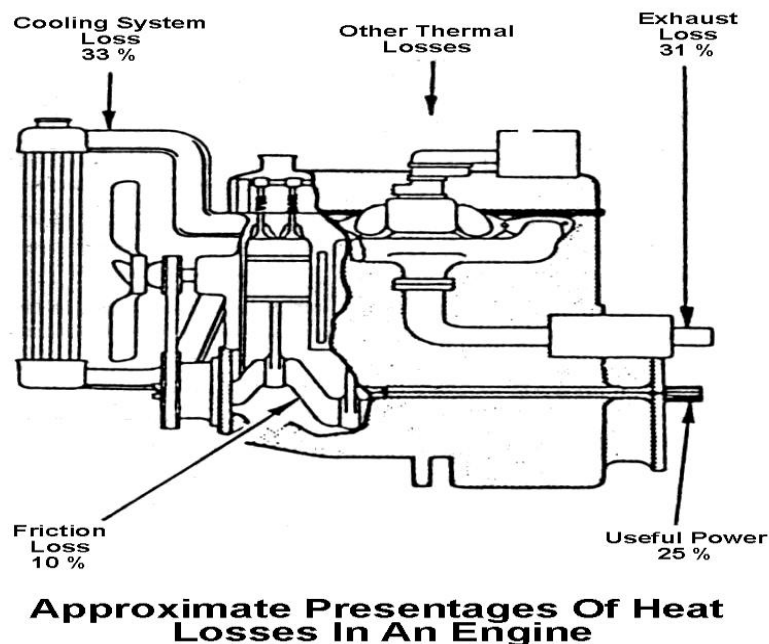


COOLING SYSTEM (Sistim Pendinginan)

Adalah sistim dalam engine diesel yang berfungsi:

1. Mendinginkan engine untuk mencegah **Over Heating**..
2. Memelihara suhu kerja engine.
3. Mempercepat dan meratakan pemanasan engine.

Panas yang dihasilkan dari proses pembakaran dapat mencapai 3000 °F (1560°C) yang terbagi masing-masing 1/3 untuk tenaga mekanis, 1/3 diserap oleh bagian-bagian engine untuk didinginkan dan 1/3 sisanya dibuang bersama exhaust gas melalui **muffler**. Atau untuk lebih jelas seperti pada gambar berikut :



Berbagai sistim pendinginan banyak kita temukan menggunakan media yang beraneka ragam seperti: air, minyak, udara dan kombinasi antara air dan udara dan lain-lain. Namun untuk engine yang beroperasi pada daerah yang banyak air, dan berjalan lambat serta banyak kita jumpai di dunia alat berat / otomotif digunakan media air dan udara untuk sistim pendinginannya. Oleh karena itu bahasan di sini kita batasi pada Water Cooling System dan Air Cooling System.

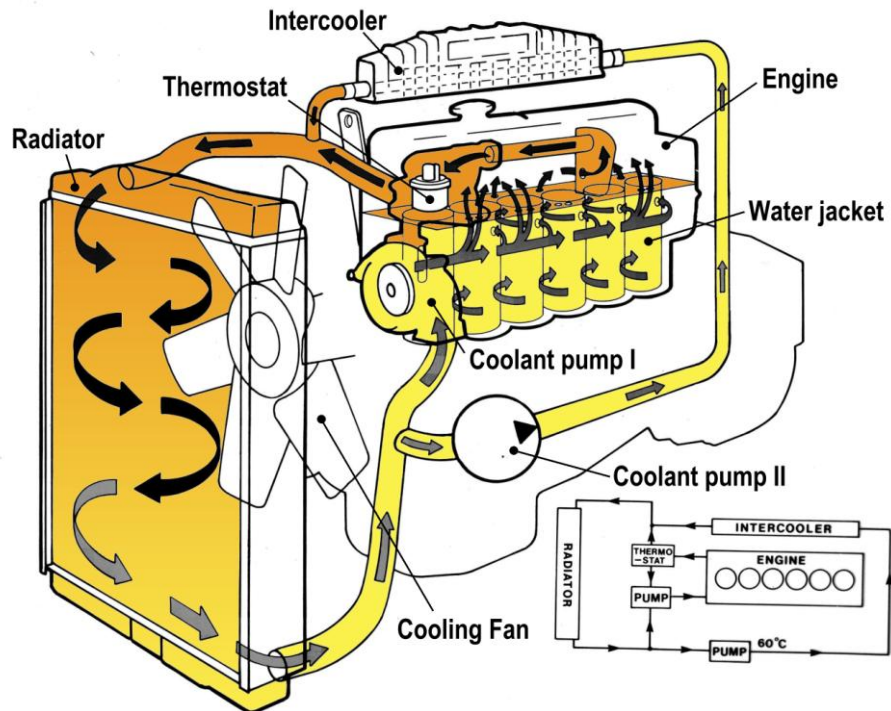
Keuntungan-keuntungan dengan Water Cooling System:

1. Pendinginan lebih merata.
2. Mengurangi kebisingan suara.
3. Perawatan sistim pendinginan lebih mudah.

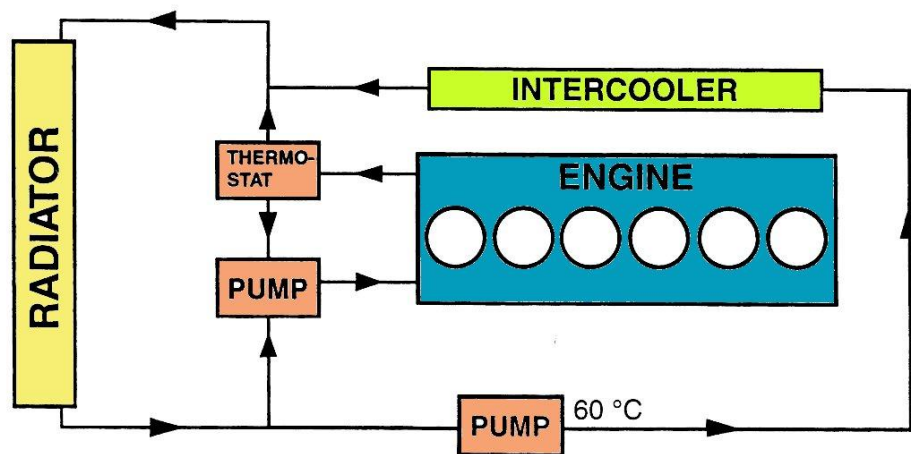
Ada 2 jenis Water Cooling System:

1. **Pressurized Cooling System** (Sistim Bertekanan)
2. **Non Pressurized Cooling System** (Sirkulasi Alami)

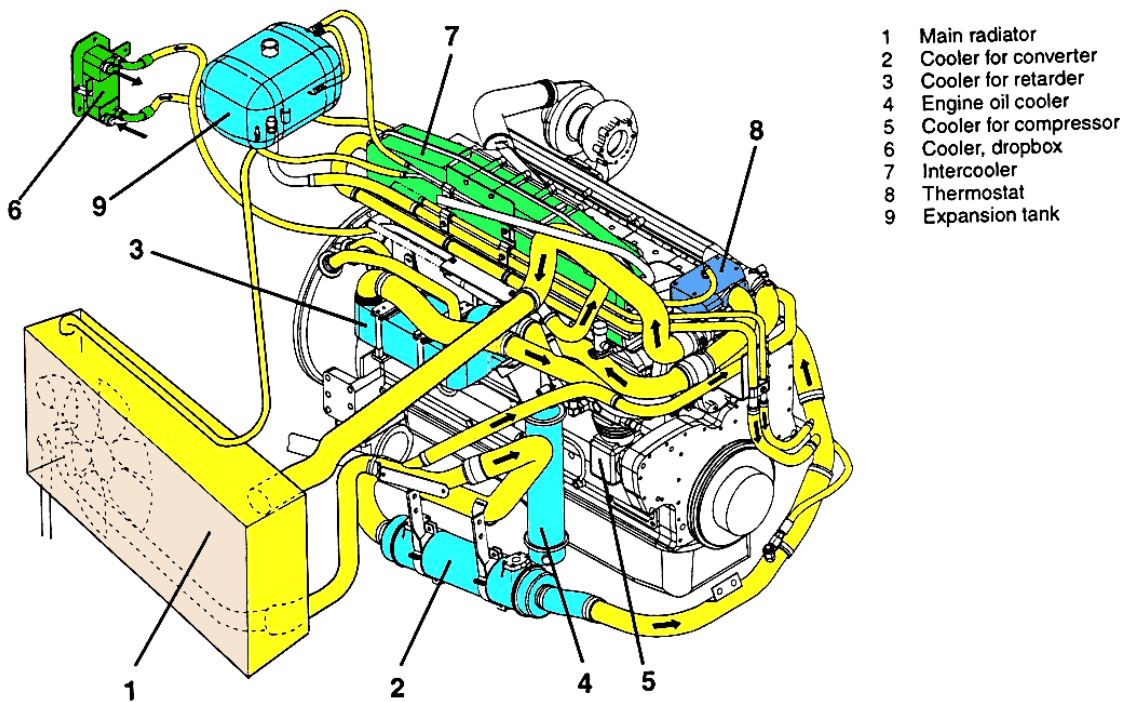
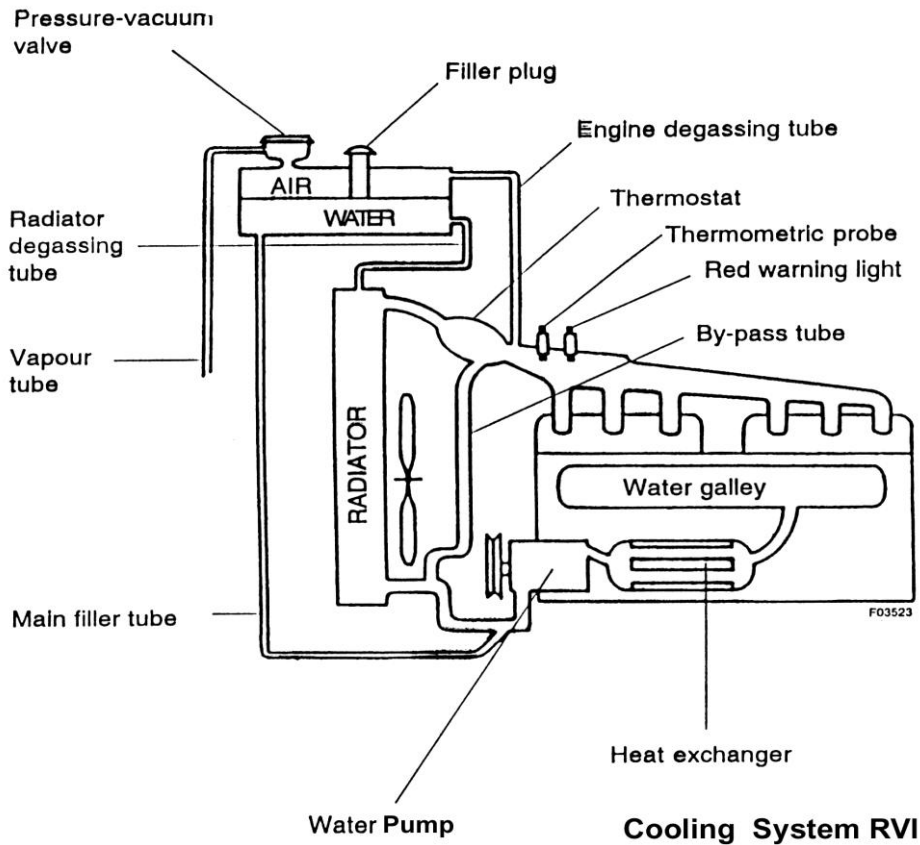
Skematik Sistem Pendinginan

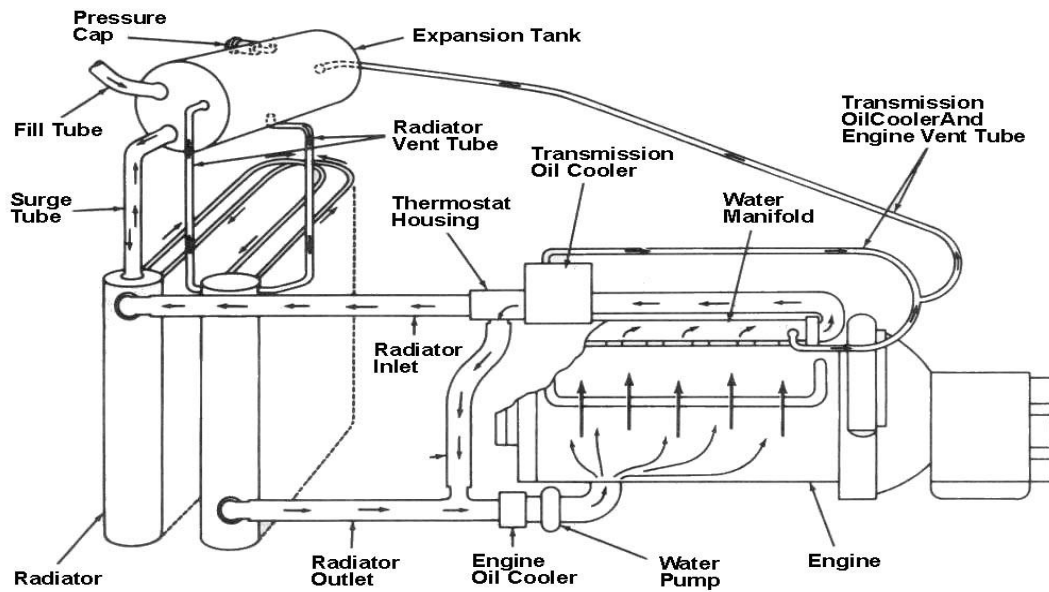


Pada low emission engine, digunakan twin pump (pompa ganda) dimana sistem pendinginan utama dilayani sebuah pompa yang mensirkulasikan coolant dari dan ke water jacket pada engine block, dan coolant pump khusus untuk intercooler. Keuntungannya adalah bahwa coolant dari radiator dapat dipisah alirannya sehingga

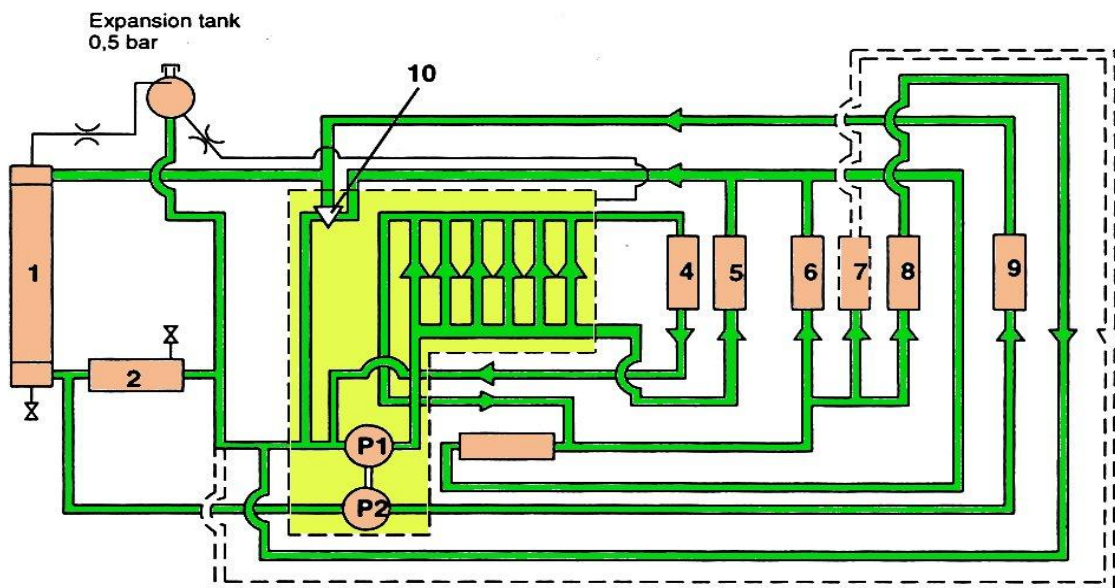


Schematic diagram
Cooling system with charge air cooler, low emissions design





Schematic Engine Cooling System (Detroit Diesel 71)



- 1 Main radiator
- 2 Cooler for converter
- 3 Cooler for retarder
- 4 Cab heating
- 5 Engine oil cooler
- 6 Cooler for compressor
- 7 Coolant filter (equipment)
- 8 Cooler, dropbox
- 9 Intercooler
- 10 Thermostat

Umumnya engine-engine menggunakan Pressurized Cooling System, karena mempunyai keuntungan-keuntungan :

1. Titik didih air dalam engine naik, sehingga selama beroperasi air tidak mendidih, sehingga terjadinya gelembung udara dapat dihindari, hal ini akan:
 - a. Mencegah **cavitasi** pada pompa
 - b. Meratakan pendinginan sehingga dapat mencegah keretakan.
 - c. Aman dioperasikan pada dataran yang tinggi (tekanan udara yang lebih rendah).

- d. Memperkecil terjadinya penguapan , sehingga level air tidak cepat berkurang/penambahan air relatif kecil/jarang.
2. Memaksa gelembung udara yang terjadi untuk naik ke permukaan air.
3. Memaksa air untuk masuk ke semua celah-celah sempit yang memerlukan pendinginan.

Komponen-Komponen Dalam Cooling System

Radiator

Adalah bagian yang dapat meradiasikan/melepas panas yang dibawa oleh air pendingin dari mantel Pendingin dan bagian-bagiannya ke udara luar. Pada radiator terdapat bagian-bagian penting:

1. Filler Cap

Adalah tutup radiator yang dilengkapi dengan **Relief Valve** dan **Vacum Valve** yang berfungsi untuk menghindari kevakuman dan membuat sistim pendinginan agar selalu bertekanan . Dan diatas kedua katup tersebut juga terdapat **lubang/saluran pembuangan** yang berfungsi untuk membuang kelebihan air /expansi selama engine beroperasi.

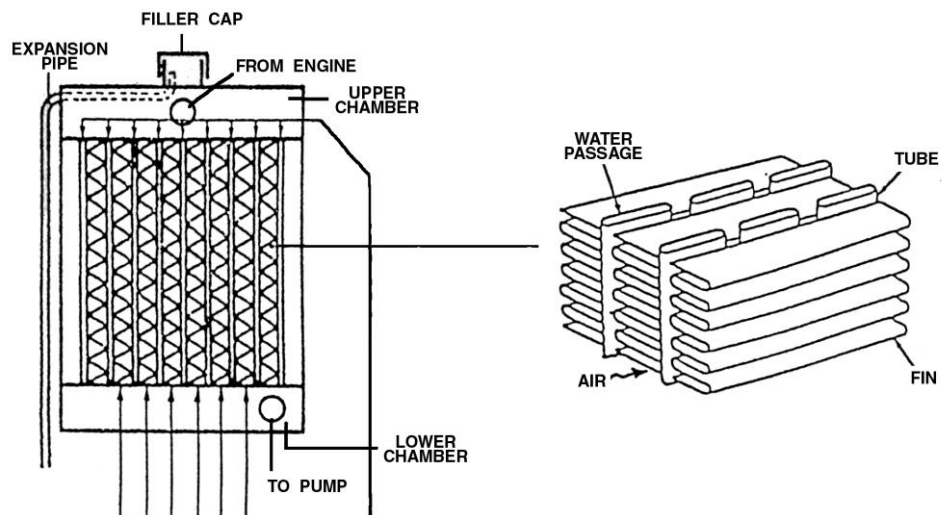
2. Radiator Core/Tube

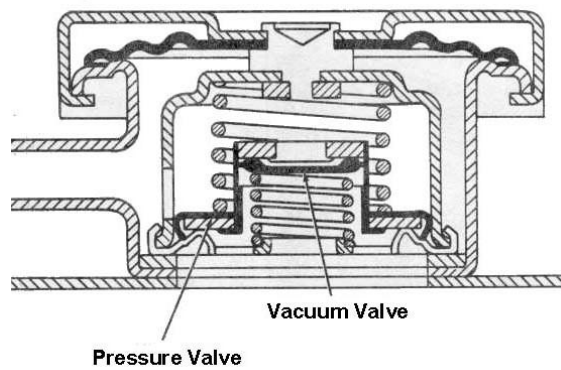
Adalah pipa-pipa dari tembaga/plat besi yang memecahkan/membagi-bagi aliran air pendingin dari radiator bak atas untuk proses pendinginan ke radiator bak bawah. Bentuk core umumnya berupa pipa pipih/oval agar permukaan pendinginan lebih baik.

3. Radiator Fin

Adalah kisi-kisi tipis di luar core yang disusun dengan berbagai bentuk pada posisi melintang untuk penyerapan panas yang baik , sehingga dapat mempercepat proses pendinginan.

Pada engine-engine yang baru untuk mempermudah **service**, radiator corenya dibagi dalam module atau bagian-bagian atau block-block.





Radiator Fan

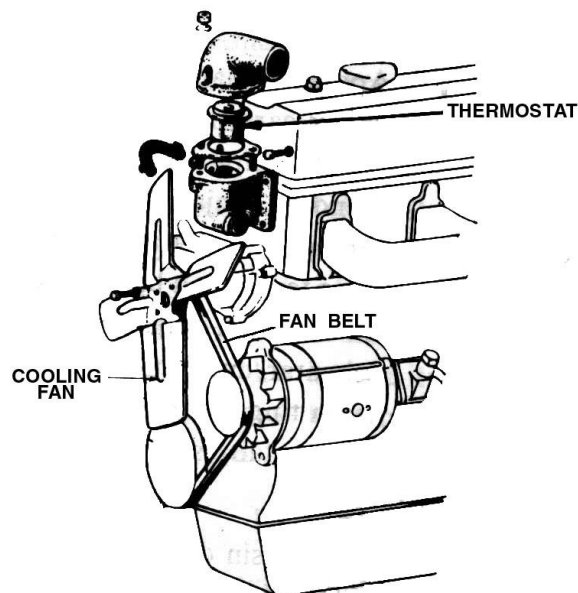
Adalah kipas udara yang difungsikan untuk mempercepat proses peradiasian/pembuangan panas ke udara. Dalam hal ini proses pendinginan dilakukan menggunakan udara yang mengalir dengan arah tiupan angin seperti pada blower atau dengan arah menghisap (suction), tergantung kebutuhan.

Mekanisme putaran dari radiator fan dapat diperoleh dari:

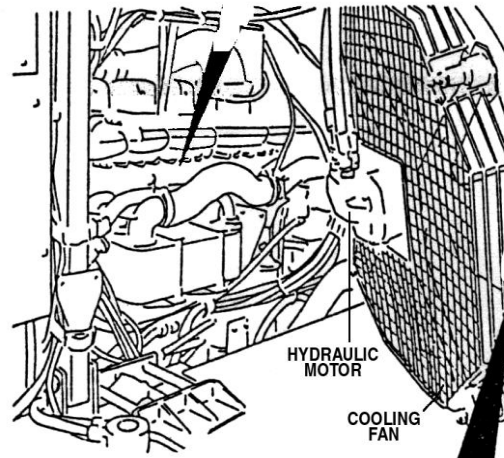
1. Drive Pulley dari Crankshaft engine melalui **couple fan belt (Tali Kipas)**.
2. Hydraulic motor.
3. Electric Motor.

Arah tiupan dan kecepatan angin juga akan menentukan efektifitas proses pendinginan.

Cooling Fan dengan Tali Kipas



Cooling Fan dengan Hydraulic Motor



Terdapat 3 kecepatan hydraulic cooling fan :

Low speed.

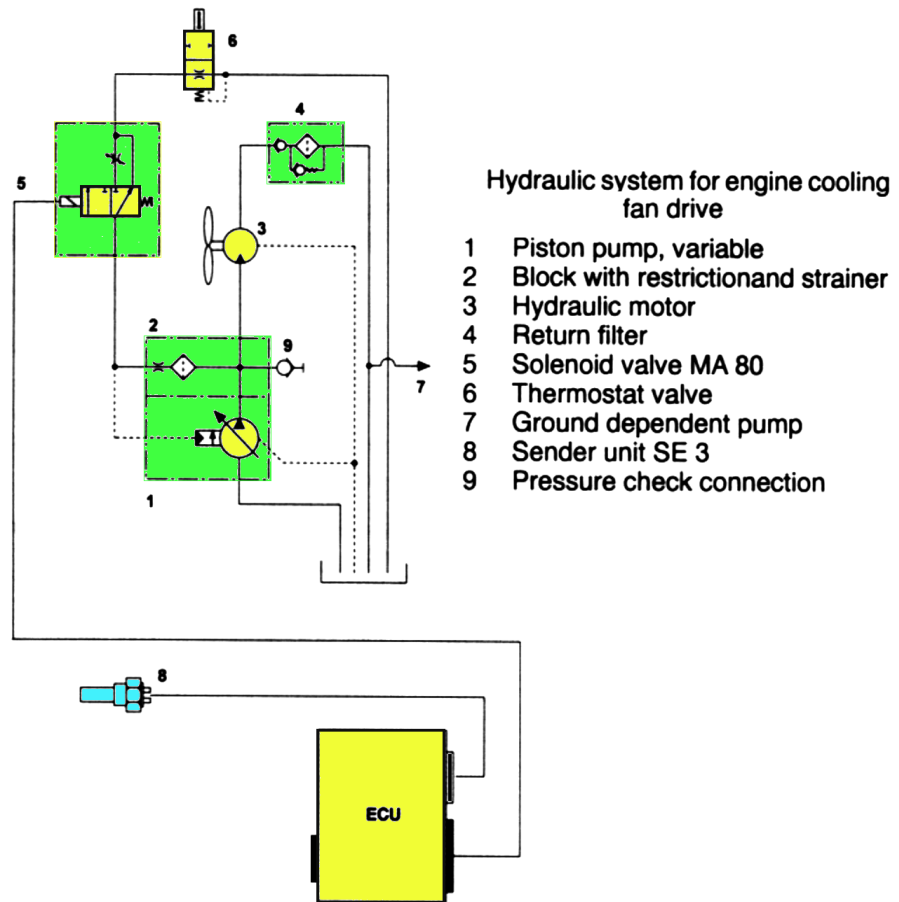
Cooling fan berputar 600 – 800 RPM jika suhu engine di bawah 96° C dan engine berputar dibawah 1400 RPM. Pressure pada sistem 24 Bar. Hal ini karena aliran oli bocor kembali ke tangki besar dimana solenoid MA 80 belum memberikan restriction (hanya thermostat valve yang memberikan restriction).

High speed.

Cooling fan berputar pada 1400 ± 50 RPM bila suhu engine kurang dari 96°C dan engine berputar di atas 1400 ± 50 RPM. Saa ini pressure mencapai 105-120 Bar. Kondisi ini dikontrol oleh ECU dari sinyal yang diterima dari SE3 (engine speed sensor) dengan mengaktifkan solenoid valve MA80 dimana flow bocor ke tangki harus melalui restriction sehingga lebih banyak oli yang mengalir ke cooling fan dan pressure meningkat.

Maximum speed.

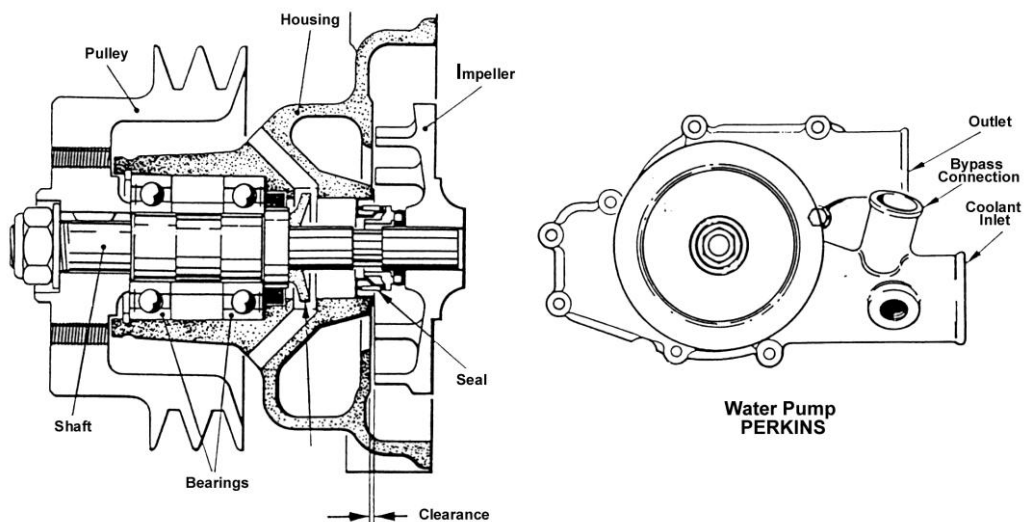
Fan akan berputar pada 2000 RPM saat suhu engine mencapai 96°C di sembarang RPM engine. Hal ini disebabkan karena jalur bocor oli ke tangki distop maksimum oleh thermostat valve. Pressure saat ini adalah 210



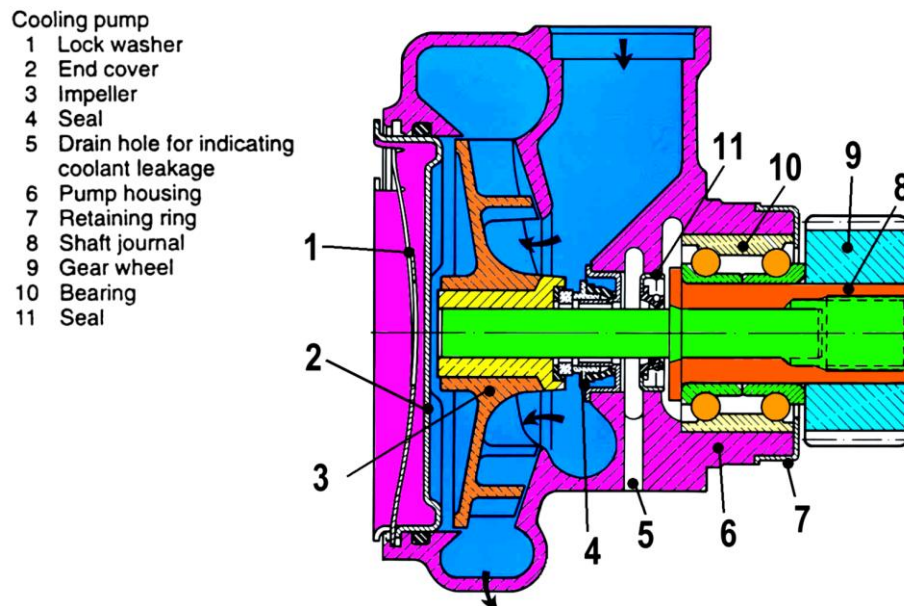
Water Pump

Adalah pompa **Centrifugal** (Non Positif Displacement) yang digunakan untuk memompa/ mensirkulasikan air ke seluruh sistim pendinginan engine. Water pump diputar oleh Belt melalui pulley atau drive gear dari engine.

Water Pump dengan Penggerak Pully



Water Pump dengan Penggerak Drive Gear

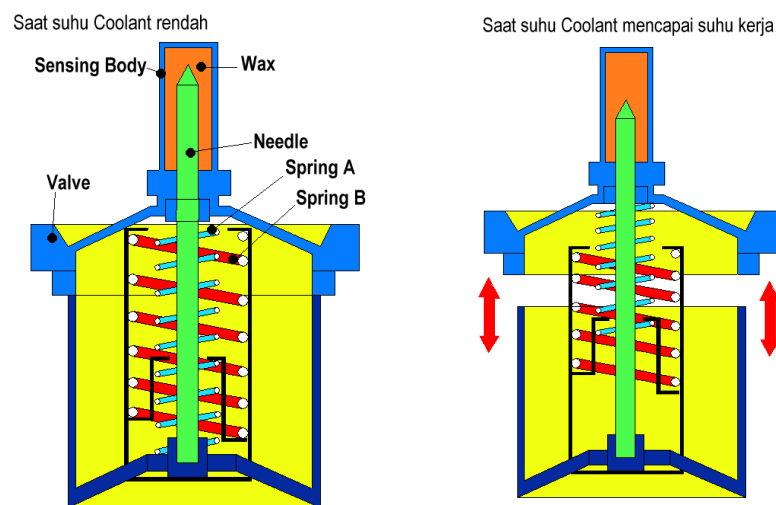


By Pass Tube/Line

Adalah pipa/saluran yang mengalirkan air dari water pump ke engine untuk selanjutnya dikembalikan ke pompa tanpa melalui radiator pada saat engine masih dingin, sehingga dapat mempercepat proses pemanasan engine untuk mencapai suhu kerja engine.

Thermostat (Water Temperature Regulator)

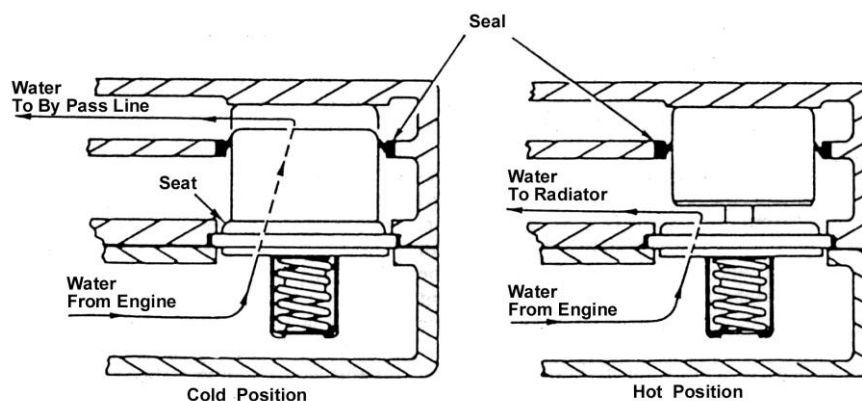
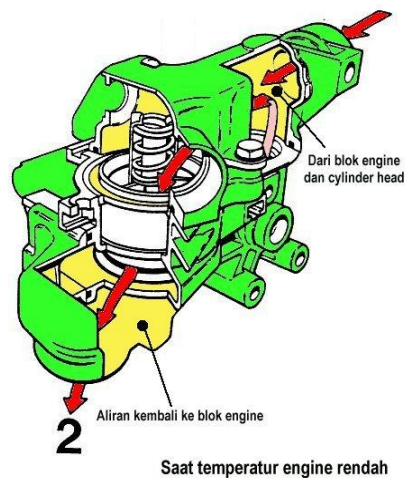
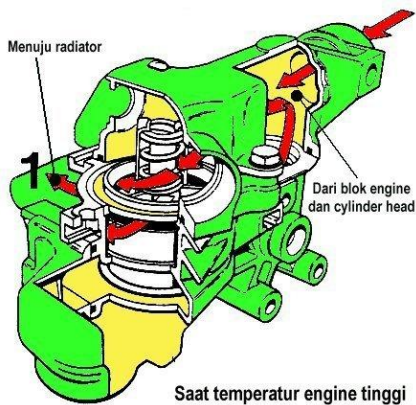
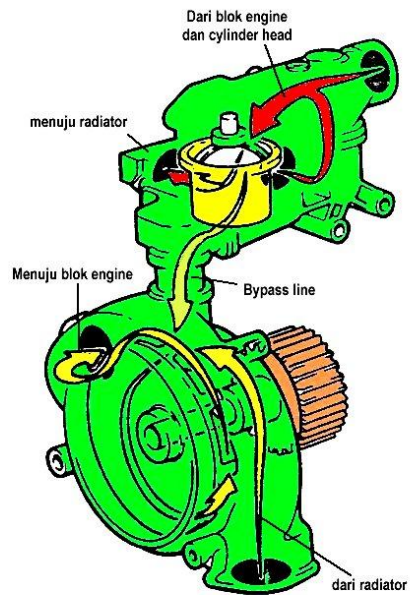
Adalah komponen yang mengatur arah aliran/sirkulasi air pendingin, yang bekerjanya tergantung dari suhu air pendingin. **Thermostat** mengarahkan aliran coolant dari cylinder block menuju ke radiator atau kembali ke pompa bergantung suhu dari coolant tersebut.



Saat suhu coolant rendah, wax di dalam thermostat mengerut hingga volumenya menyusut, menyebabkan needle tertarik ke arah atas. Saat ini kedua sisi valve menyatu dan menutup aliran coolant menuju ke radiator dan mengalihkannya kembali ke pompa, dengan tujuan

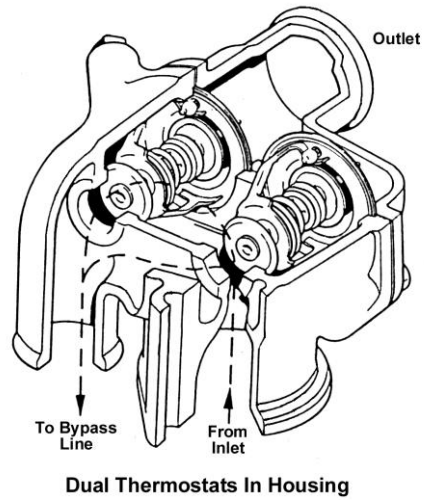
untuk mempercepat pemanasan engine. Saat suhu coolant telah mencapai suhu kerja engine, wax akan mulai mengembang dan mendorong needle ke arah bawah dan memisahkan kedua sisi valve dan menyebabkan coolant diarahkan menuju radiator untuk mulai diturunkan suhunya. Hanya sejumlah kecil coolant yang masih mengalir menuju pompa untuk mencegah kavitasi. Jadi **fungsi thermostat** di sini adalah:

1. Mempercepat tercapainya suhu kerja engine.
2. Mengatur/menjaga temperatur engine pada temperatur kerjanya.



Operation Of By Pass Thermostat With A Sleeve Type Valve

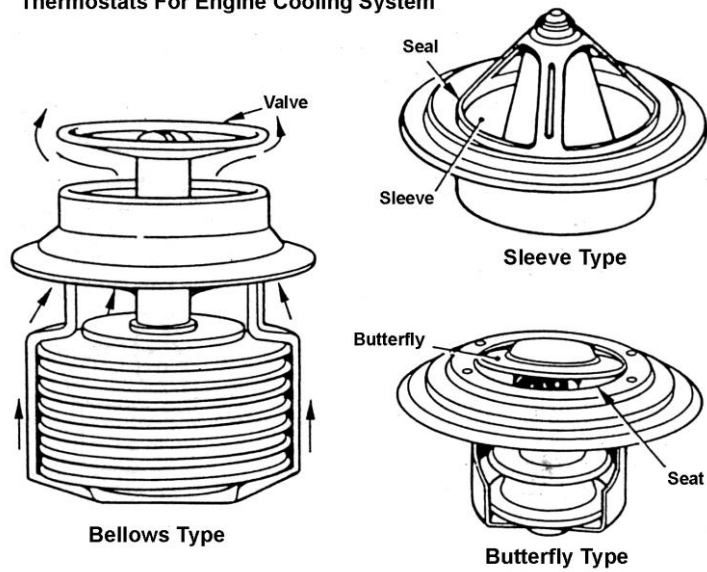
Ada juga thermostat yang dipasang ganda/double



Thermostat mempunyai beberapa type, yaitu

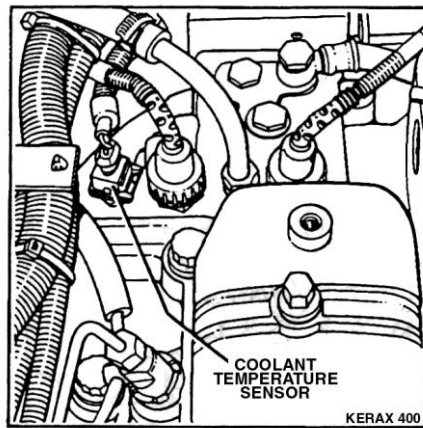
1. Bellows
2. Sleeve
3. Butterfly

Thermostats For Engine Cooling System



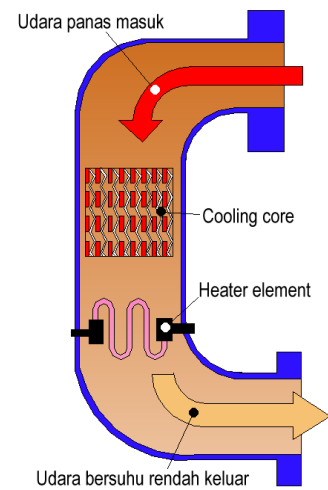
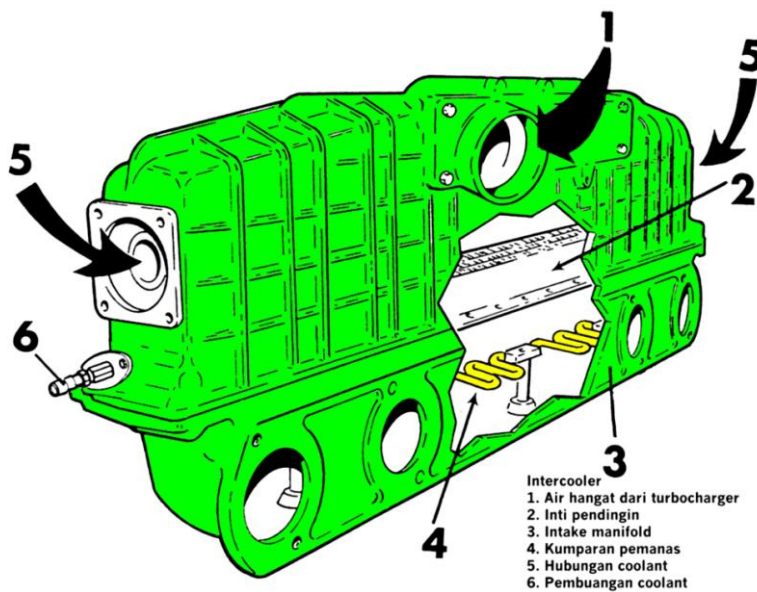
Water Temperature Gauge

Adalah alat untuk mengukur temperatur air pendingin selama engine dioperasikan. Yaitu berupa sensor yang akan mendeteksi setiap kondisi suhu dari air pendingin, dan nilainya akan ditunjukkan oleh indicator suhu panas engine pada instrument panel.



Perlu diingat bahwa air pendingin engine selain dipergunakan untuk mendinginkan bagian-bagian engine juga dipergunakan untuk mendinginkan udara pada **Intercooler**, oil pelumas pada **Oil Cooler engine**, **Transmisi**, **Kompresor** dan lain-lain.

Pada beberapa engine yang dioperasikan pada tempat tertutup atau tidak bergerak, komponen radiator dan cooling fan dapat diganti dengan sistim **Heat Exchanger** dimana air pendingin engine didinginkan dengan menggunakan media air dari luar (tanpa radiator), yaitu berupa **Cooling Tower** atau memanfaatkan air sungai atau air laut seperti pada engine-engine **Marine**.



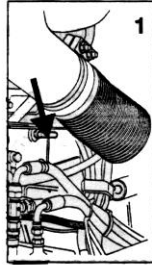
Menguras Water Coolant

Draining of coolant

Remove the cap (A) on the expansion tank.

The figures below refer to positions in fig. 16 and fig. 17.

- 1 Open the draining valve on the engine block rear left side.
- 2 Swing out the radiator and fold down the hose by the radiator and push in the loop on the bleed nipple so that coolant drains.
- 3 Turn down the underbody skid plate. Push in the loop in the drain nipple on the transmission oil cooler, positioned between the right frame member and the engine, see illustration.
- 4 Open the plug on the engine oil cooler left side, positioned in front of the oil filters.



81227

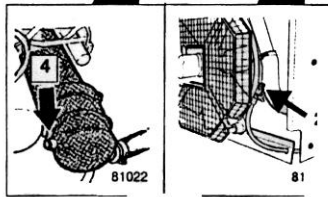
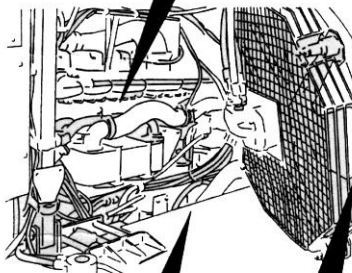
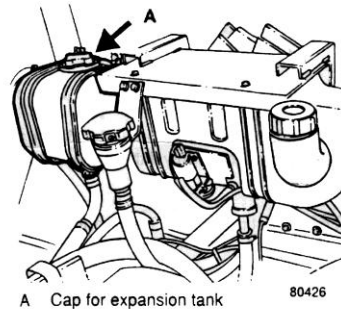


Fig. 16



A Cap for expansion tank

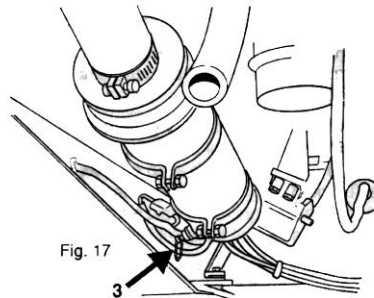


Fig. 17

Untuk

Mesin/Unit yang dilengkapi dengan sistem pemanas pada ruang kabinnya, maka posisikan Switch Pemilih ukuran pemanasnya berada pada posisi panas maksimum ketika melakukan pembuangan/penggantian air pendingin engine.

Begitu juga untuk engine-engine yang air pendinginnya dilengkapi dengan campuran khusus, maka harus diperhatikan merek dan jumlah takaran yang dianjurkan untuk dipakai sesuai dengan petunjuk yang diberikan oleh pabrik, serta waktu pengantiannya. Karena ini semua menyangkut dengan perawatan dari engine tersebut agar dapat dipakai dalam jangka waktu yang lama.

Istilah-Istilah Dalam Cooling System.

1. Non Positif Displacement Pump

Adalah pompa yang apabila out putnya di block, maka fluida hanya bersirkulasi di sekitar sudu pompa tanpa menimbulkan tekanan yang terus meningkat.

2. Cavitasi

Adalah kevacuman pada bagian input pompa karena adanya hambatan dalam sistim.

3. Over Heating

Adalah temperatur engine apabila melebihi temperatur kerja maksimum yang diijinkan.

4. Over Cooling

Adalah temperatur engine apabila kurang dari temperatur kerja minimum yang diijinkan.

5. P H