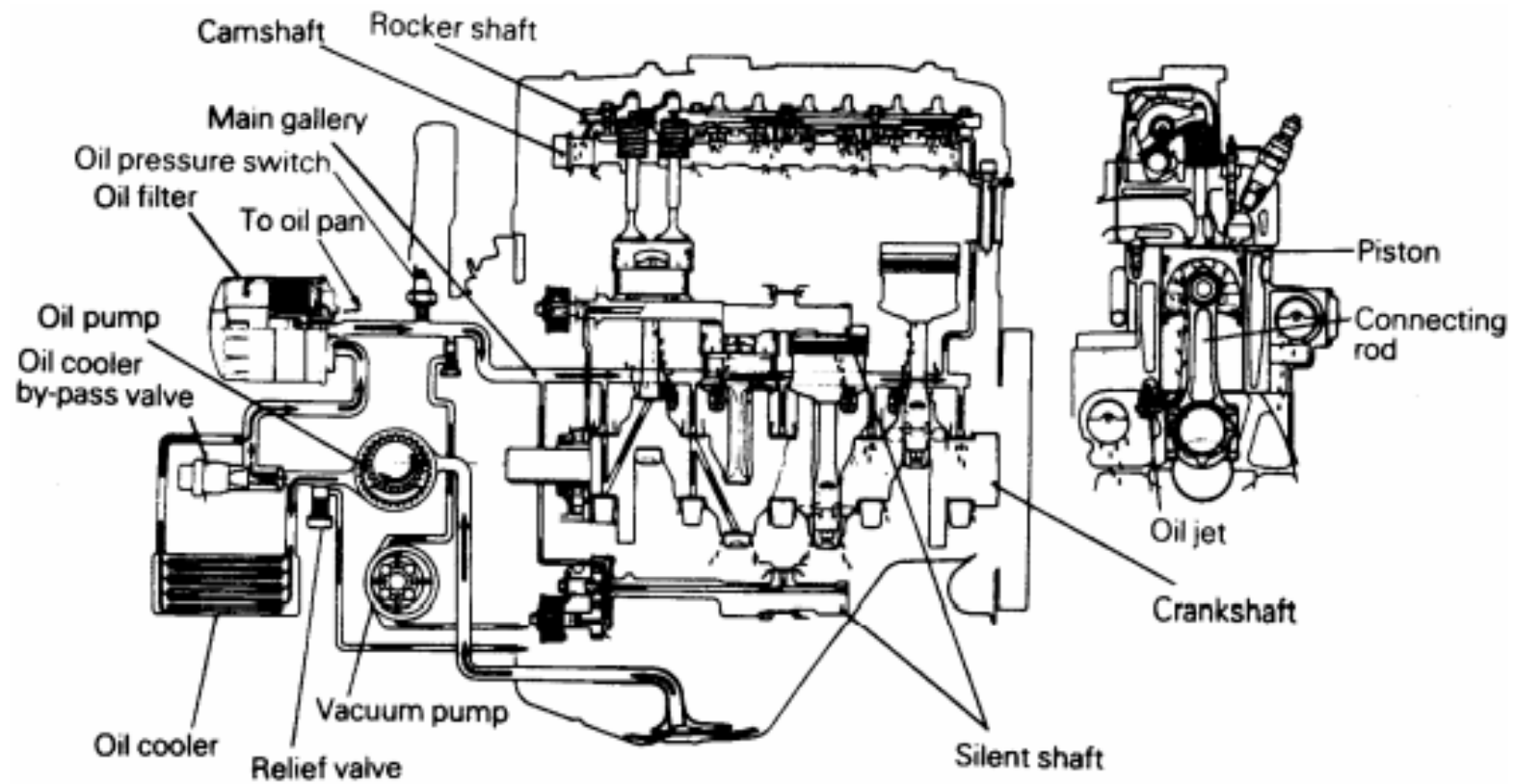
Menghilangkan dan menahan kotoran seperti karbon dan membawanya kesaringan (filter) pelumas untuk dipisahkan/dibersihkan.

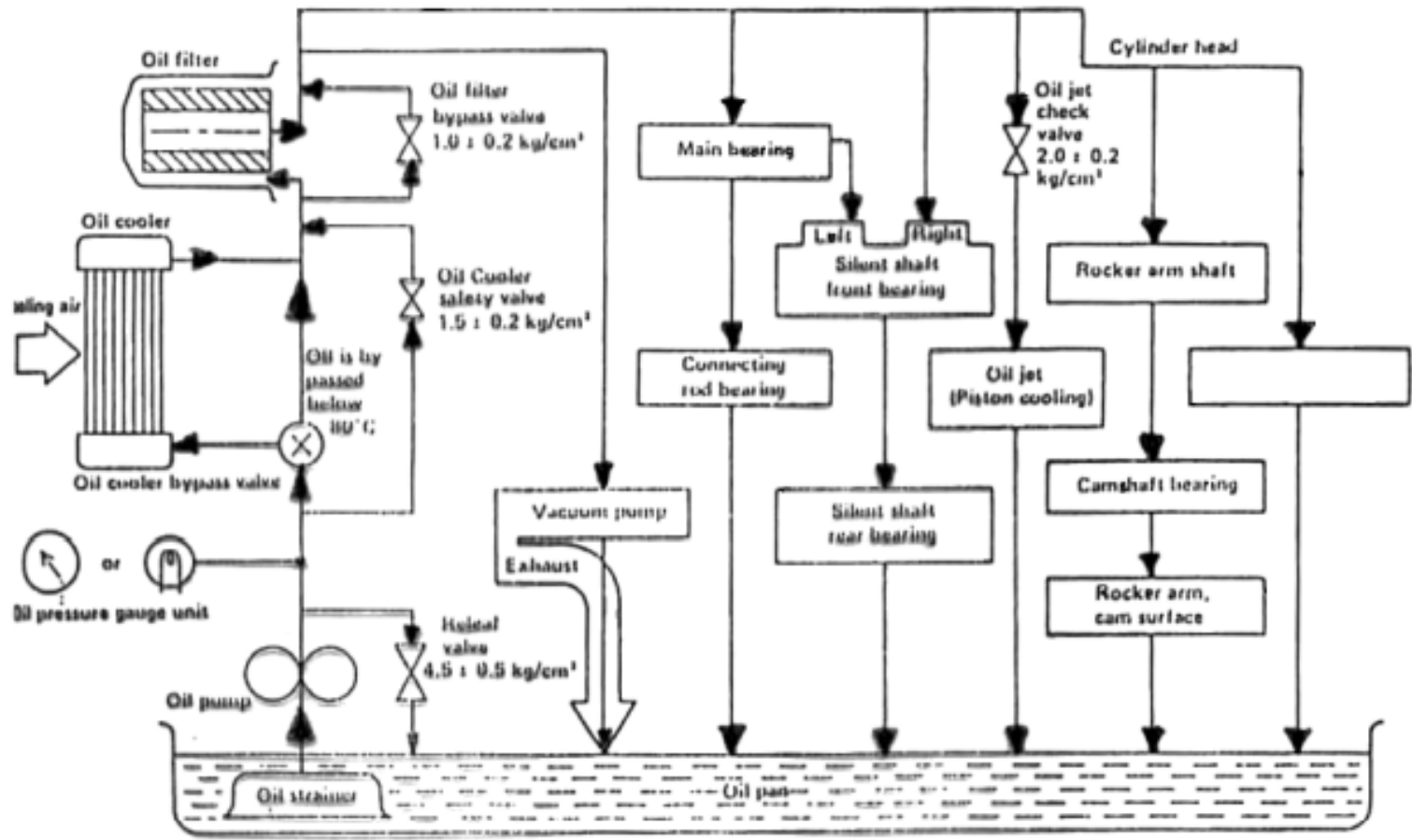
Melindungi

Mencegah kerusakan metal akibat oksidasi dan korosi.

Lain-lain

Sebagai media pemindah tenaga, media pemindah panas, perapat, dsb.

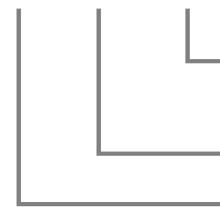




Adapun pedoman pemilihan pelumas yang baik dan benar adalah sebagai berikut:

- Sesuai petunjuk perawatan yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat engine.
- Sesuai tingkat kekentalan (viscosity) pelumas, contoh: SAE 40, SAE 20W-50.
- Sesuai tingkat mutu (performance level) pelumas yang dipersyaratkan, contoh: API SERVICE SJ (Spark – Gasoline), API SERVICE CF (Compression – Diesel).

SAE 20 W - 40

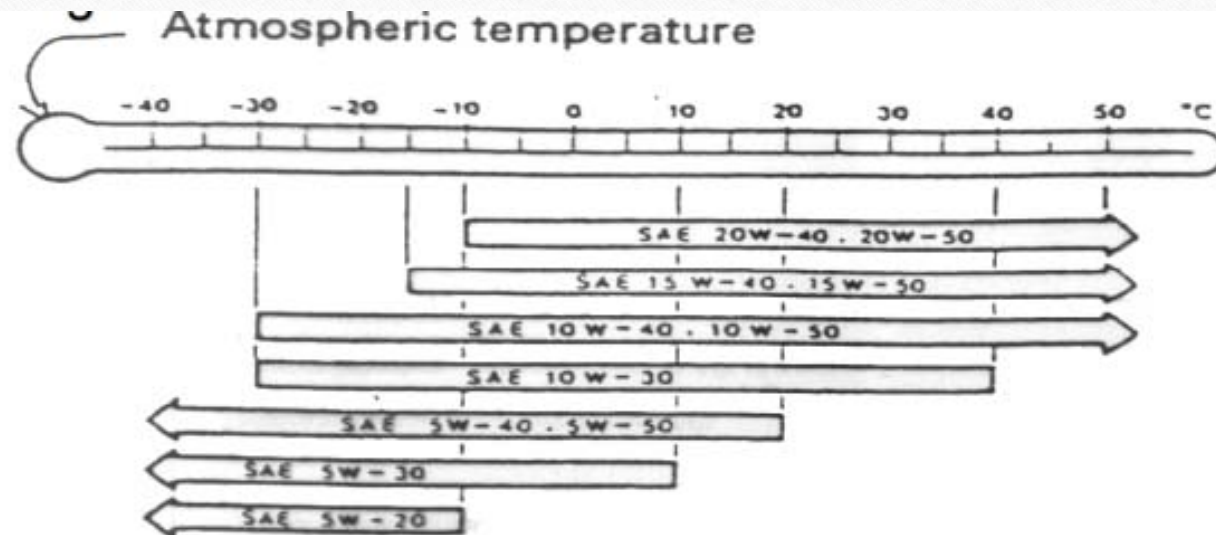


Kekentalan pada temperatur Tinggi
(98,9 °C / 210°F)

Grade musim Dingin (Winter)

Kekentalan pada temperatur rendah
(-17,8 °C / 0°F)

DIESEL ENGINE OIL



SAE 20 W - 40



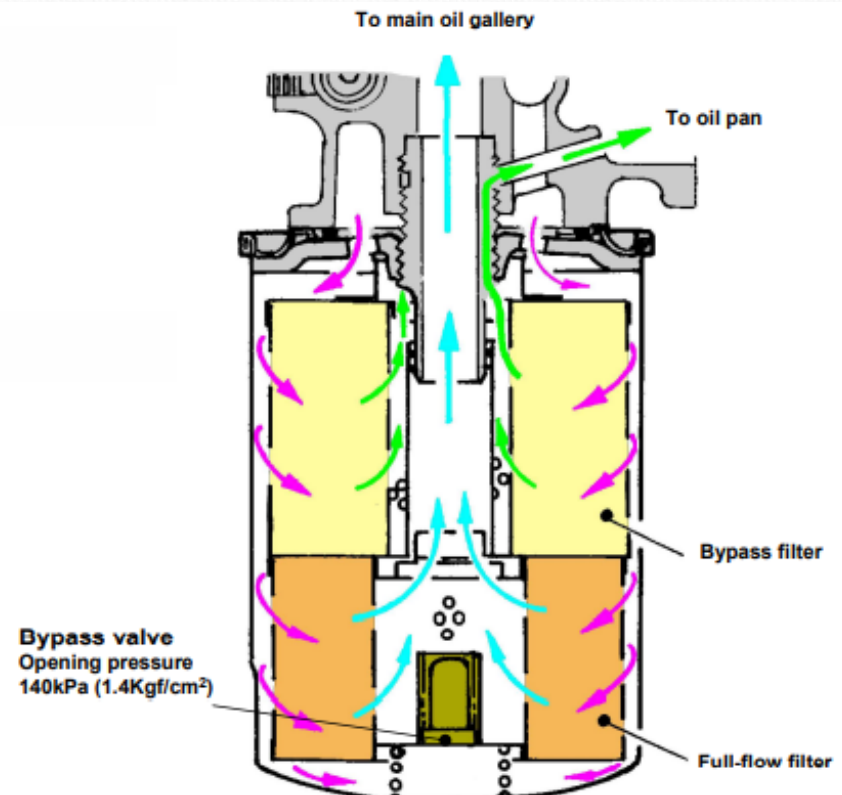
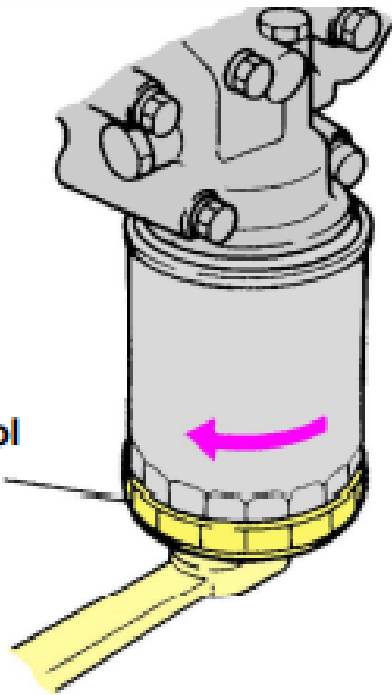
Kekentalan pada temperatur tinggi (98,9 °C / 210°F)

Grade musim Dingin (Winter)

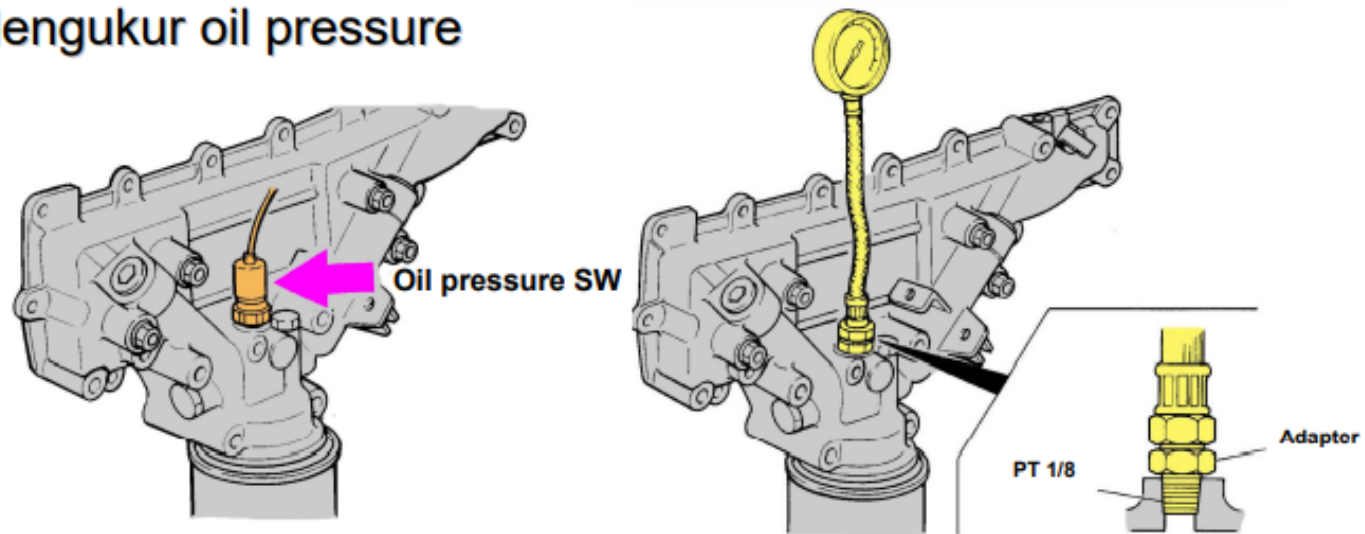
Kekentalan pada temperatur rendah (-17,8 °C / 0°F)

FILTER OLI

Special tool
MH061590



Mengukur oil pressure

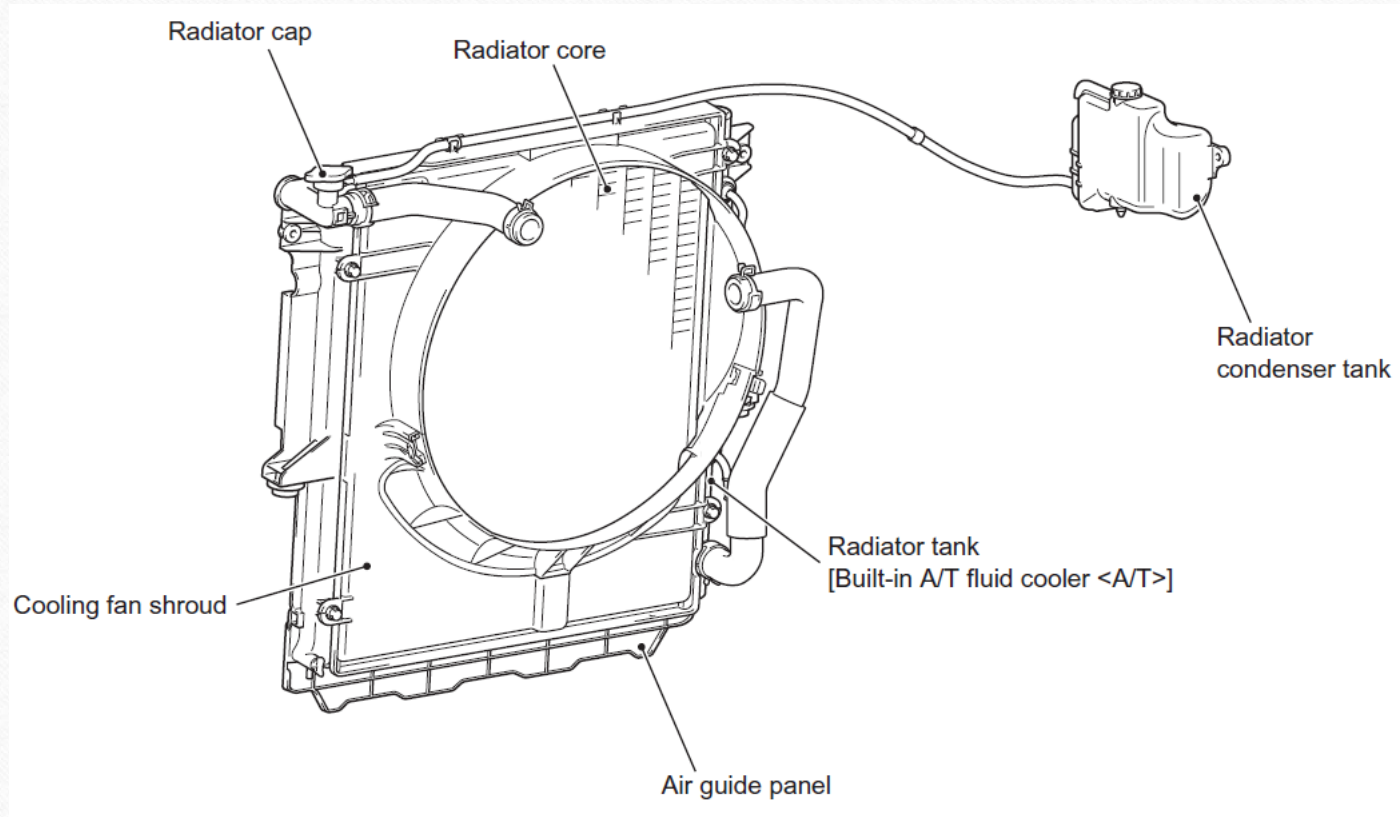


Maintenance item		Standard value	Limit
Oil pressure (Oil temperature 70 to 90 deg.)	At no-load minimum revolution	145 kPa (1.5 kgf/cm ²)	49 kPa (0.5 kgf/cm ²)
	At no-load maximum revolution	295 to 490 kPa (3 to 5 kgf/cm ²)	195 kPa (2 kgf/cm ²)

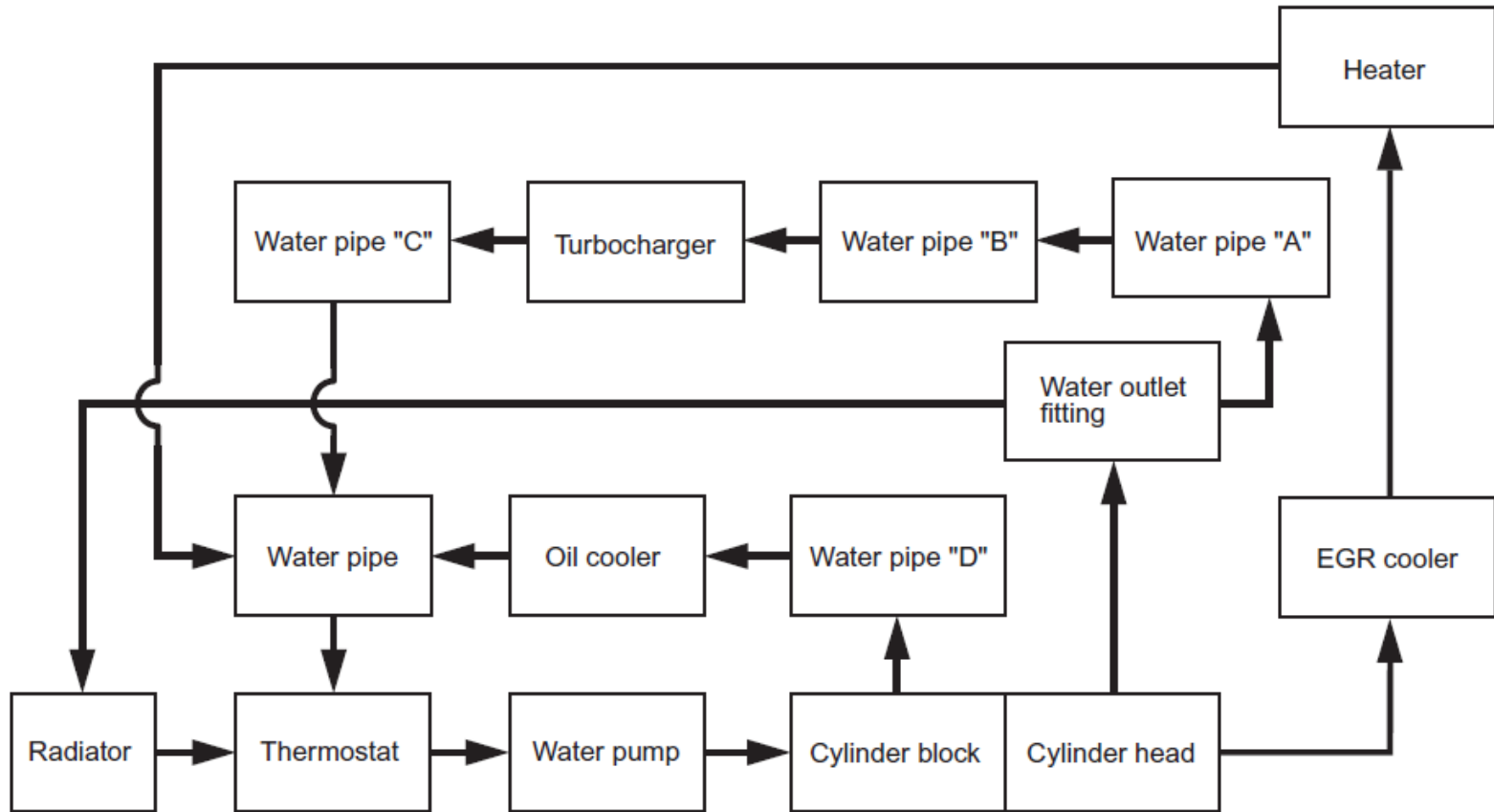
Oil quantity – Oil pan 8 liters
Filter 1 liter

COOLING SYSTEM

**Konstruksi dan Cara Kerja
Pemeriksaan Cooling system**



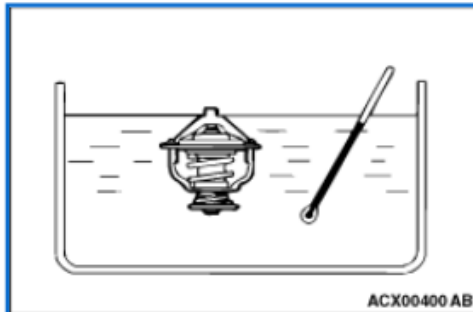
SALURAN AIR



Pemeriksaan yang biasanya dilakukan pada cooling system adalah:

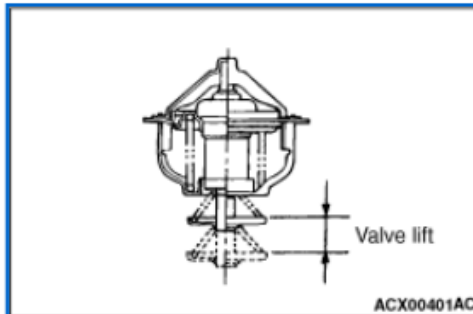
- ✓ **Pemeriksaan thermostat**
- ✓ **Pemeriksaan kebocoran coolant**
- ✓ **Pemeriksaan valve opening radiator cap**
- ✓ **Memeriksa kadar antifreeze**
- ✓ **Pemeriksaan jumlah coolant**

PEMERIKSAAN THERMOSTAT



1. Rendam thermostat didalam air, kemudian panaskan air sambil diaduk, periksa suhu pembukaan Thermostat valve.

Nilai standar: $82 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$



2. Periksa apakah nilai valve lift sesuai dengan nilai standar, ketika air pada suhu pembukaan penuh.

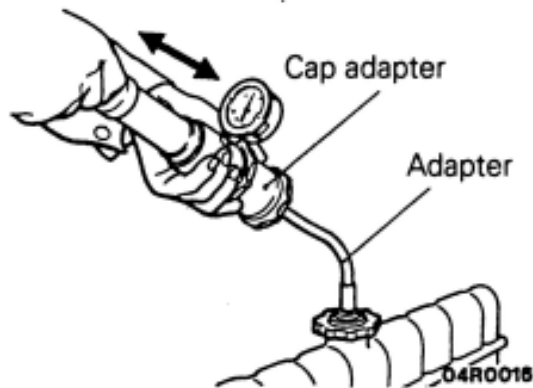
Catatan

Ukur tinggi valve saat thermostat tertutup penuh, kemudian gunakan hasil pengukuran ini untuk membandingkan tinggi saat Thermostat terbuka secara penuh.

Nilai standar:

Full-opening temperature: $95 \text{ }^\circ\text{C}$

Nilai valve lift: 10 mm atau lebih



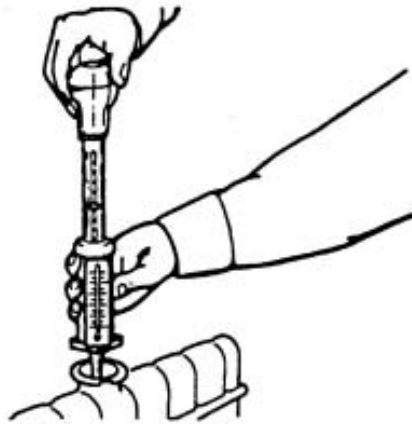
Berikan tekanan 160 Kpa (1.6 Kg/cm²)



Tekanan pembukaan Valve Radiator Cap

Batas : 65 kPa

Nilai Std: 75 – 105 kPa



Memeriksa kadar Antifreeze

Ukur temperatur dan massa jenis coolant untuk memeriksa konsentrasi antifreeze (%).

Nilai Standard : 30 – 60 %
(Batas konsentrasi yg di izinkan)

ELECTRICAL SYSTEM

Glow system

Stater system

Auto glow system

AUTO GLOW SYSTEM INSPECTION

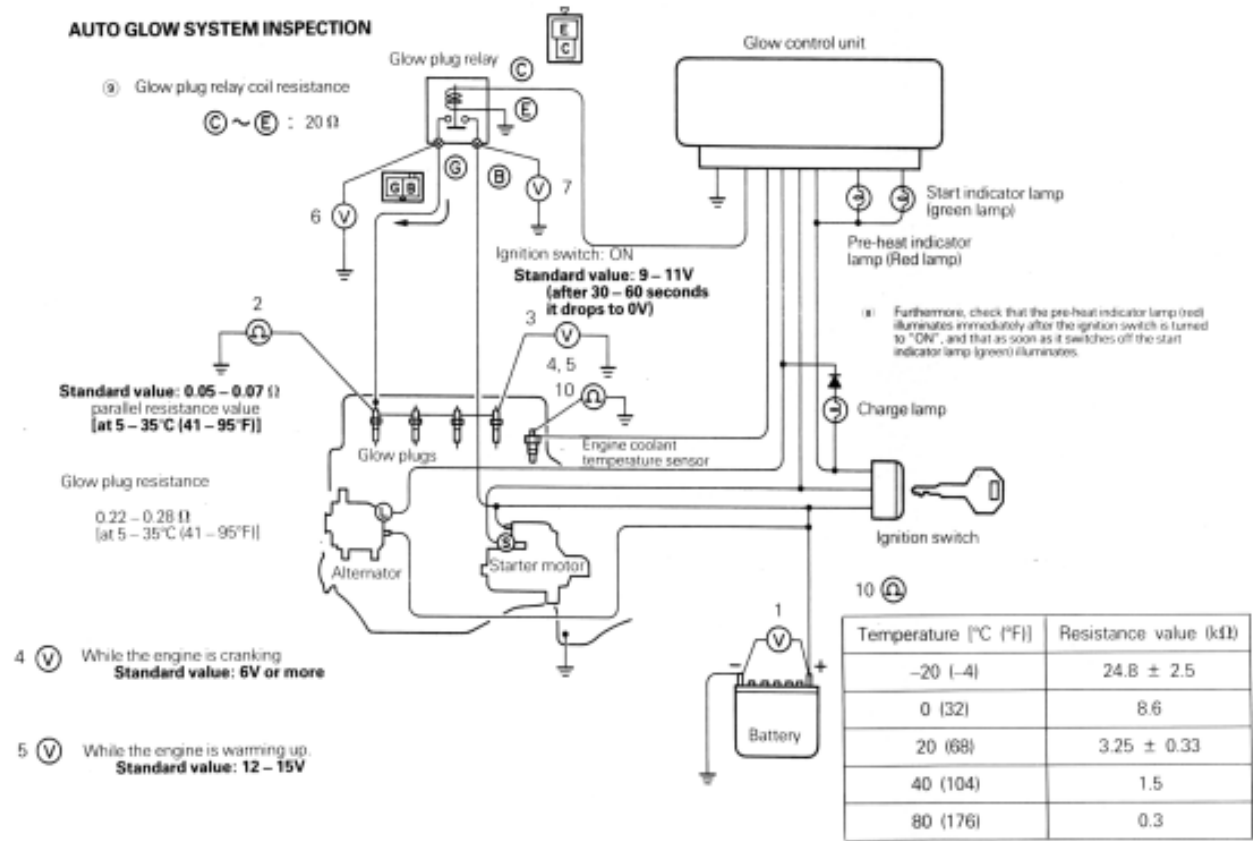
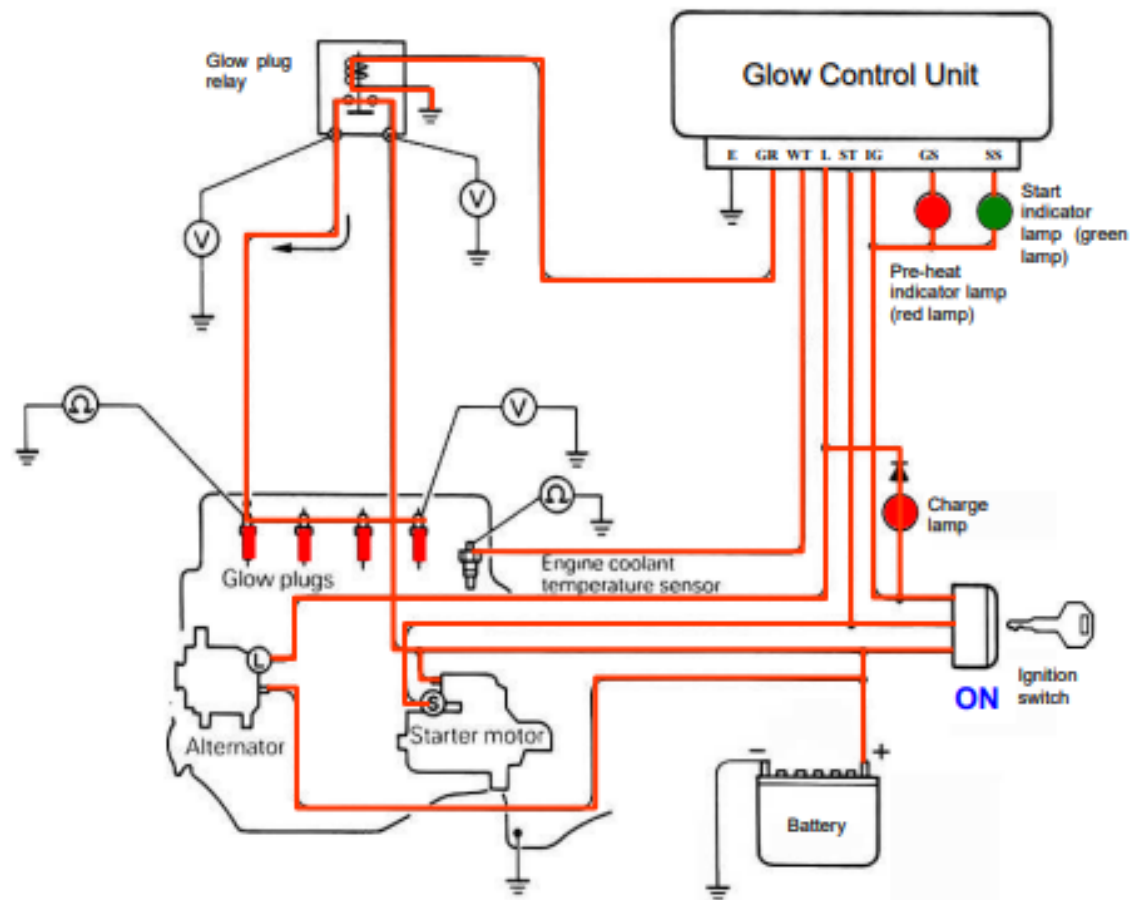
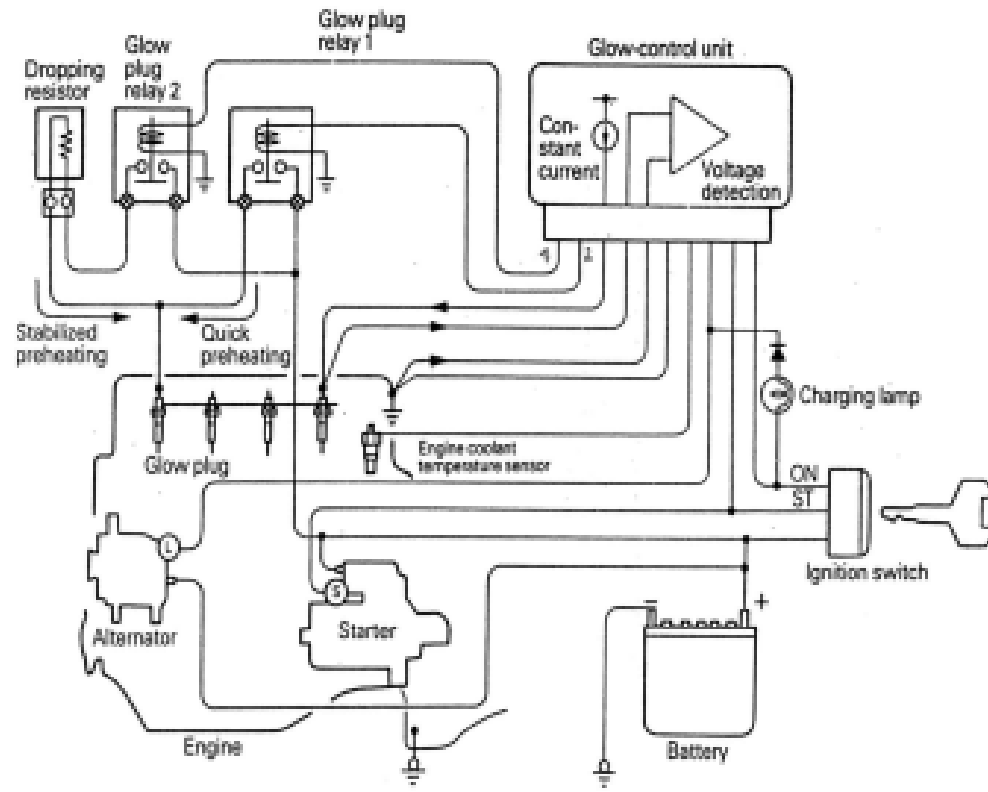
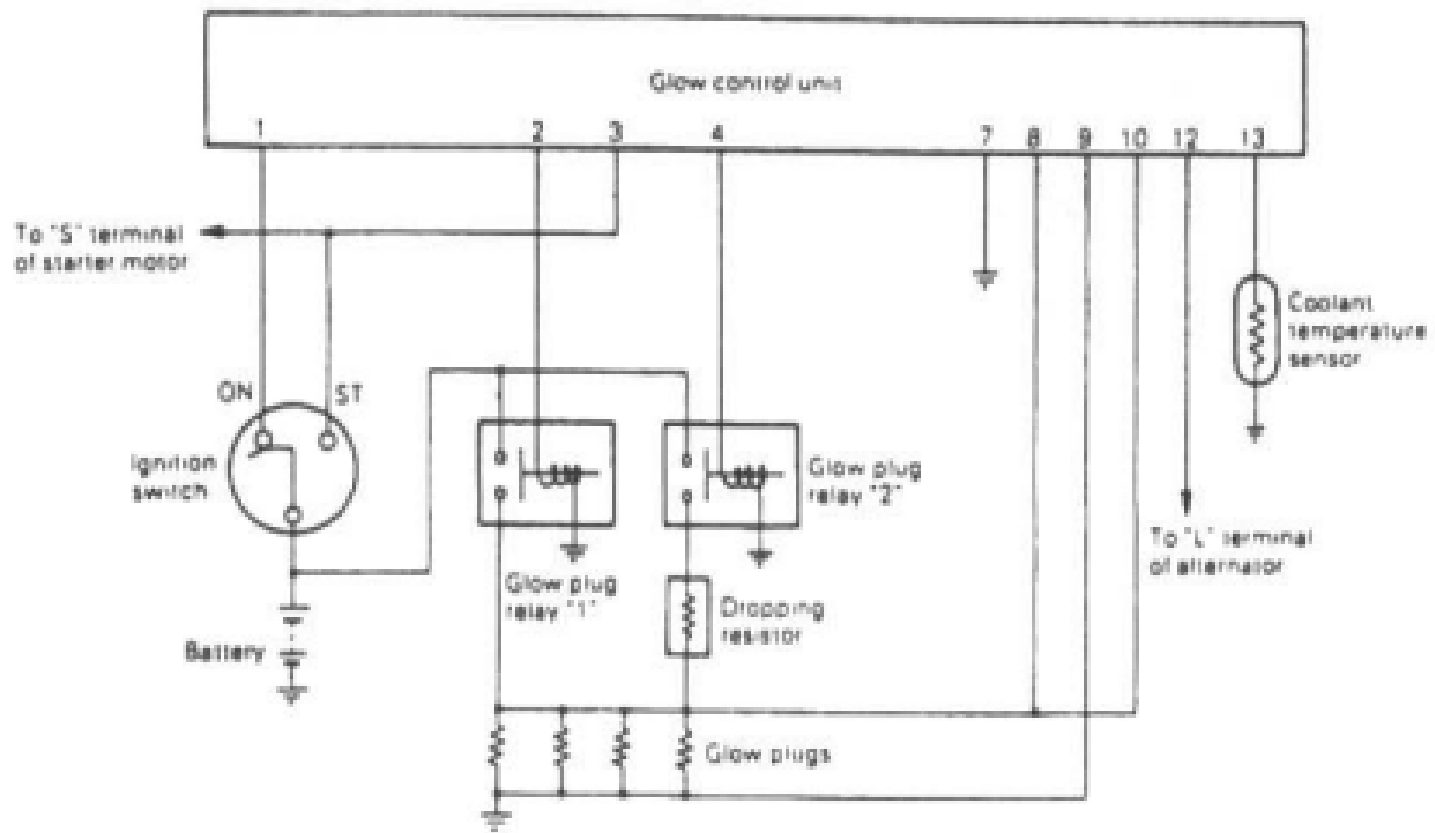


Fig. 2-139



Super quick glow system





Glow system

Self-regulating glow system

Super quick glow system (SQGS)

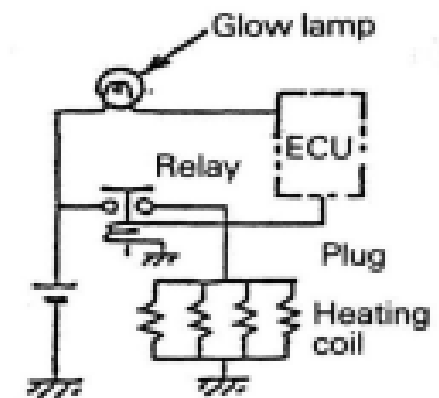
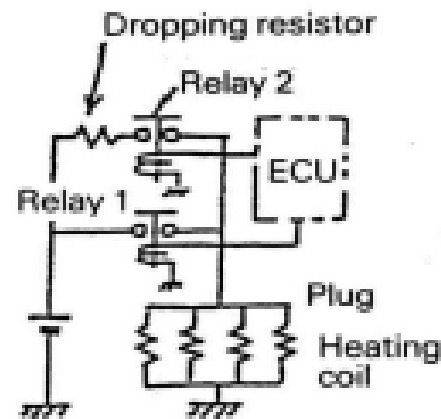
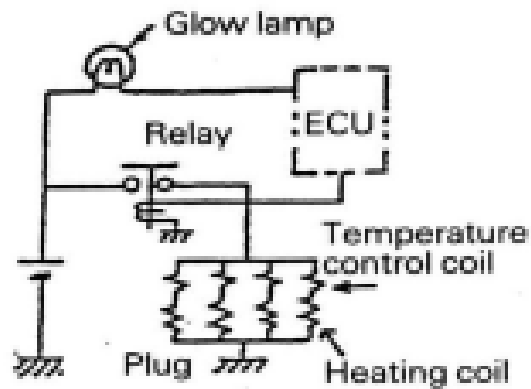
Auto glow system

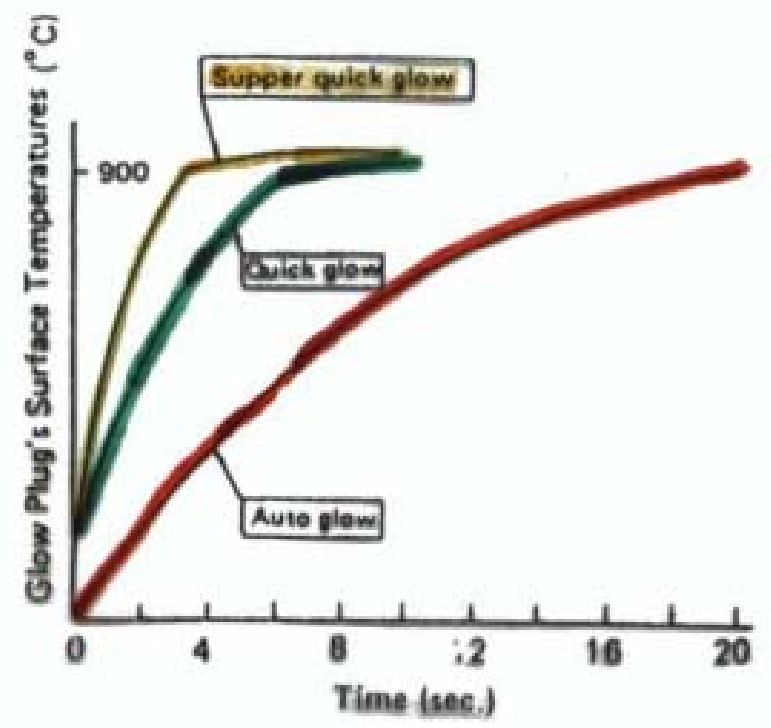
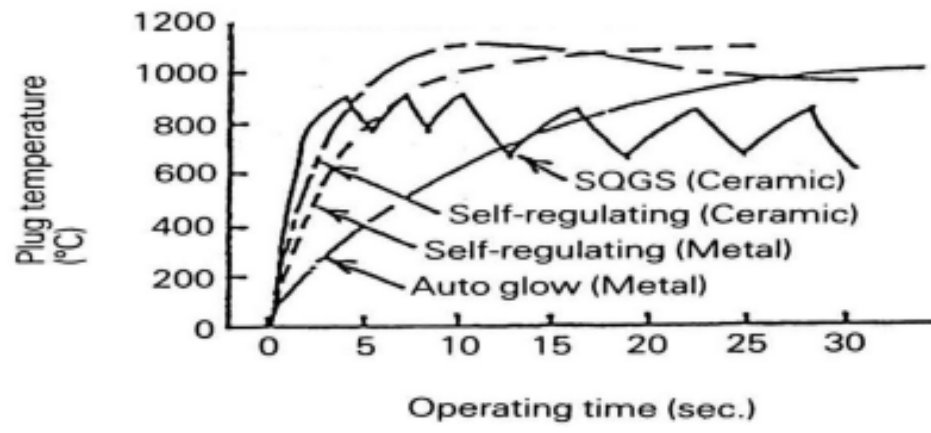
Ceramic^{*1}

Metal^{*2}

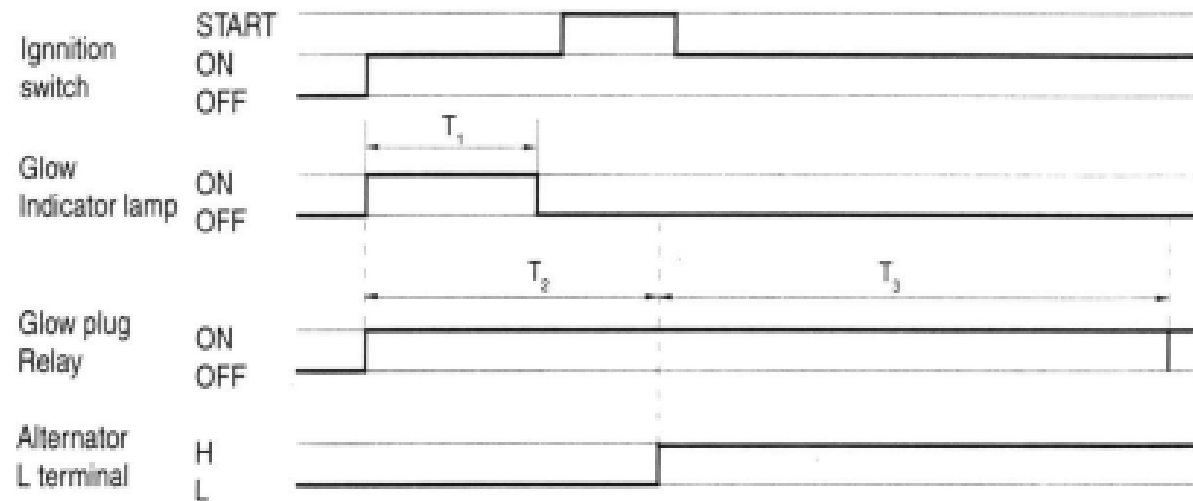
Ceramic

Metal





Tabel glow plug energization timing chart



DEN0063

T_1 : Glow indicator lamp.

T_2 : Glow plug relay drive time setelah ignition switch diputar keposisi ON.

T_3 : Glow plug relay drive time setelah engine dihidupkan (Setelah pembakaran).

CATATAN

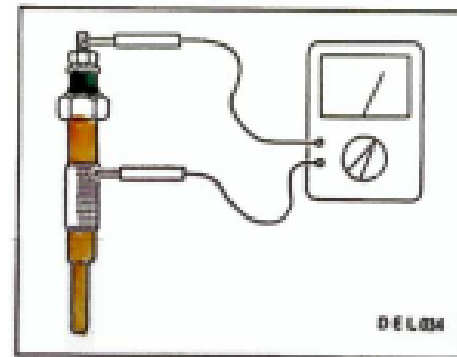
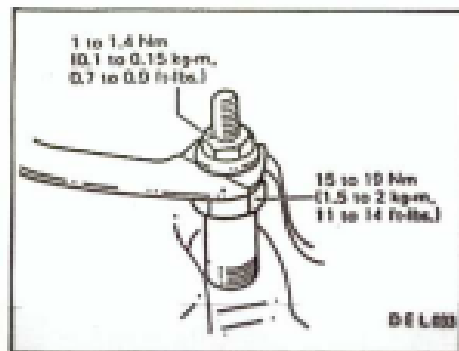
Setelah glow time T_3 menjadi lebih panjang pada saat temperatur pendingin engine rendah.

Spesifikasi

Model mesin	: 4D55 - 0 - 41
Jenis	: Sheathed type
Resistance	: 0,27 Ohm
Arus Max.	: 40 A

Kemampuan

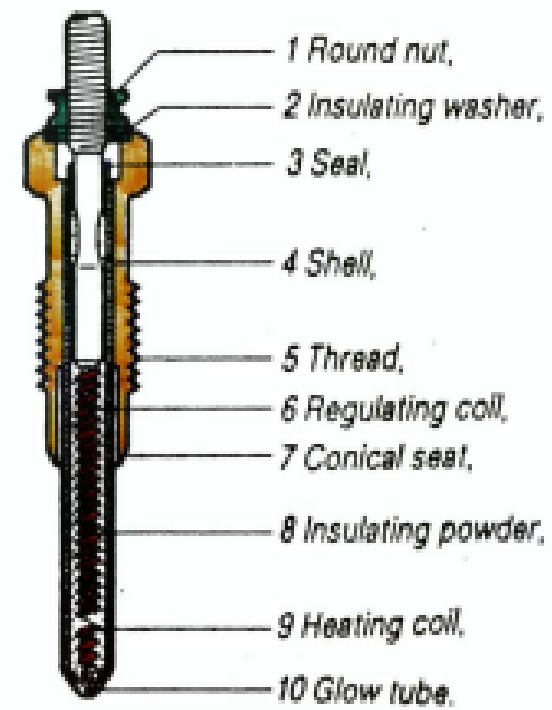
- ✓ Waktu diperlukan untuk mencapai 800 °C : 16 detik
- ✓ Waktu diperlukan untuk mencapai temperatur kesetimbangan : 60 detik



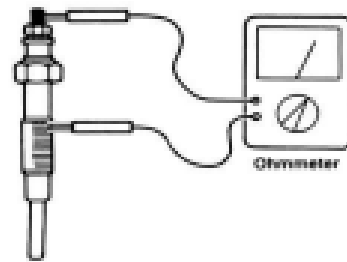
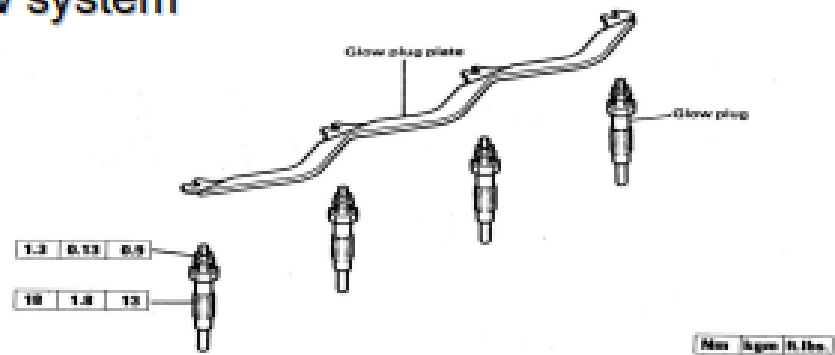
Glow plug



Type S-RSK pencil-type glow plug

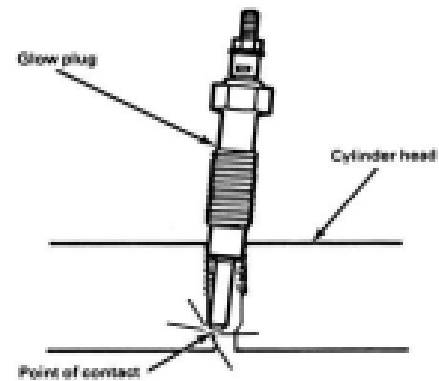


Self regulating glow system



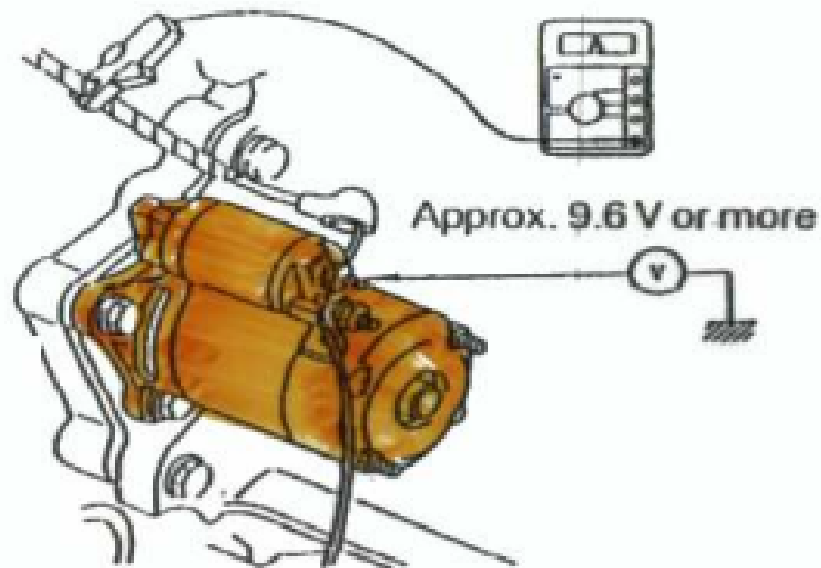
Specifications

Description	Standard value
Glow plug resistance	Metal type 1.0 Ω at 20°C (68°F) Ceramic type 0.5 Ω at 20°C (68°F)



Starting system

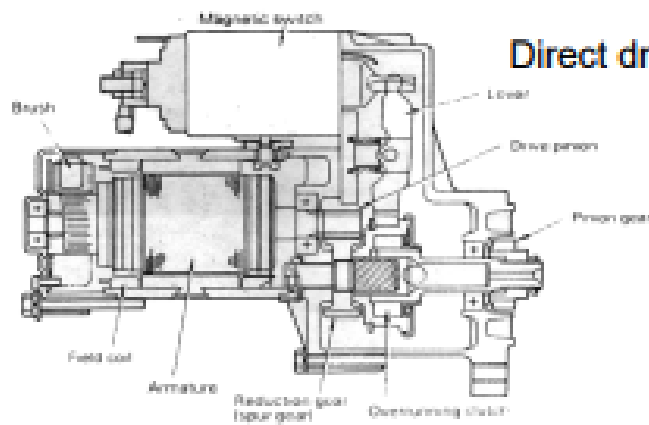
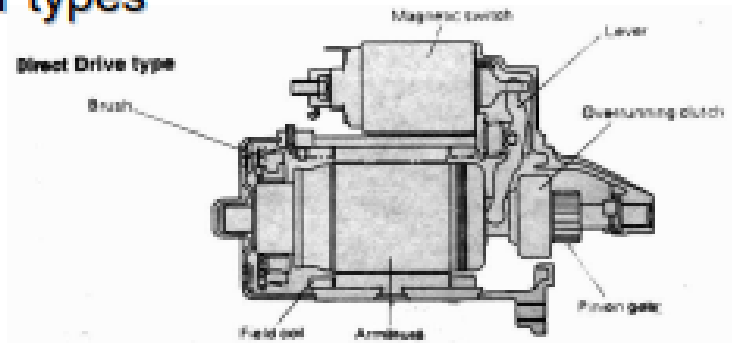
Amperage = Battery capacity
(at 5-hour rate) x 3



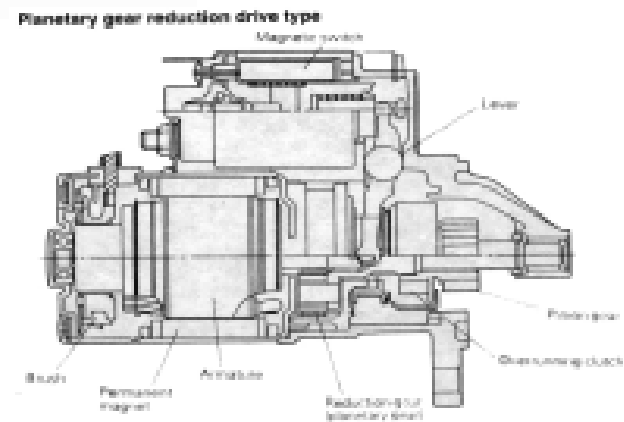
**Pengecekan suplai
ampere dan tegangan
starter motor**

Engine cranking speed
250 RPM – 300 RPM

Starter motor types

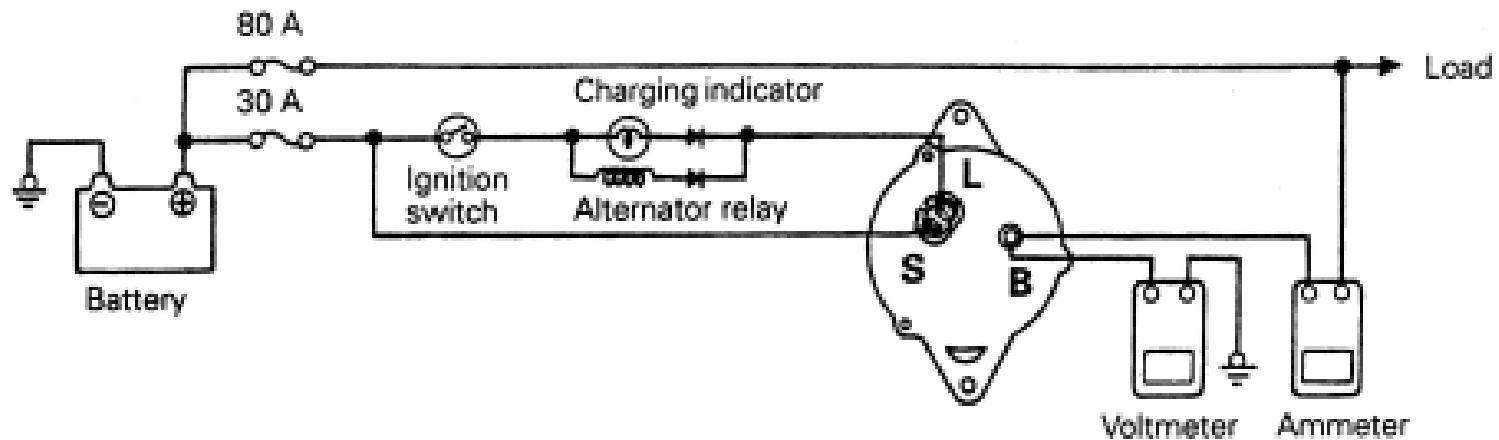


Spur gear reduction drive type



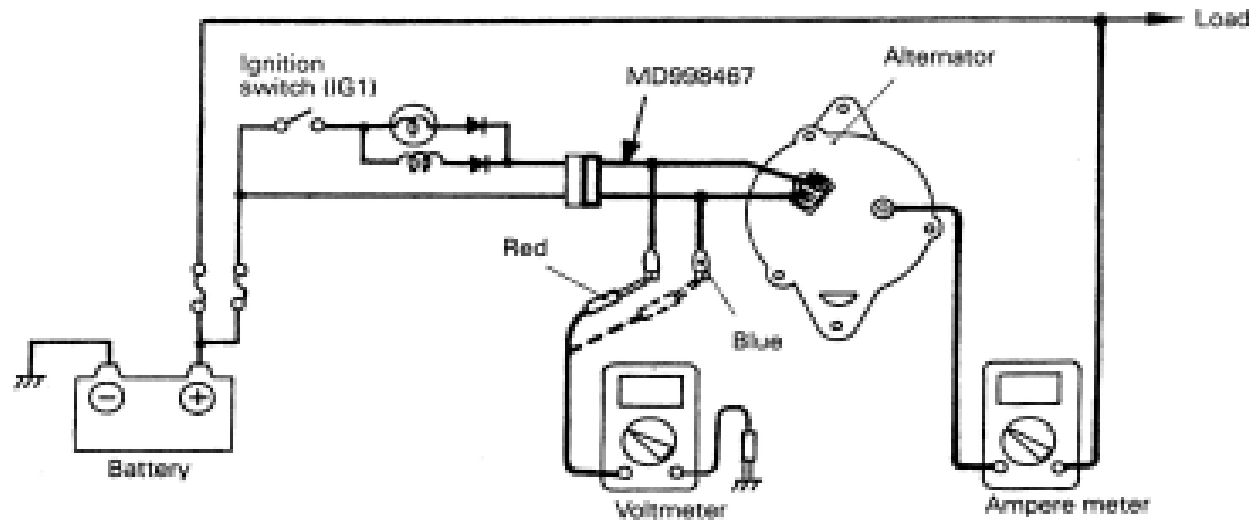
Planetary gear reduction drive type

Pengujian Arus Output



- Beban listrik → Beban penuh
 - Putaran engine → 2.500 Rpm
 - Arus → Arus terbaca Max.
 - Hasil → Batas 70 % dari arus output nominal
- Contoh :
 - 75 A – 12 V
 - $75 \times 0.7 = 52.5 \text{ A}$

Pengujian Tegangan Atur



- Beban listrik → Tanpa Beban
- Putaran engine → 2.500 Rpm
- Arus → Di bawah 10 A
- Hasil → Lihat tabel temperatur

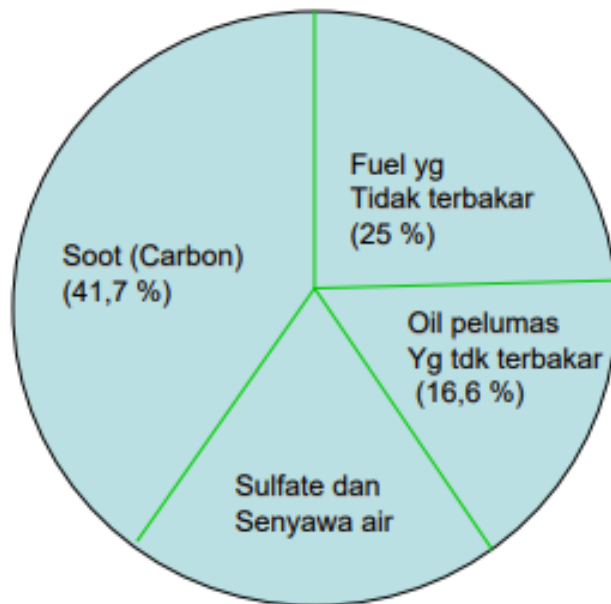
Voltage regulation system

Pengujian	Beban listrik	Putaran engine	Arus	Hasil	
Arus output	Beban penuh	2500 rpm	Arus terbaca maximal	Batas : 70% dari arus output nominal	
Tegangan Atur	Tanpa Beban	2500 rpm	Dibawah 10A	Temperatur ambient pengatur tegangan °C	Tegangan atur V
				-20	14.2-15.4
				20	13.9-14.9
				60	13.4-14.6
				80	13.1-14.5

EMISSION SYSTEM

**Komposisi Particulate Matter
Metode Pemeriksaan Emission**

Komposisi particulate matter



BAHAN BAKAR BENSIN Sistem Kaburator

Tahun Pembuatan	CO (%)	HC (ppm)
< 1985	4,0	1000
1986 - 1995	3,5	800
> 1996	3,0	700

Sistem Injeksi

Tahun Pembuatan	CO (%)	HC (ppm)
1986 - 1995	3,0	600
> 1996	2,5	500

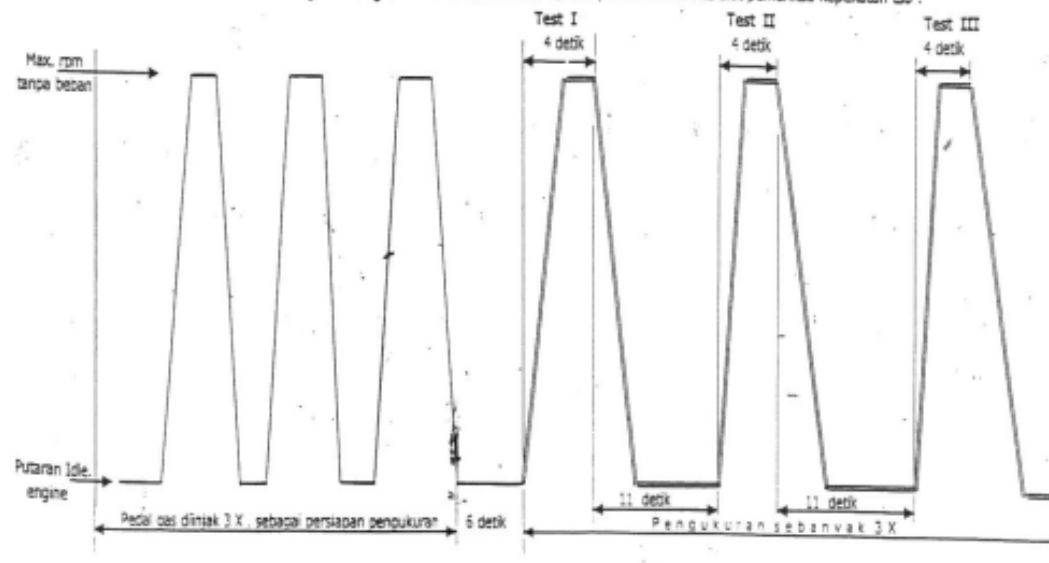
BAHAN BAKAR SOLAR

Tahun Pembuatan	Opasitas (%)
< 1985	50
1986 - 1995	45
> 1996	40

Metode pemeriksaan Emisi gas buang (Diesel smoke)

(STALDAT no. 2.03 - 90)

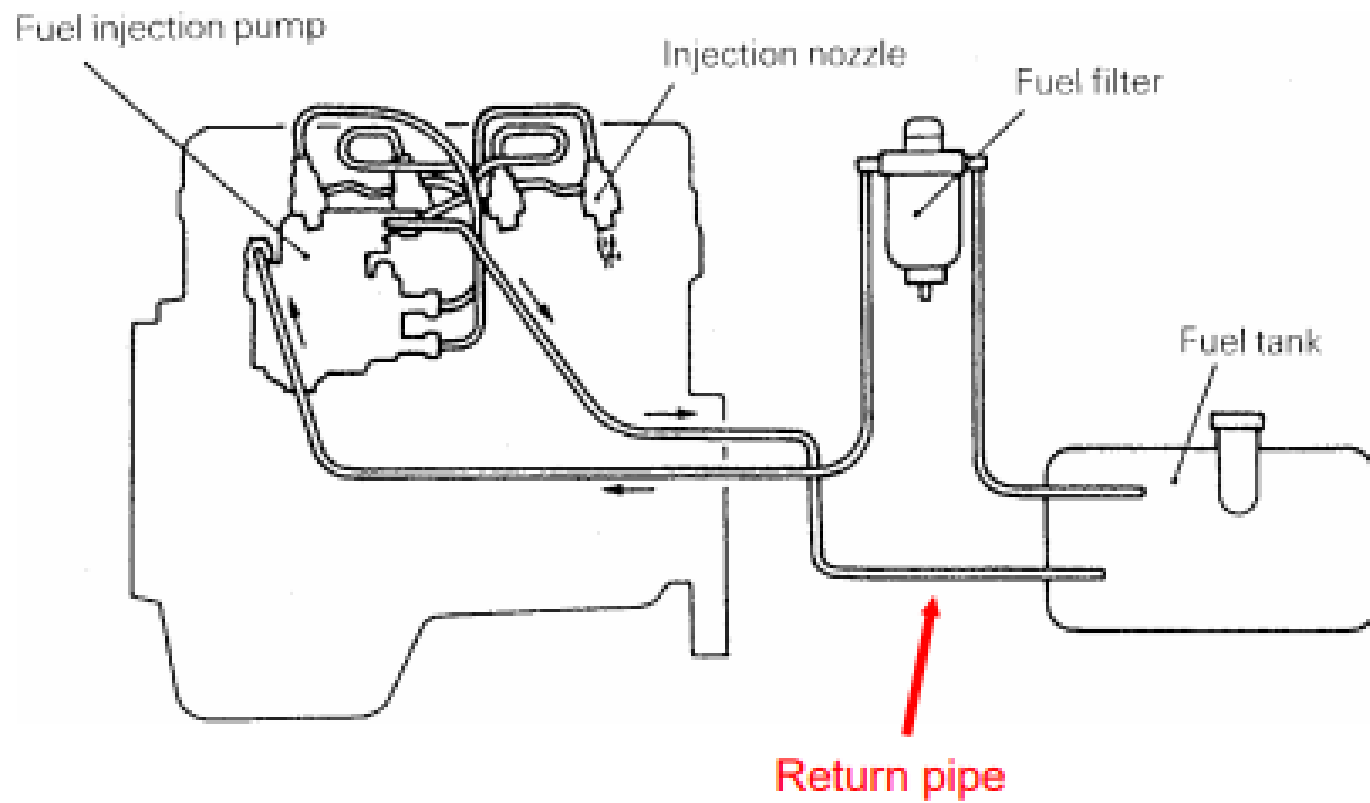
1. Hidupkan engine hingga engine mencapai suhu kerja (80° s/d 90°)
2. Catat suhu dan persentase kelembapan udara lingkungan .
3. Pasang alat bantu jika perlu , agar pengambilan gas buang dalam keadaan normal sesuai ketentuan . (jika tail pipe lengkung)
4. Persiapkan Diesel smoke tester , lengkap dengan smoke paper filter dan kertas Calibrasi yang bersih (tidak kotor)
5. Pedal gas diinjak max. dan dilepas kembali 2 atau 3 X
6. Tunggu kondisi engine idle selama 5 (6) detik . sambil pompa alat disiapkan ke posisi tekan dan kertas filter masukan .
7. Pedal gas diinjak max, melalui alat pedal valve dari tester tsb. Selama 4 detik
8. Pedal gas dilepas kembali , tunggu idle selama 11 detik , sambil memasukan kertas filter ke 2 serta sambil menekan tuas pompa .
9. Diulangi sama dengan no. 7 sebanyak 2 X dengan cara sama . (lihat diagram dibawah ini)
10. Pemeriksaan hasil test . Dengan setting calibrasi terlebih dahulu baru dapat dimasukan ke alat pemeriksa kepekatan tsb .



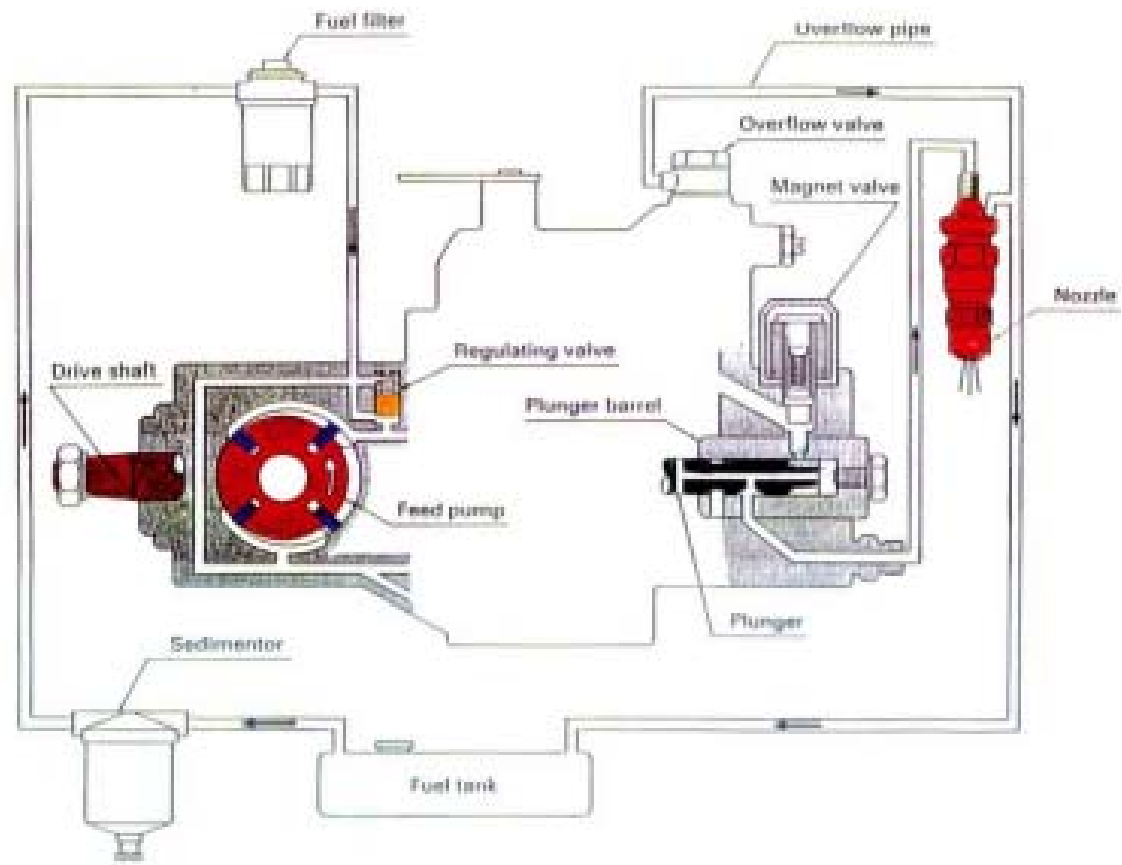
FUEL SYSTEM

**Konstruksi dan cara Kerja
Injection Nozzle**

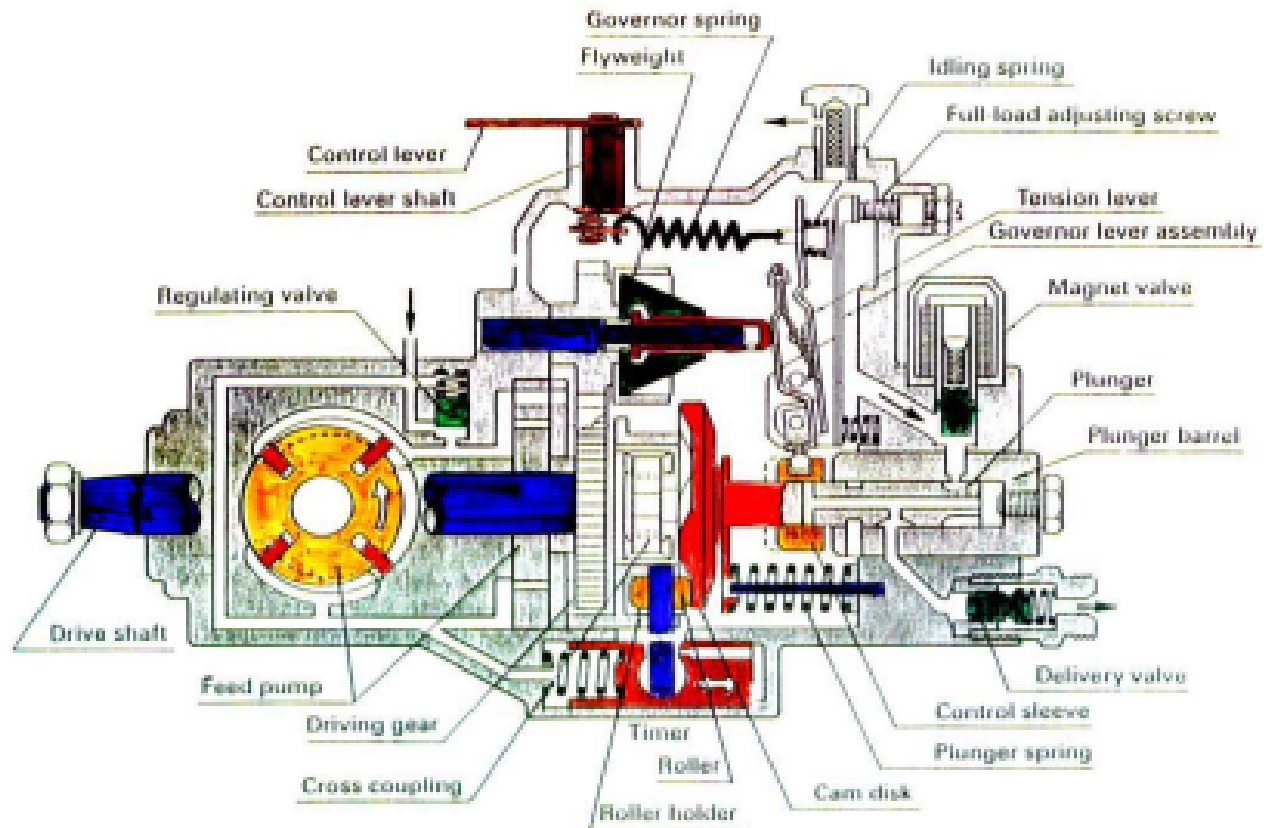
Skema



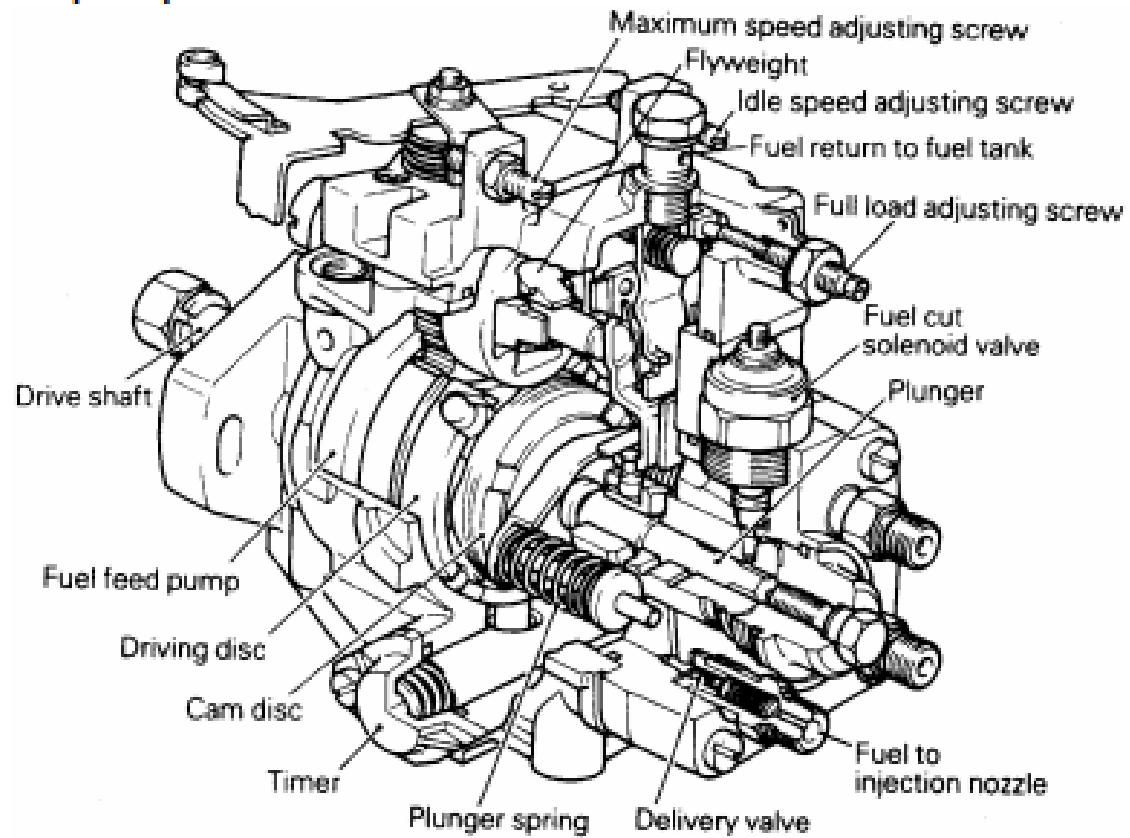
Skema



Konstruksi injection pump VE



Injection pump



Komponen injection pump

- ✓ Drive shaft, berputar pada setengah kecepatan mesin.
- ✓ Feed pump, mengisi bahan bakar ke Injection pump.
- ✓ Plunger, memampatkan bahan bakar dan juga mendistribusikan ke cylinder.
- ✓ Timer, mengontrol waktu pemasukan.
- ✓ Governor, secara otomatis mengontrol bahan bakar yang masuk.
- ✓ Delivery valve, mengisap kembali bahan bakar setelah pencegahan penetesannya dan juga mempertahankan pengendapan udara pipa masuk.
- ✓ Accelerator, Mengontrol jumlah bahan bakar yang masuk sesuai dengan tingkatan langkah-langkah pada accelerator pedal.

Komponen injection pump

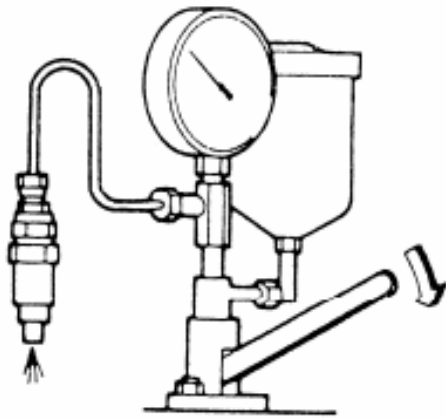
- ✓ Fuel cut solenoid, menghentikan bahan bakar untuk mematikan mesin.
- ✓ Maximum speed adjusting screw, Untuk menyesuaikan kecepatan maksimum.
- ✓ Idle speed adjusting screw, Untuk menyesuaikan idle speed mesin.
- ✓ Full load adjusting screw, Untuk menyesuaikan jumlah maksimum pemasukan bahan bakar.
- ✓ Wax element and fast idle lever, Untuk menyesuaikan kemajuan fasa sesuai dengan temperatur cooling water dan mengontrol idle speed.
- ✓ Boost compensator, Mengontrol jumlah pemasukan bahan bakar sesuai dengan tekanan supercharging.

Karakteristik injection pump VE type

- ✓ Rancangan yang ringan dan kompak dengan menggunakan jumlah bagian yang lebih sedikit, setengah dari ukuran in-line.
- ✓ Bagian reciprocating yang kecil serta inersia yang kecil mendukung pengoperasian dengan kecepatan tinggi.
- ✓ Pump jenis VE dibuat agar engine dapat bekerja pada kecepatan tinggi sekitar 6.000 rpm.
- ✓ Kebisingan engine kecil dan pengoperasian kecepatan rendah yang stabil. hanya menggunakan satu plunger dan variasi volume penyemprotan lebih sedikit.

Karakteristik injection pump VE type

- ✓ Pencegah putaran balik, pump dirancang sedemikian rupa sehingga tidak menyemprotkan fuel bila putaran engine dibalik.
- ✓ Aliran fuel akan terputus dan engine mati dengan memutar switch ignition ke Off.
- ✓ Pelumasan dengan fuel (bebas perawatan), karena fuel juga digunakan untuk melumasi semua bagian fuel injection pump, maka tidak memerlukan oil pelumas.
- ✓ Pada saat engine dingin, injection timing idle dan pengatur kecepatan Idle dibuat untuk bekerja secara otomatis.



Pengujian Injection Nozzle :

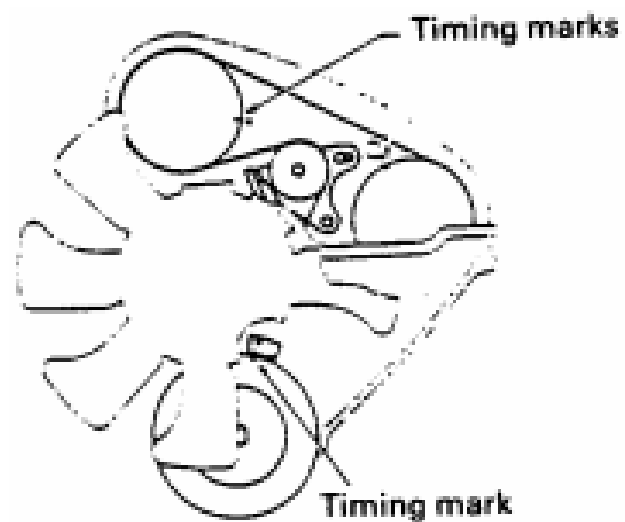
120 – 130 Kg/cm²

Pemeriksaan Spray

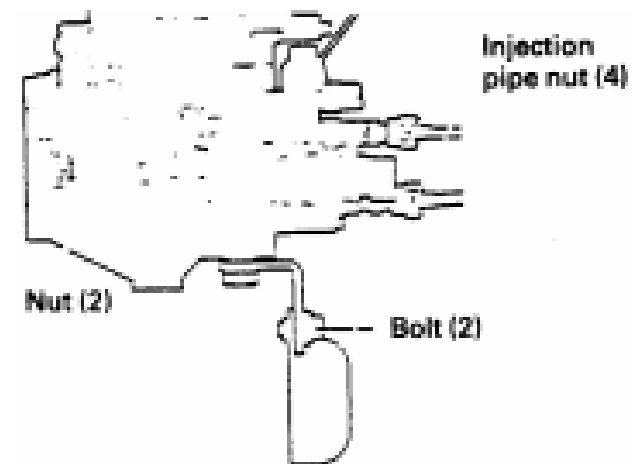
- ✓ Sudut arah penyemprotan spray
- ✓ Pemeriksaan derajat atomisasi
- ✓ Pemeriksaan dripping bahan bakar
- ✓ Memeriksa kekedapan oil needle valve dari nozzle/kebocoran



Injection timing adjustment

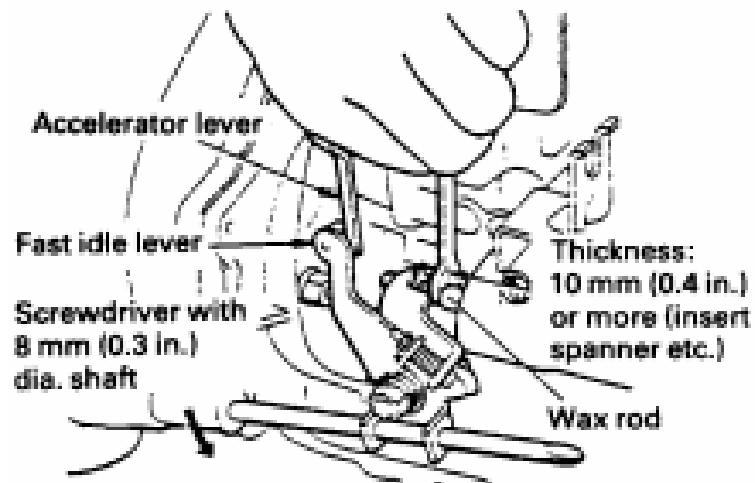


Tepatkan timing mark

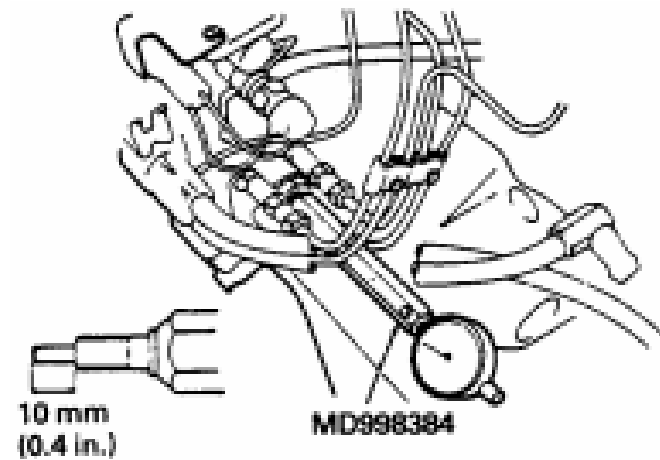


Kendurkan nut dan bolt

Injection timing adjustment

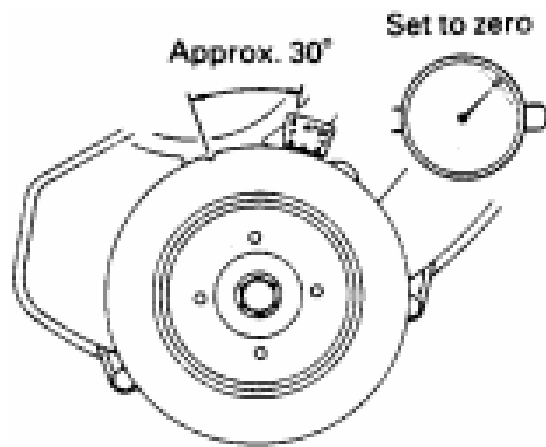


Melepaskan fast idle

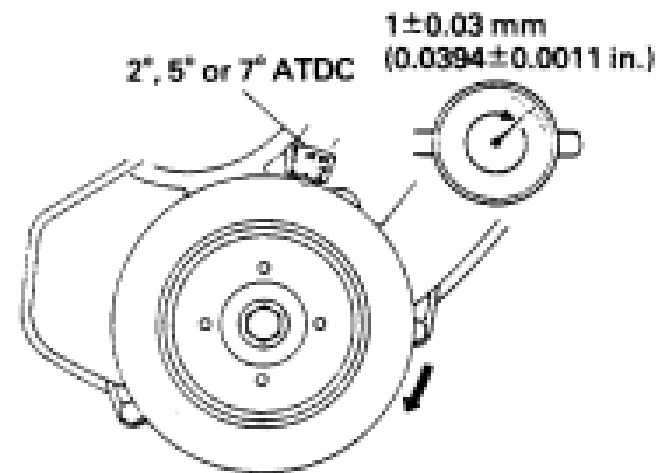


Pasang prestroke measuring adapter

Injection timing adjustment

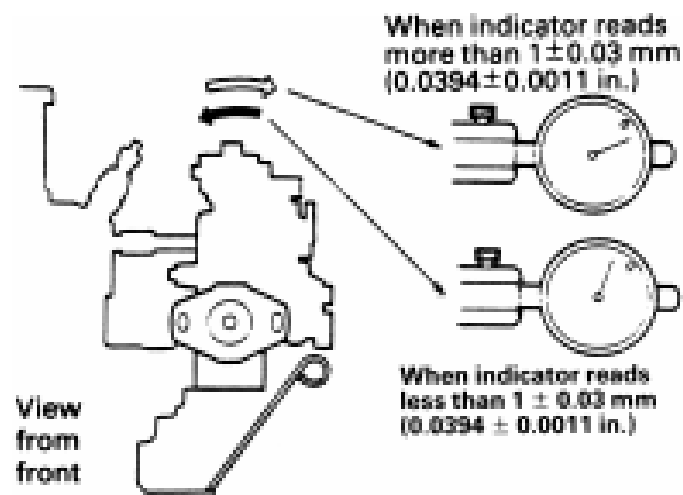


Pengesetan "nul" dial indicator

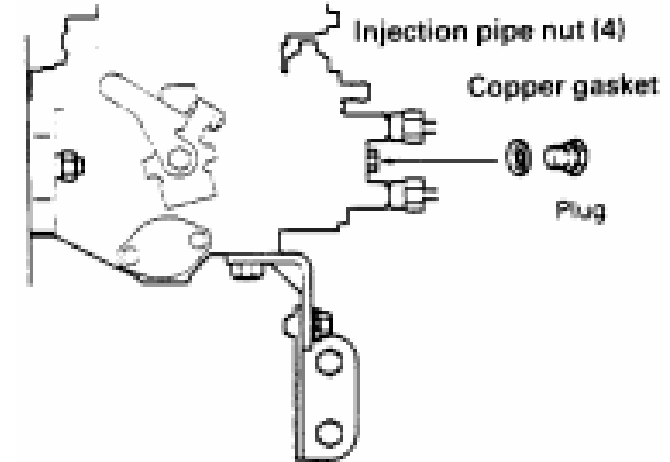


Pengecekan injection timing

Injection timing adjustment



Penyetelan injection timing



Memasang plug