

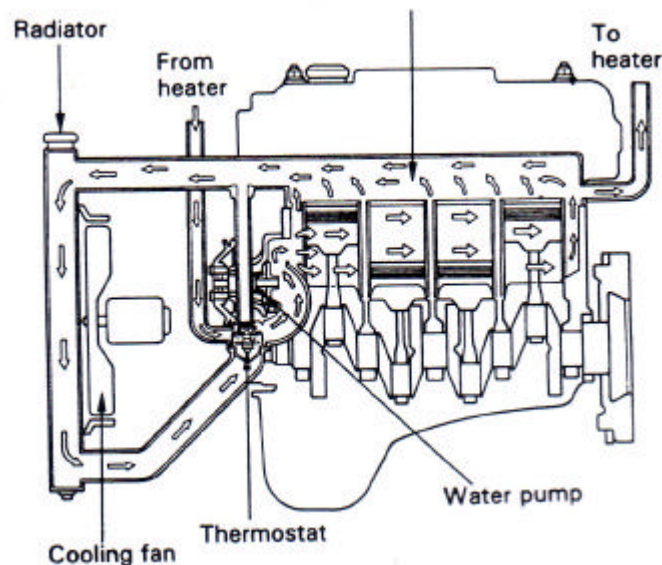
KODE MODUL

OPKR-20-010B



SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK MESIN
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK MEKANIK OTOMOTIF

PEMELIHARAAN/ SERVIS SISTEM PENDINGIN DAN KOMPONEN-KOMPONENNYA



BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

2004

KATA PENGANTAR

Modul Pemeliharaan/servis Sistem Pendingin dan komponen-komponennya ini digunakan sebagai pedoman kegiatan belajar siswa SMK Program Keahlian: Teknik Mekanik Otomotif, untuk mencapai salah satu subkompetensi yaitu memelihara/servis sistem pendingin dan komponen-komponennya.

Modul ini akan memberikan latihan untuk mempelajari pemeliharaan/servis sistem pendingin dan komponen-komponennya. Modul ini terdiri dari 3 kegiatan belajar, Kegiatan belajar 1 membahas prinsip kerja sistem pendingin mesin. Kegiatan belajar 2 : membahas bagian-bagian sistem pendingin dan komponen yang perlu dipelihara/diservis. Kegiatan belajar 3 membahas langkah kerja pemeliharaan/servis sistem pendingin dan komponen-komponennya . Semoga modul ini dapat bermanfaat bagi para siswa SMK Program Keahlian: Teknik Mekanik Otomotif yang sedang belajar tentang Pemeliharaan/servis Sistem Pendingin.

Penyusun menyadari banyak kekurangan dalam penyusunan modul ini, sehingga saran dan masukan yang konstruktif sangat penyusun harapkan. Semoga modul ini banyak memberikan manfaat.

Yogyakarta, Desember 2004
Penyusun,

Tim Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta

DAFTAR ISI MODUL

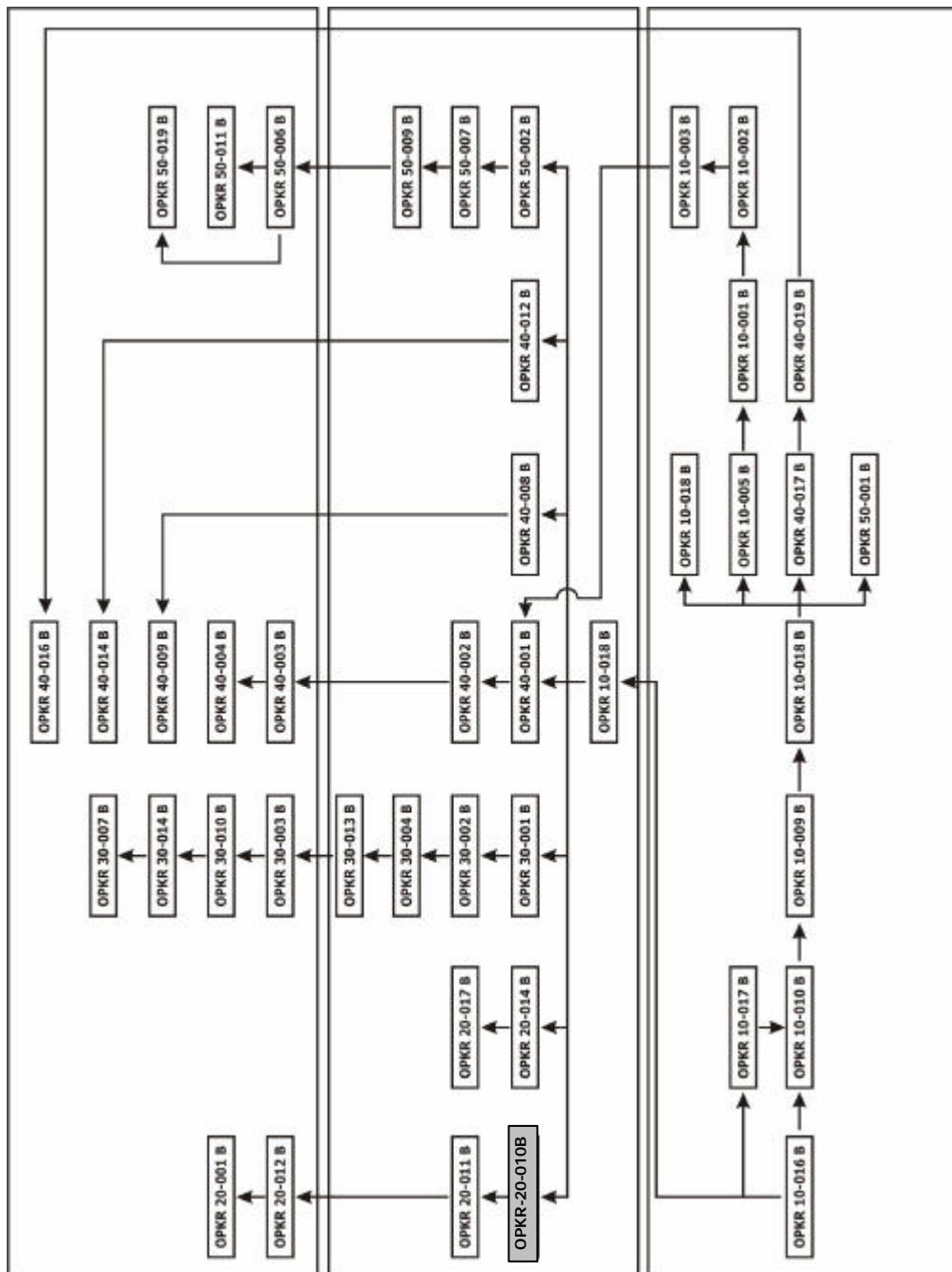
	Halaman
HALAMAN SAMBUNG	i
HALAMAN FRANCIS	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
PETA KEDUDUKAN MODUL	vi
PERISTILAHAN/GLOSSARY	viii
I. PENDAHULUAN	1
A. DESKRIPSI JUDUL	1
B. PRASYARAT	1
C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	2
1. Petunjuk Bagi Peserta Diklat	2
2. Petunjuk Bagi Guru	3
D. TUJUAN AKHIR	3
E. KOMPETENSI	4
F. CEK KEMAMPUAN	5
II. PEMELAJARAN	6
A. RENCANA BELAJAR SISWA	6
B. KEGIATAN BELAJAR	6
1. Kegiatan Belajar 1 : Prinsip Kerja Sistem Pendinginan Mesin	6
a. Tujuan kegiatan belajar 1	6
b. Uraian materi 1	6
c. Rangkuman 1	13
d. Tugas 1	14
e. Tes formatif 1	15
f. Kunci jawaban formatif 1	16
g. Lembar kerja 1	17
2. Kegiatan Belajar 2 : Bagian-bagian Sistem Pendingin dan Komponennya yang perlu dipelihara/servis	17

a. Tujuan kegiatan belajar 2	17
b. Uraian materi 2	17
c. Rangkuman 2	26
d. Tugas 2	27
e. Tes formatif 2	27
f. Kunci jawaban formatif 2	28
g. Lembar kerja 2	30
3. Kegiatan Belajar 3 : Langkah kerja pemeliharaan/ servis sistem pendingin dan komponennya	31
a. Tujuan kegiatan belajar 3	31
b. Uraian materi 3	31
c. Rangkuman 3	34
d. Tugas 3	35
e. Tes formatif 3	35
f. Kunci jawaban formatif 3	36
g. Lembar kerja 3	37
III.EVALUASI	38
A. PERTANYAAN	38
B. KUNCI JAWABAN	39
C. KRITERIA KELULUSAN	40
IV.PENUTUP	41
DAFTAR PUSTAKA	42

PETA KEDUDUKAN MODUL

A. Diagram Pencapaian Kompetensi

Diagram ini menunjukkan tahapan atau tata urutan pencapaian kompetensi yang dilatihkan pada peserta diklat dalam kurun waktu tiga tahun, serta kemungkinan *multi entry–multi exit* yang dapat diterapkan.



Keterangan Diagram Pencapaian Kompetensi

Kode	Kompetensi	Judul Modul
OPKR 10-001B	Pelaksanaan pemeliharaan/ servis komponen	Pelaksanaan pemeliharaan/ servis komponen
OPKR 10-002B	Pemasangan sistem hidrolik	Pemasangan sistem hidrolik
OPKR 10-003B	Pemeliharaan/servis sistem hidrolik	Pemeliharaan/servis sistem hidrolik
OPKR 10-005B	Pemeliharaan/servis dan perbaikan kompresor udara dan komponen-komponennya	Pemeliharaan/servis dan perbaikan kompresor udara dan komponen-komponennya
OPKR 10-006B	Melaksanakan prosedur pengelasan, pematrian, dan pemotongan dengan panas dan pemansan	Melaksanakan prosedur pengelasan, pematrian, dan pemotongan dengan panas dan pemansan
OPKR 10-009B	Pembacaan dan pemahaman gambar teknik	Pembacaan dan pemahaman gambar teknik
OPKR 10-010B	Penggunaan dan pemeliharaan alat ukur	Penggunaan dan pemeliharaan alat ukur
OPKR 10-016B	Mengikuti prosedur kesehatan dan keselamatan kerja	Mengikuti prosedur kesehatan dan keselamatan kerja
OPKR 10-017B	Penggunaan dan pemeliharaan peralatan dan perlengkapan tempat kerja	Penggunaan dan pemeliharaan peralatan dan perlengkapan tempat kerja
OPKR 10-018B	Kontribusi komunikasi di tempat kerja	Kontribusi komunikasi di tempat kerja
OPKR 10-019B	Pelaksanaan operasi penanganan secara manual	Pelaksanaan operasi penanganan secara manual
OPKR 20-001B	Pemeliharaan/servis engine dan komponen-komponennya	Pemeliharaan/servis engine dan komponen-komponennya
OPKR 20-010B	Pemeliharaan/servis sistem pendingin dan komponen-komponennya	Pemeliharaan/servis sistem pendingin dan komponen-komponennya
OPKR 20-011B	Perbaikan sistem pendingin dan komponen-komponennya	Perbaikan sistem pendingin dan komponen-komponennya
OPKR 20-012B	Overhaul komponen sistem pendingin	Overhaul komponen sistem pendingin
OPKR 20-014B	Pemeliharaan/servis sistem bahan bakar bensin	Pemeliharaan/servis sistem bahan bakar bensin
OPKR 20-017B	Pemeliharaan/servis sistem injeksi bahan bakar diesel	Pemeliharaan/servis sistem injeksi bahan bakar diesel
OPKR 30-001B	Pemeliharaan/servis kopling dan komponen-komponennya sistem pengoperasian	Pemeliharaan/servis kopling dan komponen-komponennya sistem pengoperasian
OPKR 30-002B	Perbaikan kopling dan komponen-komponennya	Perbaikan kopling dan komponen-komponennya
OPKR 30-003B	Overhaul kopling dan komponen-komponennya	Overhaul kopling dan komponen-komponennya
OPKR 30-004B	Pemeliharaan/servis transmisi manual	Pemeliharaan/servis transmisi manual
OPKR 30-007B	Pemeliharaan/servis transmisi otomatis	Pemeliharaan/servis transmisi otomatis

Kode	Kompetensi	Judul Modul
OPKR 30-010B	Pemeliharaan/servis unit final drive/gardan	Pemeliharaan/servis unit final drive/ gardan
OPKR 30-013B	Pemeliharaan/servis poros roda penggerak	Pemeliharaan/servis poros roda penggerak
OPKR 30-014B	Perbaikan poros penggerak roda	Perbaikan poros penggerak roda
OPKR 40-001B	Perakitan dan pemasangan sistem rem dan komponen-komponennya	Perakitan dan pemasangan sistem rem dan komponen-komponennya
OPKR 40-002B	Pemeliharaan/servis sistem rem	Pemeliharaan/servis sistem rem
OPKR 40-003B	Perbaikan sistem rem	Perbaikan sistem rem
OPKR 40-004B	Overhaul komponen sistem rem	Overhaul komponen sistem rem
OPKR 40-008B	Pemeriksaan sistem kemudi	Pemeriksaan sistem kemudi
OPKR 40-009B	Perbaikan sistem kemudi	Perbaikan sistem kemudi
OPKR 40-012B	Pemeriksaan sistem suspensi	Pemeriksaan sistem suspensi
OPKR 40-014B	Pemeliharaan/servis sistem suspensi	Pemeliharaan/servis sistem suspensi
OPKR 40-016B	Balans roda/ban	Balans roda/ban
OPKR 40-017B	Melepas, memasang dan menyetel roda	Melepas, memasang dan menyetel roda
OPKR 40-019B	Pembongkaran, perbaikan, dan pemasangan ban luar dan ban dalam	Pembongkaran, perbaikan, dan pemasangan ban luar dan ban dalam
OPKR 50-001B	Pengujian, pemeliharaan/servis dan penggantian baterai	Pengujian, pemeliharaan/servis dan penggantian baterai
OPKR 50-002B	Perbaikan ringan pada rangkaian/sistem kelistrikan	Perbaikan ringan pada rangkaian/ sistem kelistrikan
OPKR 50-007B	Pemasangan, pengujian, dan perbaikan sistem penerangan dan wiring	Pemasangan, pengujian, dan perbaikan sistem penerangan dan wiring
OPKR 50-008B	Pemasangan, pengujian, dan perbaikan sistem pengaman ke listrik dan komponennya	Pemasangan, pengujian, dan perbaikan sistem pengaman ke listrik dan komponennya
OPKR 50-009B	Pemasangan kelengkapan kelistrikan tambahan (aksesoris)	Pemasangan kelengkapan kelistrikan tambahan (aksesoris)
OPKR 50-011B	Perbaikan sistem Pengapian	Perbaikan sistem Pengapian
OPKR 50-019B	Memelihara/servis sistem AC (Air Conditioner)	Memelihara/servis sistem AC (Air Conditioner)

B. Kedudukan Modul

Modul dengan kode OPKR-20-010B tentang **“Pemeliharaan/servis sistem pendingin dan komponen-komponennya”** ini merupakan prasyarat untuk menempuh modul OPKR-20-011B, seperti terlihat pada peta kedudukan modul.

PERISTILAHAN / GLOSSARY

Air cooling system adalah Sistem pendinginan mesin dengan udara

Closed cooling system adalah Sistem pendinginan air dengan air yang disirkulasi kembali

Engine fan adalah kipas pada sistem pendinginan udara/air

Hoses adalah pipa-pipa saluran air pendingin

Hoses clamp adalah pengancaing/pengencang pipa pada sambungan

Radiator adalah bagian sistem pendinginan air yang berfungsi membuang panas keluar mesin

Radiator cap adalah tutup radiator yang berfungsi mengendalikan tekanan pendinginan

Shroud adalah pembatas/pangarah agar udara pendingin dapat mengenai sasaran yaitu sisrip-sirip

Temperature gage adalah pengukur suhu air pendingin

Thermostat adalah bagian sistem pendingin yang berfungsi mengendalikan suhu air pendingin

V-belt adalah tali kipas yang berpenampang V

Water cooling system adalah sistem pendinginan mesin dengan air

Water pump adalah bagian sistem pendinginan mesin yang berfungsi melakukan sirkulasi air secara paksa

BAB I PENDAHULUAN

A. DESKRIPSI

Modul Pemeliharaan/servis Sistem Pendingin dan Komponen-komponennya membahas tentang sistem pendinginan pada mesin (engine) baik pada mesin diesel maupun mesin bensin. Tujuan dari modul ini agar mahasiswa memiliki subkompetensi yaitu memelihara/servis sistem pendingin dan komponen-komponennya. Materi modul yang akan dipelajari meliputi : (1) prinsip kerja sistem pendinginan mesin, (2) bagian-bagian sistem pendingin dan komponennya yang perlu dipelihara/diservis, dan (3) langkah kerja pemeliharaan/servis sistem pendingin dan komponennya yang perlu dipelihara.

Modul ini terdiri dari atas 3 kegiatan belajar. Kegiatan belajar 1 membahas tentang: prinsip kerja sistem pendinginan mesin. Kegiatan belajar 2 membahas tentang bagian-bagian sistem pendingin dan komponennya, yaitu meliputi termostat, pompa air, kipas pendingin listrik, kopling fluida, radiator, dan tutup radiator. Kegiatan belajar 3 membahas langkah kerja pemeliharaan/servis sistem pendingin dan komponennya yang perlu dipelihara/servis.

Setelah mempelajari modul ini diharapkan dapat memahami prinsip kerja sistem pendinginan mesin serta dapat melakukan pemeliharaan/servis sistem pendinginan mesin dan komponen-komponennya

B. PRASYARAT

Sebelum memulai modul ini, peserta diklat pada Bidang Keahlian Mekanik Otomotif harus sudah menyelesaikan modul-modul prasyarat seperti terlihat dalam diagram pencapaian kompetensi maupun peta kedudukan modul. Prasyarat mempelajari modul OPKR-10-001B antara lain adalah OPKR-20-012B.

C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

1. Petunjuk Bagi Siswa

Untuk memperoleh hasil belajar secara maksimal dalam mempelajari materi modul ini, langkah-langkah yang perlu dilaksanakan antara lain:

- a. Bacalah dan pahami dengan seksama uraian-uraian materi yang ada pada pada masing-masing kegiatan belajar. Bila ada materi yang kurang jelas, siswa dapat bertanya pada guru yang mengampu kegiatan belajar tersebut.
- b. Kerjakanlah setiap tugas formatif (soal latihan) untuk mengetahui seberapa besar pemahaman yang telah dimiliki terhadap materi-materi yang dibahas dalam setiap kegiatan belajar.
- c. Untuk kegiatan belajar yang terdiri dari teori dan praktik, perhatikanlah hal-hal berikut ini:
 - 1) Perhatikan petunjuk-petunjuk keselamatan kerja yang diberikan
 - 2) Pahami setiap langkah kerja (prosedur praktikum) dengan Baik
 - 3) Sebelum melaksanakan praktik, tentukan alat dan bahan yang diperlukan secara cermat
 - 4) Gunakan alat sesuai prosedur yang pemakaian yang benar
 - 5) Untuk melakukan kegiatan belajar praktik yang belum jelas, harus meminta ijin guru lebih dahulu
 - 6) Setelah selesai praktik, kembalikan alat dan bahan ke tempat semula
- d. Jika belum menguasai tingkat materi yang diharapkan, ulangi lagi pada kegiatan belajar sebelumnya atau bertanyalah kepada

guru yang mengampu kegiatan pembelajaran yang bersangkutan.

2. Petunjuk Bagi Guru

Dalam setiap kegiatan belajar guru berperan untuk:

- a. Membantu siswa dalam merencanakan proses belajar
- b. Membimbing siswa melalui tugas-tugas pelatihan yang dijelaskan dalam tahap belajar
- c. Membantu siswa dalam memahami konsep, praktik baru, dan menjawab pertanyaan siswa mengenai proses belajarnya.
- d. Membantu siswa untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan untuk belajar
- e. Mengorganisasikan kegiatan belajar kelompok jika diperlukan

D. TUJUAN AKHIR

Setelah mempelajari secara keseluruhan materi kegiatan belajar dalam modul ini siswa diharapkan:

1. Memahami prinsip kerja sistem pendinginan mesin
2. Memahami bagian-bagian sistem pendinginan mesin dan komponen-komponennya yang perlu dipelihara/diservis.
3. Memahami langkah kerja pemeliharaan/servis sistem pendingin dan komponennya.

E. KOMPETENSI

Modul OPKR-20-010 B ini membentuk subkompetensi memelihara/servis sistem pendingin dan komponen-komponennya.

Sub Kompetensi	Kriteria kinerja	Lingkup Belajar	Materi pokok pembelajaran		
			Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
Memelihara/servis sistem pendingin dan komponen-komponennya	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemeliharaan/servis sistem pendingin-komponennya dilaksanakan tanpa menyebabkan kerusakan terhadap komponen atau sistem lainnya 2. Sistem pendingin dan komponen-komponennya diperbaiki dengan menggunakan metode dan peralatan yang tepat, sesuai dengan spesifikasi dan toleransi terhadap kendaraan/sistem 3. Seluruh kegiatan melepas dan memasang sistem pendingin dan komponen dilaksanakan berdasarkan SOP 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prinsip kerja sistem pendinginan mesin 2. Bagian-bagian sistem pendinginan dan komponennya yang perlu dipelihara/servis 3. Langkah kerja pemeliharaan/servis sistem pendinginan dan komponennya 4. Pemeliharaan/servis sistem pendingin dan komponennya yang sesuai dengan SOP 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cermat dan teliti dalam menggunakan peralatan pemeliharaan/servis sistem pendinginan 2. Hati-hati dalam melepas tutup radiator saat mesin panas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prinsip kerja sistem pendingin 2. Tipe-tipe cairan pendingin dan penggunaannya. 3. Pencegah karat 4. Anti beku/anti mendidih 5. Prosedur pemeliharaan/servis 6. Prosedur pengujian cairan pendingin 7. Persyaratan keamanan peralatan 8. Persyaratan keamanan kendaraan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memelihara kebocoran pada sistem pendinginan 2. Memeriksa korosi komponen-komponen sistem pendinginan secara berkala

F. CEK KEMAMPUAN

Sebelum mempelajari modul OPKR 20-010 B, isilah dengan tanda cek (v) kemampuan yang telah dimiliki siswa dengan sikap jujur dan dapat dipertanggungjawabkan.

Sub Kompetensi	Pernyataan	Jawaban		Bila jawaban 'ya' kerjakan
		Ya	Tidak	
Memelihara/ servis sistem pendingin dan komponen-komponennya	1. Saya mampu menjelaskan prinsip kerja sistem pendinginan mesin			Soal tes formatif 1
	2. Saya dapat menjelaskan bagian-bagian sistem dan komponen injeksi yang perlu dipelihara/servis			Soal tes formatif 2
	3. Saya mampu melakukan langkah kerja pemeliharaan/servis sistem pendingin dan komponennya			Soal tes formatif 3

51

Apabila siswa menjawab **Tidak**, pelajari modul ini.

BAB II PEMELAJARAN

A. RENCANA BELAJAR PESERTA DIKLAT

Rencanakanlah setiap kegiatan belajar anda dengan mengisi tabel di bawah ini dan mintalah bukti belajar kepada guru jika telah selesai mempelajari setiap kegiatan belajar.

Jenis Kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat Belajar	Alasan Perubahan	Paraf Guru
1. Prinsip kerja sistem pendinginan mesin					
2. Bagian-bagian sistem pendingin dan komponennya yang perlu dipelihara/servis					
3. Langkah kerja pemeliharaan/servis sistem pendingin dan komponennya					

B. KEGIATAN BELAJAR

1. Kegiatan Belajar 1 : Prinsip Kerja Sistem Pendinginan Mesin

a. Tujuan kegiatan Belajar 1

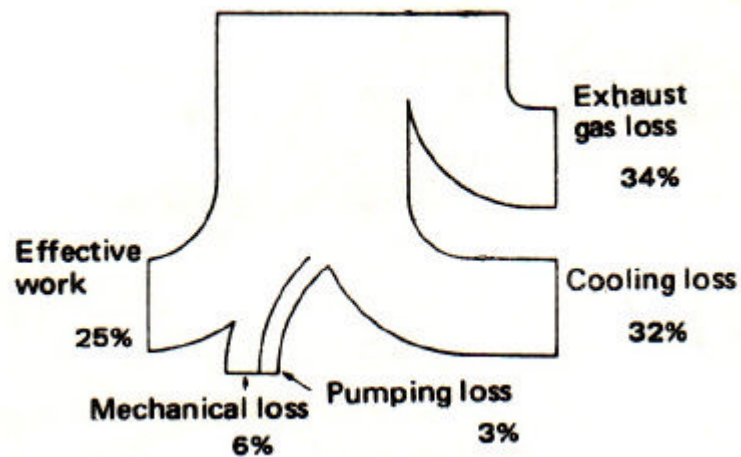
- 1) Siswa dapat menjelaskan alasan diperlukannya sistem pendinginan mesin.
- 2) Siswa dapat menjelaskan 2 macam sistem pendinginan mesin.
- 3) Siswa dapat menjelaskan proses pendinginan pada mesin.

b. Uraian Materi 1

- 1) Sistem Pendinginan Mesin Sangat diperlukan

Menurut neraca panas, pada motor bakar hanya akan diperoleh sekitar 25 persen hasil pembakaran bakar yang

dapat diubah menjadi energi mekanik. Sebagian besar panas akan keluar melalui gas buang (kira-kira 34 persen), melalui sistem pendinginan (kira-kira 32 persen) dan sisanya akan melalui kerugian pemompaan dan gesekan.



Gambar 1. Neraca panas pada mesin

Berdasarkan neraca panas di atas maka fungsi pendinginan pada motor menjadi penting, karena panas yang akan terserap oleh sistem pendinginan dapat mencapai 32 persen.

Bila mesin tidak didinginkan akan terjadi pemanasan yang lebih (*overheating*) dan akan mengakibatkan gangguan- gangguan sebagai berikut:

- a) Bahan akan lunak pada suhu tinggi. Contoh: torak yang terbuat dari logam paduan aluminium akan kehilangan kekuatannya (kira-kira sepertiganya) pada suhu tinggi (300°C), bagian atas torak akan berubah bentuk atau bahkan mencair.
- b) Ruang bebas (*clearance*) antara komponen yang saling bergerak menjadi terhalang bila terjadi pemuaian karena panas berlebihan. Misalnya torak akan memuai lebih

besar (karena terbuat dari paduan aluminium) daripada blok silinder (yang terbuat dari besi tuang) sehingga gerakan torak menjadi macet.

- c) Terjadi tegangan termal, yaitu tegangan yang dihasilkan oleh perubahan suhu. Misalnya cincin torak yang patah, torak yang macet karena adanya tegangan tersebut.
- d) Pelumas lebih mudah rusak oleh karena panas yang berlebihan. Jika suhu naik sampai 250 °C pada alur cincin, pelumas berubah menjadi karbon dan cincin torak akan macet sehingga tidak berfungsi dengan baik, atau cincin macet (*ring stick*). Pada suhu 500 °C pelumas berubah menjadi hitam, sifat pelumasannya turun, torak akan macet sekalipun masih mempunyai ruang bebas.
- e) Pembakaran tidak normal. Motor bensin cenderung untuk terjadi ketukan (*knocking*).

Sebaliknya bila motor terlalu dingin akan terjadi masalah, yaitu:

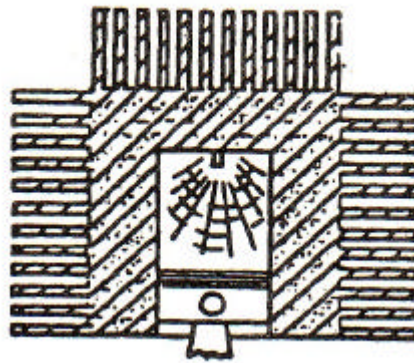
- a) Pada motor bensin bahan bakar akan sukar menguap dan campuran udara bahan bakar menjadi gemuk. Hal ini menyebabkan pembakaran menjadi tidak sempurna.
- b) Pada motor diesel bila udara yang dikompresi dingin akan mengeluarkan asap putih dan menimbulkan ketukan dan motor tidak mudah dihidupkan.
- c) Kalau pelumas terlalu kental, akan mengakibatkan motor mendapat tambahan tekanan
- d) Uap yang terkandung dalam gas pembakaran akan terkondensasi pada suhu kira-kira 50 °C

2) Macam Sistem Pendinginan

a) Sistem Pendinginan Udara

(1) Pendinginan oleh aliran udara secara alamiah.

Pada sistem ini panas yang dihasilkan oleh pembakaran gas dalam ruang bakar sebagian dirambatkan keluar dengan menggunakan sirip-sirip pendingin (*cooling fins*) yang dipasangkan di bagian luar silinder (Gambar 2). Pada tempat yang suhunya lebih tinggi yaitu pada ruang bakar diberi sirip pendingin yang lebih panjang daripada sirip pendingin yang terdapat di sekitar silinder yang suhunya lebih rendah.

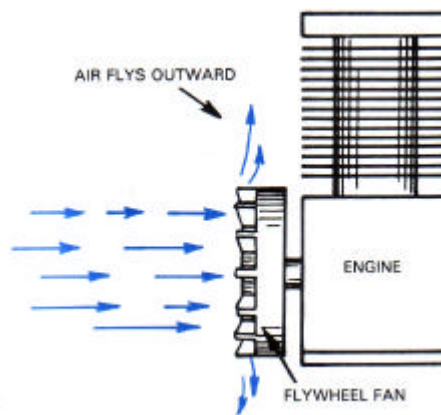


Gambar 2. Pendinginan Udara Secara Alamiah

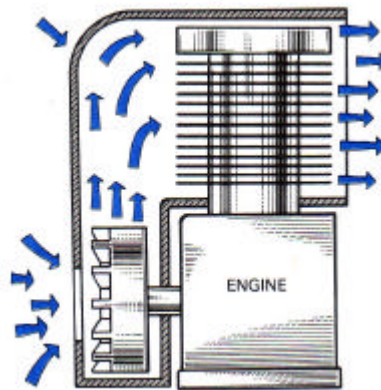
(2) Pendinginan oleh tekanan udara

Udara yang menyerap panas dari sirip-sirip pendingin harus berbentuk aliran atau udaranya harus mengalir agar suhu udara di sekitar sirip tetap rendah sehingga penyerapan panas tetap berlangsung sempurna. Hal ini dapat dicapai dengan jalan menggerakkan sirip pendingin atau udaranya. Bila sirip pendingin yang digerakkan atau mesinnya bergerak seperti pada sepeda motor. Pada mesin stasioner aliran udaranya diciptakan dengan cara menghembuskannya

melalui blower yang dihubungkan langsung dengan poros engkol Gambar 3 menunjukkan pendinginan udara menggunakan kipas/blower yang terpasang pada roda gila (*flywheel fan*), yang dianggap tidak efisien karena tanpa pengarah aliran (*shroud*). Agar aliran udara pendingin lebih dapat mendinginkan sirip-sirip digunakan pengarah (Gambar 4)



Gambar 3. Kipas udara pada roda gila



Gambar 4. Kipas pada roda gila dengan pengarah aliran

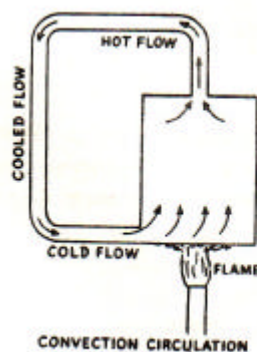
b) Sistem Pendinginan Air

Pada sistem ini sebagian panas dari hasil pembakaran dalam ruang bakar diserap oleh air pendingin setelah melalui dinding silinder. Oleh karena itu di luar silinder

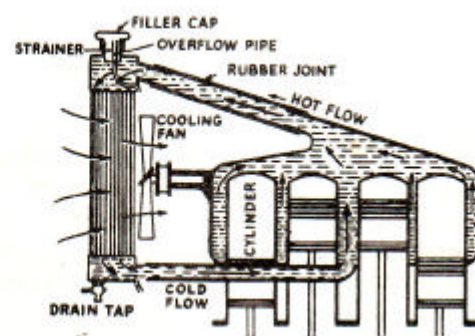
dibuat mantel air (*water jacket*). Pada sistem pendinginan air ini air harus bersirkulasi. Adapun sirkulasi air dapat berupa 2 (dua) macam, yaitu:

- (1) Sirkulasi alamiah/Thermo-syphon
- (2) Sirkulasi dengan tekanan

Pada sistem pendinginan air dengan sirkulasi alamiah, air pendingin akan mengalir dengan sendirinya yang diakibatkan oleh perbedaan massa jenis air yang telah panas dan air yang masih dingin (Gambar 5). Agar air yang panas dapat dingin, maka sebagai pembuang panas dipasangkan radiator (Gambar 6). Air yang berada dalam mantel air dipanaskan oleh hasil pembakaran sehingga suhunya naik, sehingga massa jenisnya akan turun dan air ini didesak ke atas oleh air yang masih dingin dari radiator. Agar pembuangan panas dari radiator terjadi sebesar mungkin maka pada sistem pendingin dilengkapi juga dengan kipas yang berfungsi untuk mengalirkan udara pada radiator agar panas pada radiator dapat dibuang atau diserap udara.

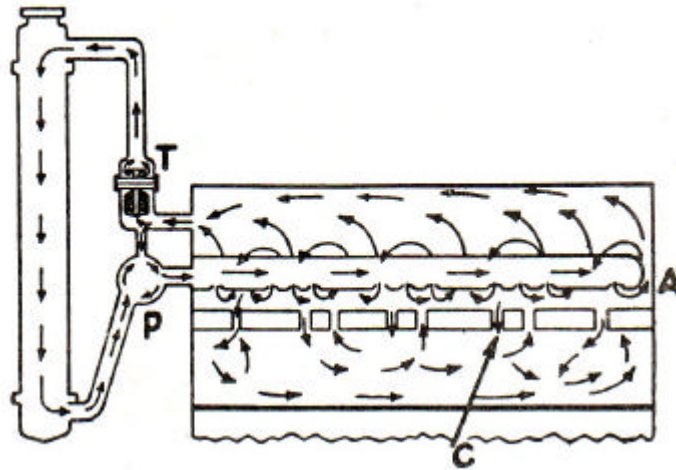


Gambar 5. Prinsip sirkulasi alamiah



Gambar 6. Sirkulasi alamiah di mesin

Pada sirkulasi dengan tekanan pada prinsipnya sama dengan sirkulasi alam, tetapi untuk mempercepat terjadinya sirkulasi maka pada sistem dipasang pompa air (Gambar 7)



Gambar 7. Sirkulasi dengan tekanan

3) Proses Pendinginan Pada Mesin

Pada mesin bensin ataupun pada mesin diesel proses pendinginan tergantung pada sistem pendinginan yang digunakan. Pada pendinginan udara, panas akan berpindah dari dalam ruang bakar melalui kepala silinder, dinding silinder dan piston secara konduksi. Selanjutnya yang melalui dinding dan kepala silinder, panas akan berpindah melalui sirip-sirip (fins) dengan cara konveksi ataupun radiasi di luar silinder.

Pada pendinginan air secara alamiah, proses perpindahan panas/pendinginan melalui perubahan massa jenis air yang menurun karena panas selanjutnya air akan berpindah secara alamiah berdasarkan rapat massa sehingga terjadi sirkulasi alamiah untuk pendinginannya. Untuk mempercepat pembuangan panas pada sistem

pendinginan air dipasangkan radiator. Melalui radiator ini panas akan dibuang ke udara melalui sirip-sirip radiator. Pada pendinginan air dengan tekanan, sirkulasi akan dipercepat oleh putaran kipas pompa sehingga sirkulasi air pada sistem ini akan lebih baik.

c. Rangkuman 1

1. Sistem pendinginan diperlukan dalam mesin bensin dan diesel dengan alasan panas pembakaran dari ruang bakar harus dikeluarkan sebesar 32 persen. Bila tidak ada sistem pendinginan yang baik akan menimbulkan dampak: bahan logam akan kehilangan kekuatan bahkan dapat mencair, ruang bebas antara komponen yang bergerak akan terhalang, timbul tegangan termal, dan kemampuan pelumas akan turun
2. Sistem pendinginan dapat digolongkan menjadi sistem pendinginan udara (alamiah dan tekanan pompa) dan sistem pendinginan air (alamiah dan pemompaan)
3. Proses pendinginan pada mesin berupa perpindahan panas melalui torak, silinder dan kepala silinder secara konduksi selanjutnya panas akan berpindah secara konveksi melalui sirip-sirip ke udara, sedangkan pada pendinginan air, panas akan berpindah melalui air yang bersirkulasi baik secara alamiah atau paksa. Pada sistem pendinginan air dipasangkan radiator yang berfungsi untuk mempercepat pembuangan panas ke udara.

d. Tugas 1

- 1) Identifikasikan sistem pendinginan pada mesin yang menggunakan sistem pendinginan udara (alamiah dan

fan) serta yang menggunakan sistem pendinginan air (alamiah dan pemompaan). Sebutkan pada mesin apa saja sistem pendinginan tersebut ditemui!

- 2) Gambarkan sirkulasi air pendingin pada sistem pendinginan air dengan pemompaan dan jelaskan!

e. Tes Formatif 1

- 1) Jelaskan alasan utama diperlukan sistem pendinginan mesin!
- 2) Apa dampak yang terjadi bila tidak terdapat sistem pendinginan yang baik? Sebutkan 3 dampak yang terjadi.
- 3) Jelaskan 2 jenis sistem pendinginan pada mesin yang diketahui!
- 4) Pada sistem pendinginan sepeda motor dijumpai sirip pada silindernya, Jelaskan fungsi sirip-sirip tersebut!
- 5) Jelaskan fungsi pompa air pada mesin dengan sistem pendinginan air!

f) Kunci Jawaban Formatif 1

- 1) Panas yang harus dikeluarkan oleh mesin sebesar 32 persen sehingga harus memiliki sistem pendingin yang baik. Bila tidak memiliki sistem pendinginan akan terjadi panas yang berlebihan (*overheating*)
- 2) Bila tidak ada sistem pendinginan yang baik akan menimbulkan dampak: bahan logam akan kehilangan kekuatan bahkan dapat mencair, ruang bebas antara komponen yang bergerak akan terhalang, timbul tegangan termal, dan kemampuan pelumas akan turun.
- 3) Sistem pendinginan udara dan sistem pendinginan air. Sistem pendinginan udara dengan memanfaatkan aliran udara angin atau kipas. Sistem pendinginan air menggunakan sifat massa jenis air untuk sirkulasi air secara alamiah atau dipompa.
- 4) Fungsi sirip-sirip pada sepeda motor adalah untuk mempercepat pembuangan panas melalui peristiwa konveksi ke udara luar.
- 5) Fungsi pompa air adalah untuk mempercepat sirkulasi air pendingin sehingga pembuangan panas melalui radiator akan cepat pula.

g. Lembar Kerja 1

1) Alat dan Bahan

- a) 1 (satu) unit mesin bensin atau diesel
- b) 1 (satu) buah toolbox, k unci sock dan kunci momen
- c) Majun

2) Keselamatan Kerja

- a) Gunakan peralatan servis yang sesuai dengan fungsinya
- b) Ikutilah instruksi dari guru ataupun langkah kerja yang tertulis pada lembar kerja
- c) Mintalah ijin kepada guru anda bila akan melakukan pekerjaan yang tidak tertulis pada lembar kerja
- d) Bila perlu mintalah buku manual mesin sesuai dengan obyek yang digunakan.

3) Langkah kerja

- a) Persiapkan alat dan bahan praktik secara cermat, efektif dan seefisien mungkin.
- b) Perhatikan instruksi praktik yang disampaikan oleh guru.
- c) Diskusikan terhadap prinsip kerja sistem pendinginan.
- d) Lakukan analisis tentang pentingnya sistem pendinginan!
- e) Buatlah catatan-catatan penting kegiatan praktik secara ringkas.
- f) Setelah selesai, kembalikan alat dan bahan yang telah digunakan ke tempat semula, bersihkan tempat kerja!

4) Tugas

- a) Buatlah laporan praktik secara ringkas dan jelas
- b) Buatlah rangkuman pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar 1.

2. Kegiatan Belajar 2: Bagian-bagian Sistem Pendingin dan Komponen-komponennya yang perlu dipelihara/servis

a. Tujuan kegiatan Belajar 2

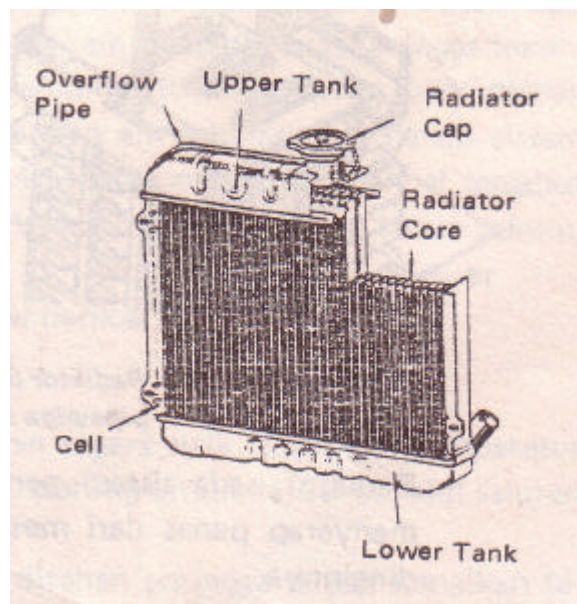
- 1) Siswa dapat menjelaskan fungsi dan cara kerja radiator pada sistem pendinginan air.
- 2) Siswa dapat menjelaskan fungsi dan cara kerja pompa air pada sistem pendinginan air.
- 3) Siswa dapat menjelaskan fungsi dan cara kerja kipas pada sistem pendinginan air
- 4) Siswa dapat menjelaskan fungsi dan cara kerja katup termostat pada sistem pendinginan air
- 5) Siswa dapat menjelaskan fungsi dan cara kerja tutup radiator pada sistem pendinginan air
- 6) Siswa dapat menjelaskan fungsi dan cara kerja tangki reservoir pada sistem pendinginan air

b. Uraian Materi 2

Komponen-komponen sistem pendinginan air yang penting dan perlu dipelihara/diservis adalah: (1) Radiator, (2) Tutup radiator, (3) Pompa air, (4) Kipas, (5) Katup termostat, (6) Tangki reservoir

1) Radiator

Radiator pada sistem pendinginan berfungsi untuk mendinginkan air atau membuang panas air ke udara melalui sisrip-sisrip pendinginnya. Konstruksi radiator dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Konstruksi radiator

Konstruksi radiator terdiri dari:

a) Tangki atas

Tangki atas berfungsi untuk menampung air yang telah panas dari mesin. Tangki atas dilengkapi dengan lubang pengisian, pipa pembuangan dan saluran masuk dari mesin. Lubang pengisian harus ditutup dengan tutup radiator. Pipa pembuangan untuk mengalirkan kelebihan air dalam sistem pendinginan yang disebabkan oleh ekspansi panas dari air keluar atau ke tangki reservoir. Saluran masuk ditempatkan agak keujung tangki atas.

b) Inti radiator (*radiator core*)

Inti radiator berfungsi untuk membuang panas dari air ke udara agar suhu air lebih rendah dari sebelumnya. Inti radiator terdiri dari pipa-pipa air untuk mengalirkan air dari tangki atas ke tangki bawah dan sisir-sisir pendingin untuk membuang panas air dalam pipa-pipa air. Udara juga dialirkan

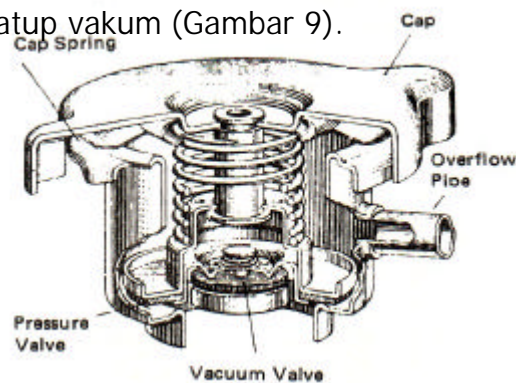
diantara sirip-sirip pendingin agar pembuangan panas secepat mungkin. Warna inti radiator dibuat hitam agar perpindahan panas radiasi dapat terjadi sebesar mungkin. Besar kecilnya inti radiator tergantung pada kapasitas mesin dan jumlah pipa-pipa air dan sisir-sisirnya

c) Tangki bawah

Tangki bawah berfungsi untuk menampung air yang telah didinginkan oleh inti radiator dan selanjutnya disalurkan ke mesin melalui pompa. Pada tangki bawah juga dipasangkan saluran air yang berhubungan dengan pompa air dan saluran pembuangan untuk membuang air radiator pada saat membersihkan radiator dan melepas radiator.

2) Tutup Radiator

Tutup radiator berfungsi untuk menaikkan titik didih air pendingin dengan jalan menahan ekspansi air pada saat air menjadi panas sehingga tekanan air menjadi lebih tinggi daripada tekanan uadar luar. Di samping itu pada sistem pendinginan tertutup, tutup radiator berfungsi untuk mempertahankan air pendingin dalam sistem meskipun dalam keadaan dingin atau panas. Untuk maksud tersebut tutup radiator dilengkapi dengan katup pengatur tekanan (*relief valve*) dan katup vakum (Gambar 9).

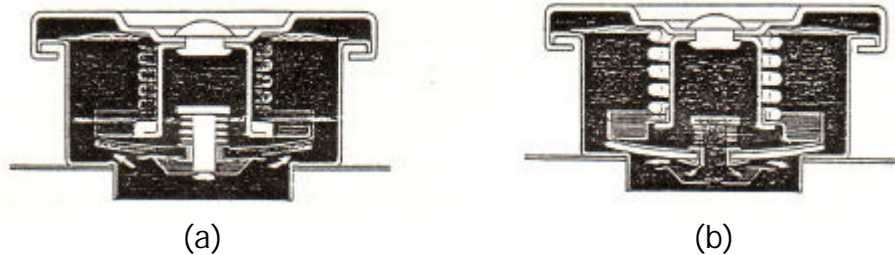


Gambar 9. Konstruksi tutup radiator

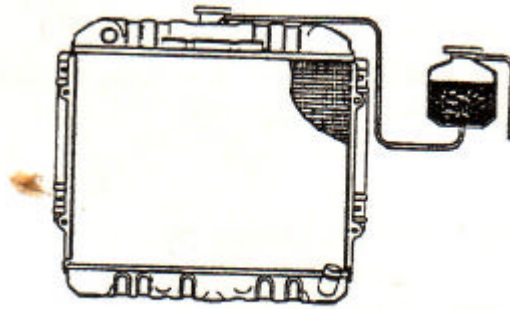
Cara kerja katup-katup pada tutup radiator adalah sebagai berikut:

Pada saat mesin dihidupkan suhu air pendingin segera naik dan akan menyebabkan kenaikan volume air sehingga cenderung keluar saluran pengisian radiator. Keluarnya air tersebut ditahan oleh katup pengatur tekanan sehingga tekanan naik. Kenaikan tekanan akan menaikkan titik didih air yang berarti mempertahankan air pendingin dalam sistem. Bila kenaikan suhu sedemikian rupa sehingga menyebabkan kenaikan volume air yang berlebihan, tekanan air akan melebihi tekanan yang diperlukan dalam sistem. Karena air akan mendesak katup pengatur tekanan untuk membuka dan air akan keluar melalui katup ini ke pipa pembuangan. (Gambar 10a).

Pada saat suhu air pendingin turun akan terjadi penurunan volume, yang akan menyebabkan terjadinya kevakuman dalam sistem yang selanjutnya akan membuka katup vakum sehingga dalam sistem tidak terjadi kevakuman lagi (Gambar 10b). Sistem yang menggunakan tangki reservoir, kevakuman akan diisi oleh air sehingga air dalam sistem akan tetap (Gambar 11). Bila sistem tidak menggunakan tangki reservoir maka yang masuk adalah udara.



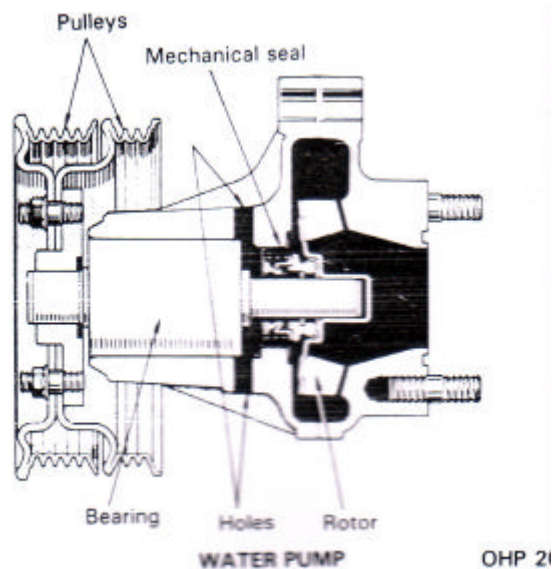
Gambar 10. Kerja katup pengatur tekanan dan katup vakum



Gambar 11. Radiator dengan tangki reservoir

3) Pompa Air

Pompa air berfungsi untuk menyirkulasikan air pendingin dengan jalan membuat perbedaan tekanan antara saluran isap dengan saluran tekan pada pompa. Pompa air yang biasa digunakan adalah pompa sentrifugal. Pompa air ini digerakkan oleh mesin dengan bantuan tali kipas (*"V" belt*) dan puli dengan perbandingan putaran antara pompa air dengan mesin sekitar 0,9 sampai 1,3. Hal ini dimaksudkan agar dapat mengalirkan air pendingin sesuai dengan operasi mesin (Gambar 12)



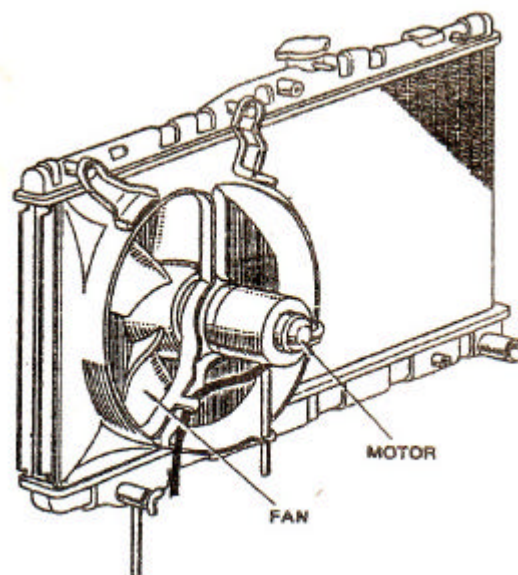
Gambar 12. Konstruksi pompa air

Pompa ini terdiri dari: (a) Poros, (b) Impeller, dan (c) Water seal

4) Kipas Pendingin

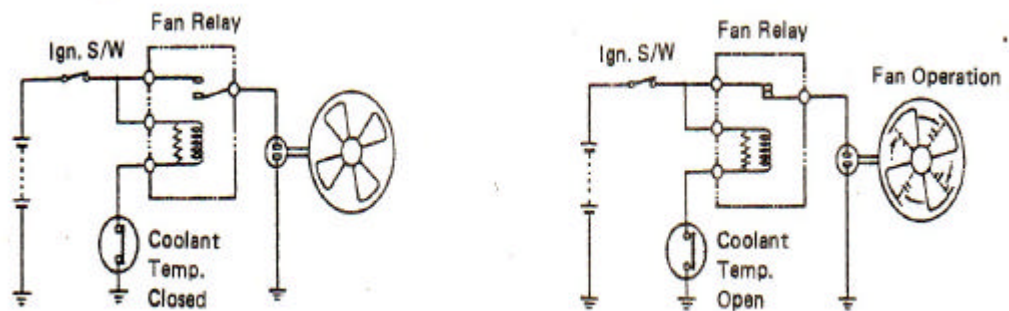
Kipas berfungsi untuk mengalirkan udara pada inti radiator agar panas yang terdapat pada inti radiator dapat dipancarkan ke udara dengan mudah. Kipas pendingin dapat berupa kipas pendingin biasa (yang diputar oleh mesin) atau kipas pendingin listrik. Kipas pendingin biasa digerakkan oleh putaran puli poros engkol. Poros kipas biasa sama dengan poros pompa air sehingga putaran kipas sama dengan putaran pompa.

Pada kipas pendingin listrik digerakkan oleh motor listrik akan menghasilkan efisiensi pendinginan yang lebih baik (terutama pada kecepatan rendah dan beban berat) dan membantu pemanasan awal air pendingin yang lebih cepat, penggunaan bahan bakar yang lebih hemat, dan mengurangi suara berisik (Gambar 13).



Gambar 13. Penggerak kipas dengan motor listrik

Adapun cara kerja kipas pendingin listrik sebagai berikut:
(Lihat gambar 14)



Gambar 14. Cara kerja kipas pendingin listrik

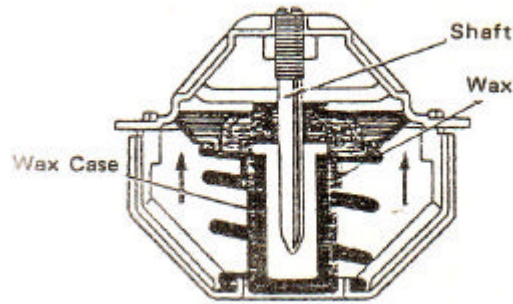
Bila suhu air pendingin dibawah 83°C *temperature switch* ON dan relay berhubungan dengan masa. *Fan relay coil* terbuka dan motor tidak bekerja.

Bila suhu air pendingin di atas 83°C , *temperature switch* akan OFF dan sirkuit relay ke masa terputus. Fan relay tidak bekerja, maka kontak poin merapat dan kipas mulai bekerja.

5) Katup Termostat

Katup termostat berfungsi untuk menahan air pendingin bersirkulasi pada saat suhu mesin yang rendah dan membuka saluran adri mesin ke radiator pada saat suhu mesin mencapai suhu idealnya. Katup termostat biasanya dipasang pada saluran air keluar dari mesin ke radiator yang dimaksudkan agar lebih mudah untuk menutup saluran bila mesin dalam keadaan dingin dan mebuca saluran bila mesin sudah panas.

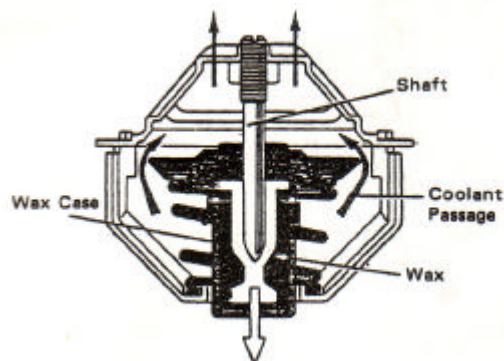
Ada 2 tipe termostat, yaitu tipe bellow dan tipe wax. Kebanyakan termostat yang digunakan adalah tipe wax. Di samping itu termostat tipe wax ada yang menggunakan katup by pass dan tidak menggunakan katup by pass.



Gambar 15. Termostat tipe wax

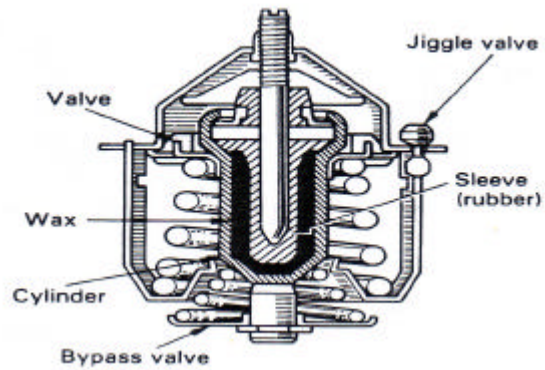
Cara kerja katup termostat adalah sebagai berikut:

Pada saat suhu air pendingin rendah katup tertutup atau saluran dari mesin ke radiator terhalang oleh wax (lilin) yang belum memuai. Bila suhu air pendingin naik sekitar 80 sampai dengan 90 derajat Celcius maka lilin akan memuai dan menekan karet. Karet akan berubah bentuk dan menekan poros katup. Oleh karena posisi poros tidak berubah maka karet yang sudah berubah tersebut akan membawa katup untuk membuka (Gambar 16) .



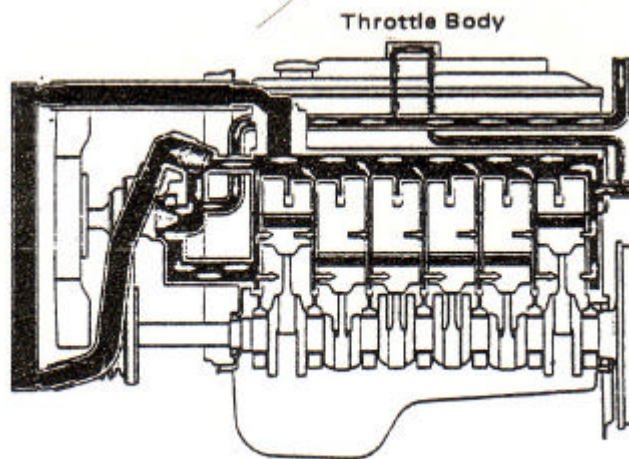
Gambar 16. Katup termostat pada saat suhu 80-90 °C

Untuk menghindari terjadinya tekanan air yang tinggi pada saat katup termostat tertutup, pada saluran di bawah katup dibuatkan saluran ke pompa air yang dikenal dengan saluran pintas (*by pass*). Lihat gambar 17.

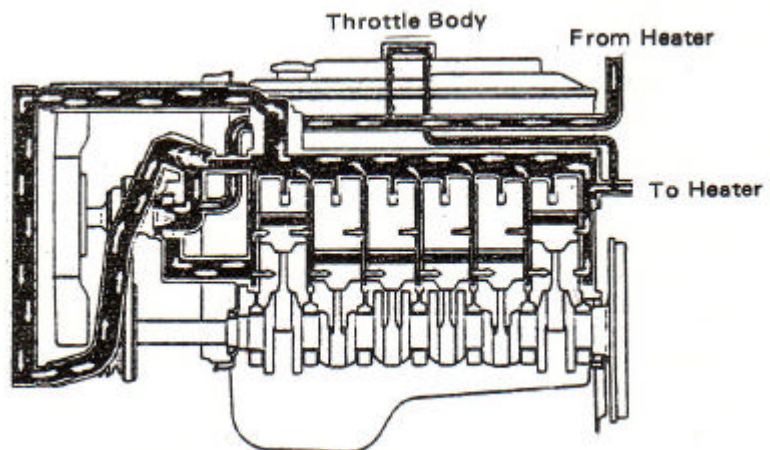


Gambar 17. Termostat dengan katup by pass

Cara kerja katup by pass pada termostat dapat dilihat pada sistem pendingin mesin pada saat dingin dan panas (Gambar 18 dan gambar 19)



Gambar 18. Termostat dengan katup by pass pada saat dingin



Gambar 19. Termostat dengan katup by pass pada saat panas

c. Rangkuman 2

Bagian-bagian sistem pendinginan mesin yang perlu dipelihara/diservis adalah : radiator, tutup radiator, tangki reservoir, kipas, pompa air dan termostat.

- a) Radiator berfungsi untuk mendinginkan air atau membuang panas air ke udara melalui sirip-sirip pendinginnya. Cara kerjanya adalah membuang panas secara konveksi dan radiasi. Radiator perlu diservis karena untuk mengalirnya air pendingin dengan sirip yang sangat banyak
- b) Tutup radiator berfungsi untuk menaikkan titik didih air pendingin dengan jalan menahan ekspansi air pada saat air menjadi panas sehingga tekanan air menjadi lebih tinggi daripada tekanan udara luar. Tutup radiator perlu diservis dari kemungkinan kebocoran perapatnya dari tekanan.
- c) Pompa air berfungsi untuk menyirkulasikan air pendingin dengan jalan membuat perbedaan tekanan antara saluran isap dengan saluran tekan pada pompa. Pompa air perlu diservis karena pompa bekerja menyirkulasikan air yang tidak boleh ada kebocoran dalam pompa.
- d) Tangki reservoir berfungsi untuk menampung air pendingin ketika terjadi kenaikan tekanan air karena suhu tinggi dalam radiator sehingga air akan meluap. Ketika suhu air pendingin turun terjadi kevakuman maka air dalam tangki reservoir akan diisap kembali ke dalam radiator.
- e) Kipas berfungsi untuk mengalirkan udara pada inti radiator agar panas yang terdapat pada inti radiator dapat dipancarkan ke udara dengan mudah. Kipas pendingin dapat berupa kipas pendingin biasa (yang diputar oleh mesin) dan kipas pendingin listrik yang digerakkan oleh

motor listrik. Kipas perlu diservis dari kemungkinan kotor dan porosnya yang aus, serta tali kipasnya yang kendur.

- f) Katup termostat berfungsi untuk menahan air pendingin bersirkulasi pada saat suhu mesin yang rendah dan membuka saluran dari mesin ke radiator pada saat suhu mesin mencapai suhu idealnya. Katup termostat perlu diservis dari kemungkinan tidak berfungsi secara baik.

d. Tugas 2

- 1) Identifikasikan bagian-bagian sistem pendinginan air pada mesin yang anda temui dan sebutkan satu alasan mengapa bagian tersebut perlu diservis!
- 2) Jelaskan alasan mengapa orang lebih suka membuka termostatnya daripada memasang pada sistem pendinginan mesin! Apa dampak yang terjadi bila termostat tidak dipasang?

e. Tes Formatif 2

- 1) Jelaskan fungsi dan cara kerja radiator dalam sistem pendinginan air serta alasan mengapa harus diservis.
- 2) Jelaskan fungsi dan cara kerja tutup radiator dalam sistem pendinginan air
- 3) Jelaskan fungsi dan cara kerja tangki reservoir dalam sistem pendinginan air
- 4) Jelaskan fungsi dan cara kerja kipas pendinginan serta alasan perlunya diservis.
- 5) Jelaskan mengapa pompa air perlu diservis
- 6) Jelaskan fungsi dan cara kerja termostat pada sistem pendinginan air pada mesin.

f. Kunci Jawaban Formatif 2

- 1) Radiator berfungsi untuk mendinginkan air atau membuang panas air ke udara melalui sirip-sirip pendinginnya. Cara kerjanya adalah membuang panas secara konveksi dan radiasi. Radiator perlu diservis karena untuk mengalirnya air pendingin dengan sirip yang sangat banyak
- 2) Tutup radiator berfungsi untuk menaikkan titik didih air pendingin dengan jalan menahan ekspansi air pada saat air menjadi panas sehingga tekanan air menjadi lebih tinggi daripada tekanan udara luar. Tutup radiator perlu diservis dari kemungkinan kebocoran perapatnya dari tekanan
- 3) Pompa air berfungsi untuk menyirkulasikan air pendingin dengan jalan membuat perbedaan tekanan antara saluran isap dengan saluran tekan pada pompa. Pompa air perlu diservis karena pompa bekerja menyirkulasikan air yang tidak boleh ada kebocoran dalam pompa.
- 4) Tangki reservoir berfungsi untuk menampung air pendingin ketika terjadi kenaikan tekanan air karena suhu tinggi dalam radiator sehingga air akan meluap. Ketika suhu air pendingin turun terjadi kevakuman maka air dalam tangki reservoir akan diisap kembali ke dalam radiator.
- 5) Kipas berfungsi untuk mengalirkan udara pada inti radiator agar panas yang terdapat pada inti radiator dapat dipancarkan ke udara dengan mudah. Kipas pendingin dapat berupa kipas pendingin biasa (yang diputar oleh mesin) dan kipas pendingin listrik yang digerakkan oleh

motor listrik. Kipas perlu diservis dari kemungkinan kotor dan porosnya yang aus, serta tali kipasnya yang kendur.

- 6) Katup termostat berfungsi untuk menahan air pendingin bersirkulasi pada saat suhu mesin yang rendah dan membuka saluran dari mesin ke radiator pada saat suhu mesin mencapai suhu idealnya. Katup termostat perlu diservis dari kemungkinan tidak berfungsi secara baik.

f. Lembar Kerja 2

1) Alat dan Bahan

- a) 1 (satu) unit mesin bensin atau diesel
- b) 1 (satu) buah toolbox, Kunci sock dan kunci momen
- c) Majun

2) Keselamatan Kerja

- a) Gunakan peralatan servis yang sesuai dengan fungsinya
- b) Ikutilah instruksi dari guru ataupun langkah kerja yang tertulis pada lembar kerja
- c) Mintalah ijin kepada guru anda bila akan melakukan pekerjaan yang tidak tertulis pada lembar kerja

3) Langkah kerja

- a) Persiapkan alat dan bahan praktik secara cermat, efektif dan seefisien mungkin.
- b) Perhatikan instruksi praktik yang disampaikan oleh guru.
- c) Lakukanlah diskusi mengenai cara kerja bagian-bagian sistem pendinginan.
- d) Simulasikan langkah pemeliharaan komponen-komponen pada sistem pendinginan.
- e) Buatlah catatan-catatan penting kegiatan praktik secara ringkas
- f) Setelah selesai, kembalikan alat dan bahan yang telah digunakan ke tempat semula, bersihkan tempat kerja.

4) Tugas

- a) Buatlah laporan praktik secara ringkas dan jelas
- b) Buatlah rangkuman pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari kegiatan belajar 2.

3. Kegiatan belajar 3: Langkah kerja pemeliharaan/servis sistem pendinginan dan komponennya.

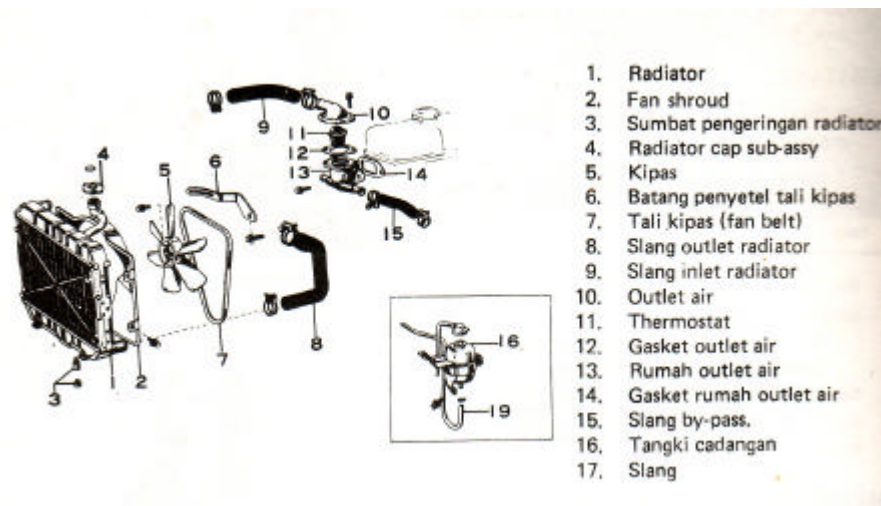
a. Tujuan kegiatan Belajar 3

- 1) Siswa dapat melakukan servis radiator pada sistem pendinginan air.
- 2) Siswa dapat melakukan servis tutup radiator pada sistem pendinginan air
- 3) Siswa dapat melakukan servis pompa air pada sistem pendinginan air.
- 4) Siswa dapat melakukan servis katup termostat pada sistem pendinginan air

b. Uraian Materi 3

- 1) Pemeliharaan/servis Radiator dan tutup radiator.

Bagian-bagian radiator dapat dilihat pada gambar 20.

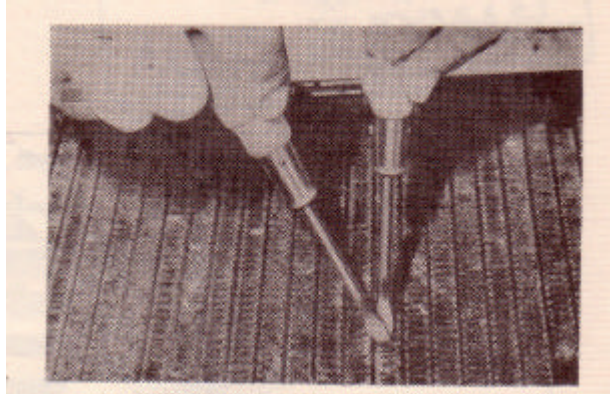


Gambar 20. Bagian-bagian radiator

Pemeriksaan dan Perbaikan radiator dilakukan sebagai berikut:

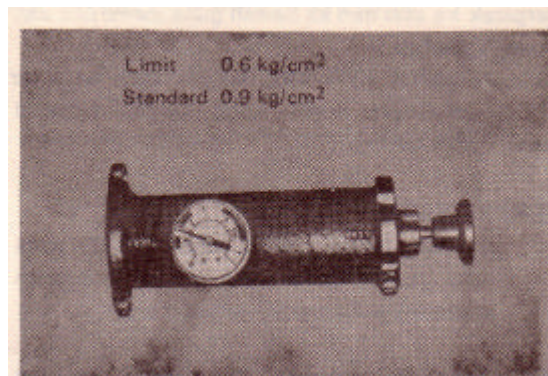
- (a) Pemeriksaan pipa-pipa dan bagian yang disolder pada tangki atas dan bawah dari kemungkinan bocor, kalau perlu diperbaiki atau diganti

- (b) Periksa sirip dan inti radiator dan perbaiki sirip yang menghambat saluran air dengan menggunakan obeng pipih (Gambar 21)



Gambar 21. Perbaikan radiator

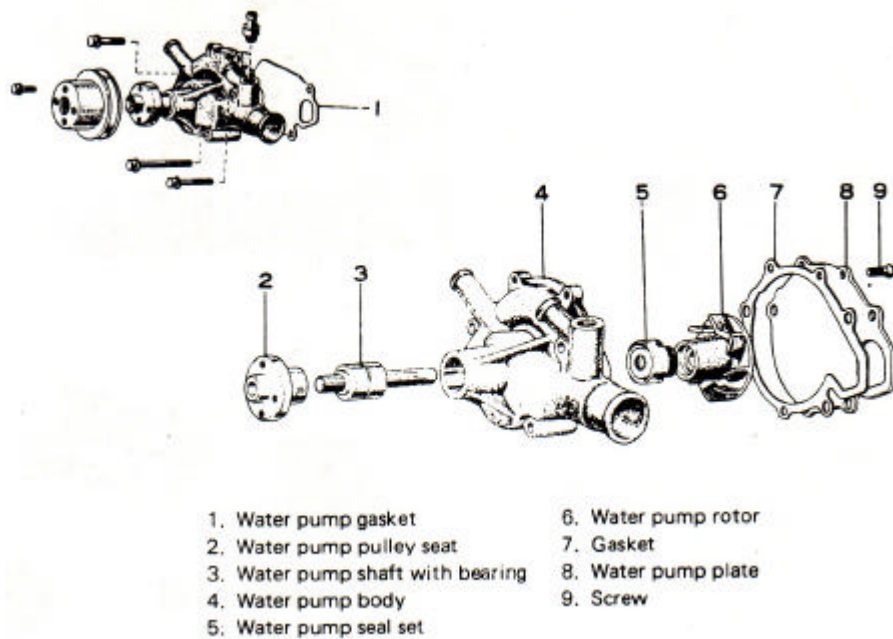
- (c) Bila yang tersumbat dari intinya melebihi 20 persen radiator harus diganti
- (d) Periksalah slang radiator dan jika ternyata rusak atau keras harus diganti
- (e) Periksalah katup pengatur pada tutup radiator dan katup vakum dari kemungkinan pegasnya yang lemah atau dudukannya kurang rapat. Jika katup membuka pada tekanan di bawah harga spesifikasi atau ada kerusakan lain , tutup radiator harus diganti (Gambar 22)



Gambar 22. Pemeriksaan tutup radiator

2) Pemeliharaan/servis Pompa air

Untuk servis pompa air dilakukan dengan membongkar, membersihkan, mengganti seal-seal yang bocor, memastikan kerapatannya dan merakit kembali. Untuk memahami pompa air dapat dilihat bagian-bagian pompa air seperti gambar 23.




Gambar 23. Bagian-bagian Pompa air

3) Pemeliharaan/servis Termostat

Untuk menservis termostat dilakukan dengan cara: (a) membuka termostat dari sistem pendinginan, (b) memeriksa termostat dengan cara: menaruh termostat pada tempat yang berisi air (lihat gambar 24) . Periksalah suhu saat pembukaan katup dengan jalan manikkan suhu air sedikit demi sedikit. Termostat harus diganti bila ternyata terdapat kerusakan, (c) memasang kembali termostat pada sistem.

	U m u m	Penggunaan bag. dingin.
Jenis	Wax	Wax
Suhu pembuka katup	74,5–78,5°C (166,0–173,5°F)	80–84°C (176–183°F)
Suhu terbuka penuh	90°C (194°F)	95°C (203°F)
Langkah katup (pd. suhu terbuka penuh)	10mm (0,39")	10 mm (0,39")



Gambar 24. Pemeriksaan termostat dan contoh spesifikasinya

c. Rangkuman 3

- 1) Servis radiator dan tutup radiator dilakukan dari :
 - (a)kemungkinan pipa-pipa dan bagian yang disolder pada tangki atas dan bawah dari kemungkinan bocor, (b) kemungkinan sirip dan inti radiator yang menghambat saluran air (c) kemungkinan slang radiator yang rusak atau keras (d) pemeriksaan katup pengatur pada tutup radiator dan katup vakum dari kemungkinan pegasnya yang lemah atau dudukannya kurang rapat.
- 2) Servis pompa air dari kemungkinan kotor, bocor dan aus
- 3) Servis pada termostat dari kemungkinan tidak bekerjanya wax pada perubahan suhu air pendingin.

d. Tugas 3

Lakukan pengujian minimal 2 tutup radiator dari mesin yang berbeda dan simpulkan kondisi tutup radiator tersebut.

e. Tes Formatif 3

- 1) Sebutkan langkah-langkah pemeriksaan dan perbaikan pada unit radiator ?
- 2) Jelaskan cara memelihara termostat dengan benar!

g. Kunci Jawaban Formatif 3

1) Pemeriksaan dan perbaikan radiator dilakukan sebagai berikut:

(a) Pemeriksaan pipa-pipa dan bagian yang disolder pada tangki atas dan bawah dari kemungkinan bocor, kalau perlu diperbaiki atau diganti

(b) Periksa sirip dan inti radiator dan perbaiki sirip yang menghambat saluran air dengan menggunakan obeng pipih.

(c) Bila yang tersumbat dari intinya melebihi 20 persen radiator harus diganti

(d) Periksa slang radiator dan jika ternyata rusak atau keras harus diganti

(e) Periksa katup pengatur pada tutup radiator dan katup vakum dari kemungkinan pegasnya yang lemah atau dudukannya kurang rapat. Jika katup membuka pada tekanan di bawah harga spesifikasi atau ada kerusakan lain, tutup radiator harus diganti.

2) Cara memelihara termostat adalah sebagai berikut :

Untuk menservis termostat dilakukan dengan cara: (a) membuka termostat dari sistem pendinginan, (b) memeriksa termostat dengan cara: menaruh termostat pada tempat yang berisi air. Periksa suhu saat pembukaan katup dengan jalan manikkan suhu air sedikit demi sedikit. Termostat harus diganti bila ternyata terdapat kerusakan, (c) pasang kembali termostat pada sistem.

g. Lembar Kerja 3

1) Alat dan Bahan

- a) 1 (satu) unit mesin bensin atau diesel
- b) 1 (satu) buah toolbox
- c) Kunci sock dan kunci momen
- d) Majun

2) Keselamatan Kerja

- a) Gunakan peralatan servis yang sesuai dengan fungsinya
- b) Ikutilah instruksi dari guru ataupun langkah kerja yang tertulis pada lembar kerja
- c) Mintalah ijin kepada guru anda bila akan melakukan pekerjaan yang tidak tertulis pada lembar kerja
- d) Bila perlu mintalah buku manual mesin sesuai dengan obyek yang digunakan.

3) Langkah kerja

- a) Persiapkan alat dan bahan praktik secara cermat, efektif dan seefisien mungkin.
- b) Perhatikan instruksi praktik yang disampaikan oleh guru.
- c) Lakukanlah servis radiator pada unit mesin.
- d) Periksa termostat pada 3 mesin dengan sistem pendinginan air.
- e) Buatlah catatan-catatan penting kegiatan praktik secara ringkas.
- f) Setelah selesai, kembalikan alat dan bahan yang telah digunakan ke tempat semula, Bersihkan tempat kerja

4) Tugas

- a) Buatlah laporan praktik secara ringkas dan jelas
- b) Buatlah rangkuman pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar 3.

BAB III EVALUASI

A. Pertanyaan

1. Jelaskan dengan singkat alasan penting diperlukannya sistem pendinginan pada mesin
2. Jelaskan dengan singkat perbedaan dan persamaan 2 sistem pendinginan mesin secara rinci. Dimana penerapan masing-masing sistem pendinginan tersebut digunakan
3. Jelaskan 4 bagian-bagian sistem pendinginan air yang perlu diservis agar terjadi pendinginan mesin yang baik
4. Pekerjaan apakah yang diperlukan dalam servis radiator sistem pendinginan mesin ada radiator mesin

B. Kunci Jawaban

1. Agar mesin tidak overheating, karena bila terjadi overheating akan berakibat: (a) torak meleleh, (b) torak tidak dapat bergerak / macet, (c) minyak pelumas turun fungsinya
2. Sistem pendinginan udara dan air. Perbedaannya sistem, fluida dan konstruksinya. Sedangkan persamaannya membuang panas pembakaran keluar silinder
3. Radiator, tutup radiator, pompa air dan termostat
4. Servis radiator: pemeriksaan sambungan pipa-pipa, sirip dan kebersihan saluran

C. Kriteria Kelulusan

Kriteria	Skor (1-10)	Bobot	Nilai	Keterangan
Kognitif		5		Syarat lulus nilai minimal 70
Ketepatan langkah kerja		1		
Hasil praktik		2		
Ketepatan waktu		1		
Keselamatan kerja		1		
Nilai Akhir				

Keterangan :

Tidak = 0 (nol) (tidak lulus)

Ya = 70 s.d. 100 (lulus)

Kategori Kelulusan:

70 s.d. 79 : memenuhi kriteria minimal dengan bimbingan

80 s.d. 89 : memenuhi kriteria minimal tanpa bimbingan

90 s.d. 100 : di atas minimal tanpa bimbingan

BAB IV PENUTUP

Siswa yang telah mencapai syarat kelulusan minimal dapat melanjutkan ke modul berikutnya. Sebaliknya bila siswa dinyatakan tidak lulus, maka siswa tersebut harus mengulang modul ini dan tidak diperkenankan untuk mengambil modul selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (t.th.). ***Pedoman Reparasi Mesin B: Diesel***. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Anonim (t.th.). ***Pedoman Reparasi Mesin 2D***. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Anonim (t.th.). ***Pedoman Reparasi Mesin 16R dan 18R***. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Anonim. (1994). ***New Step 2 Training Manual***. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Anonim. (1995). ***Materi Pelajaran Engine Group Step 2***. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Nakoela Soenarto. 1985. ***Motor Serbaguna***. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Stockel, Martin W., and Stockel, Martin T. 1982. ***Auto Mechanic Fundamental***. South Holland: The Goodheart-Willcox Company, Inc.