

**IDENTIFIKASI DAN *SERVICE* SISTEM PENDINGIN
TOYOTA KIJANG INNOVA 1 TR-FE**

Disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan program Diploma 3 untuk
menyandang Gelar Ahli Madya



Disusun oleh :

Nama : Arizal Rizqi Kurniawan

NIM : 5211312036

Jurusan/Prodi : Teknik Mesin/Teknik Mesin D3

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2015

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh

Nama : Zaenal Ma'ruf
NIM : 5211312042
Program Studi : Teknik Mesin D3
Judul : Analisis perbandingan emisi gas buang antara bahan bakar Premium dan Pertamax pada mobil Kijang Innova 1TR-FE

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma 3 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Panitia Ujian

Ketua : Dr. Samsudin Anis S.T., M.T
NIP. 197601012003121002
Sekretaris : Widi Widayat, ST, MT
NIP. 197408152000031001

(Widi)

(Samsudin)

Dewan Penguji

Pembimbing : Dr. M. Burhan R. W., M.Pd.
NIP. 196302131988031001
Penguji Utama : Drs. Winarno Dwi Rahardjo M.Pd.
NIP. 195210021981031001
Penguji pendamping : Dr. M. Burhan R. W., M.Pd.
NIP. 196302131988031001

(Winarno)

(Burhan)

(Burhan)

Ditetapkan di Semarang
Tanggal :

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik



Dr. M. Muhammad Harlanu, M.Pd.
NIP. 196602151991021001

ABSTRAK

Arizal Rizqi Kurniawan
IDENTIFIKASI DAN *SERVICE* SISTEM PENDINGIN TOYOTA KIJANG
INNOVA 1TR-FE

Laporan Proyek Akhir
Teknik Mesin D3 - Fakultas Teknik
Universitas Negeri Semarang
Tahun 2015

Pendinginan pada motor sangat dibutuhkan, karena tanpa pendinginan mesin dan komponen-komponennya akan mengalami *Over heating*, sehingga menimbulkan panas dan mengakibatkan kerusakan berupa keausan yang akhirnya umur mesin dan komponen-komponennya tidak tahan lama. Permasalahan yang menjadi fokus pembahasan pada sistem pendinginan Toyota Kijang Innova 1TR-FE adalah tentang fungsi pendinginan, komponen-komponen pada sistem pendinginan Toyota Kijang Innova 1TR-FE serta analisis gangguan yang terjadi dan cara mengatasi gangguan tersebut.

Tujuan dari pembahasan sistem pendinginan ini adalah untuk mengetahui dan memahami cara mengidentifikasi sistem pendingin Toyota Kijang Innova 1TR-FE, untuk mengetahui langkah *service* pada mesin Toyota Kijang Innova 1TR-FE, dapat memperbaiki jika terjadi kerusakan pada sistem pendinginan, dan untuk mengetahui konstruksi dan cara kerja sistem pendingin Toyota Kijang Innova 1TR-FE.

Komponen-komponen sistem pendinginan Toyota Kijang Innova 1TR-FE terdiri dari radiator, *thermostat*, pompa air, *water jacket*, tutup radiator, kipas, selang dan klem, dan alat pengukur suhu air pendingin. Cara kerja sistem Pendingin Toyota Kijang Innova 1TR-FE adalah sistem pendinginan tekan yang memanfaatkan pompa air untuk mensirkulasikan air pendingin.

Gangguan-gangguan yang sering terjadi pada sistem pendinginan adalah kebocoran, gangguan dari kotoran, gangguan kotoran yang mengendap sehingga aliran air tidak maksimal. Analisis gangguan diperlukan untuk mengetahui kerusakan yang terjadi pada sistem pendinginan Toyota Kijang Innova 1TR-FE sehingga mampu mengatasi gangguan-gangguan tersebut.

Usaha yang perlu diperhatikan untuk mencegah terjadinya kerugian akibat kerusakan komponen mesin adalah dengan merawat dan memeriksa kondisi mesin secara berkala. Untuk itu perlu diperhatikan dalam melakukan perawatan pada sistem pendinginan yang antara lain usahakan untuk selalu mengontrol volume air pendingin dalam radiator, supaya jumlah air pendingin tidak berkurang atau di bawah batas minimal, dan menggunakan anti karat agar sistem pendingin tidak cepat rusak dan aus yang dapat mengganggu kerja dari komponen-komponen sistem pendinginan dan mempercepat keausan pada bagian-bagian mesin yang bergesekan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis kehadiran Allah SWT yang melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan Judul "Identifikasi dan *Service* Sistem Pendingin" ini dengan lancar.

Penulis menyadari bahwa tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak, penulis tidak dapat menyelesaikan laporan ini dengan baik. Kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
3. Ketua Program Studi D3 Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
4. Bp. Drs.Suprpto, M.Pd selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam menyusun laoporan.
5. Bp. Wahyu Ady PK,ST selaku Pembimbing Lapangan yang selalu membantu dan memberi semangat.
6. Semua pihak yang membantu hingga terselesainya penulisan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga laporan ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Akhirnya dengan segala kerendahan hati penulis berharap semoga laporan ini memberi manfaat kepada penulis khususnya maupun pembaca pada umumnya.

Semarang, 7 Juli 2015

Arizal Rizqi Kurniawan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan.....	3
D. Manfaat.....	4
BAB II. KAJIAN TEORI	5
A. Pengertian Sistem Pendingin.....	5
B. Jenis Sistem Pendingin.....	7
1. Pendingin Udara (Pendingin Langsung)	7
2. Pendingin Air (Pendingin Tidak Langsung).....	7
C. Cara Kerja Sistem Pendingin	9
1. Bila Mesin masih dalam Keadaan Dingin.	9
2. Bila mesin dalam Keadaan Panas.....	9
D. Konstruksi Sistem Pendingin Toyota Kijang Innova 1TR-FE.....	10
1. Radiator.....	11
2. Tutup Radiator.....	13
3. Tangki Cadangan.....	15
4. Pompa Air.....	16
5. <i>Thermostat</i>	17
6. Kipas Pendingin.....	18
7. Mantel Pendingin.....	20
8. Kopling Fluida	20

9. Pipa-pipa Saluran.....	21
10. <i>Water Temperatur Switch</i>	22
BAB III. IDENTIFIKASI DAN SERVICE SISTEM PENDINGIN.....	23
A. Alat dan Bahan.....	23
B. Pemeriksaan Sistem Pendingin.....	24
1. Pemeriksaan radiator.....	24
2. Pemeriksaan selang-selang.....	24
3. Pemeriksaan permukaan cairan pendingin cadangan.....	25
4. Pemeriksaan kualitas cairan pendingin mesin.....	26
5. Pemeriksaan sistem pendingin terhadap kebocoran.....	26
6. Pemeriksaan kebocoran tutup radiator.....	28
7. Pemeriksaan <i>thermostat</i>	29
8. Pemeriksaan pompa air.....	31
9. Pemeriksaan <i>water jacket</i>	31
10. Pemeriksaan <i>fluida coupling assy</i>	32
C. Identifikasi Gangguan Sistem Pendingin.....	33
1. Terjadi <i>over cooling</i> (mesin dingin).....	33
2. Terjadi <i>over heating</i> (mesin panas).....	34
3. Radiator tersumbat.....	36
4. Terdapat bunyi pada sistem pendingin.....	38
D. Perawatan Sistem Pendingin Toyota Kijang Innova 1TR-FE.....	38
1. Perawatan <i>preventif</i>	38
2. Perawatan <i>kuratif</i>	39
BAB IV. PENUTUP.....	42
A. Kesimpulan.....	42
B. Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA.....	44
LAMPIRAN.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Analisis gangguan sistem pendingin.....	40
--	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Kerja Sistem Pendingin Keadaan Masih Dingin.....	9
Gambar 2.2. Kerja Sistem Pendingin Keadaan Mesin Panas.....	10
Gambar 2.3. Konstruksi Sistem Pendingin	10
Gambar 2.4. Komponen Radiator	11
Gambar 2.5. inti Radiator.....	12
Gambar 2.6. Tipe Inti Radiator	12
Gambar 2.7. Tutup Radiator.....	13
Gambar 2.8. Cara Kerja Relief Valve	14
Gambar 2.9. Cara Kerja Vacuum Valve	15
Gambar 2.10. Tangki Cadangan.....	15
Gambar 2.11. Komponen Water Pump.....	16
Gambar 2.12. Komponen Thermostat.....	18
Gambar 2.13. Kipas Pendingin	19
Gambar 2.14. Water Jacket	20
Gambar 2.15. Kopling Assy.....	20
Gambar 3.1. Pemeriksaan Radiator.....	24
Gambar 3.2. Pemeriksaan Selang Radiator.....	25
Gambar 3.3. Pemeriksaan Kualitas Cairan Pendingin	26
Gambar 3.4. Pemeriksaan Kebocoran Sistem Pendingin.....	27
Gambar 3.5. Pemeriksaan Tutup Radiator	28
Gambar 3.6. Pemeriksaan Thermostat	30
Gambar 3.7. Pompa Air	31
Gambar 3.8. Pemeriksaan Water Jacket.....	32
Gambar 3.9. Pemeriksaan Fluid Coupling Assy	33
Gambar 3.10. Bagian Radiator.....	36

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sistem pendingin secara umum berfungsi untuk mendinginkan suhu mesin agar kondisi mesin tetap prima dan mobil bisa digunakan dengan baik tanpa terjadi kerusakan. Jika mesin mengalami kerusakan maka mesin perlu diidentifikasi dan dilakukan *service* pada komponen yang mengalami kerusakan. Pengertian dari identifikasi adalah suatu proses pemeriksaan pada setiap komponen sistem pendingin untuk mengetahui kerusakan yang terjadi pada mesin dan untuk mengetahui penyebab dari kerusakan mesin tersebut. Komponen-komponen pada sistem pendinginan mesin Toyota Kijang Innova 1TR-FE yang sering mengalami kerusakan antara lain sistem pendingin bocor cara mengatasinya dengan tes tekanan sistem, *thermostat* tidak bekerja atau tidak dapat membuka maka *thermostat* harus diganti, Pompa air rusak maka mengganti satu unit pompa, tutup radiator bocor maka tutup harus diganti, *water jacket* tersumbat dengan membersihkan endapan kotoran.

Sistem pendingin mesin juga memerlukan perawatan (*service*) agar kondisi sistem pendingin tetap baik dan berfungsi secara optimal, dalam kehidupan sehari-hari masyarakat sudah terbiasa menggunakan air biasa untuk mengisi radiator dan tidak menggunakan radiator coolant, hal ini yang menyebabkan komponen pendingin mesin mudah rusak atau cepat berkarat terutama pada blok mesin, pompa air, dan juga komponen yang lainnya akan cepat rusak, jika sudah rusak komponen-komponen yang berkarat sulit untuk diperbaiki sehingga performa mobil akan sedikit

berkurang dikarenakan kinerja pendingin mesin tidak sempurna, oleh sebab itu pendingin mesin perlu mendapat perawatan yang lebih.

Sistem pendinginan pada mobil berfungsi untuk menurunkan temperatur pada mesin yang terjadi dari proses pembakaran didalam silinder. Proses pembakaran selanjutnya akan terjadi perubahan dari tenaga panas (*heat energy*) menghasilkan tenaga mekanis yang kemudian akan menggerakkan mesin. Akibat lain dari proses pembakaran adalah adanya panas yang apabila tidak didinginkan akan merusak komponen dari mesin itu sendiri. Sistem pendinginan (*cooling system*) adalah suatu rangkaian untuk mengatasi terjadinya *over heating* pada mesin agar tetap bekerja secara optimal. Hasil pembakaran pada motor bakar yang menjadi tenaga mekanis hanya sekitar 23%, sebagian panas keluar menjadi gas bekas dan sebagian lagi hilang melalui proses pendinginan (Toyota Astra Motor, 1995:35).

Energi panas selebihnya akan dibuang melalui emisi gas buang sebesar 36%, hilang akibat adanya gesekan dan memanaskan minyak 7% dan sisanya sekitar 33% hilang diserap oleh pendinginan (Northop, RS., 1997 :149). Oleh karena itu walaupun sistem pendinginan dikatakan sebagai kerugian disatu segi, yaitu menurunkan efisiensi yang dihasilkan oleh mesin, namun disegi lain tetap dibutuhkan untuk mempertahankan mesin itu sendiri agar tetap dapat bekerja dan tahan lama. Apabila sebagian panas yang dihasilkan dari pembakaran tadi akan mengalami kenaikan temperatur yang berlebihan dan cenderung merubah sifat-sifat serta bentuk dari komponen mesin tersebut (Toyota Astra Motor, 1999:35).

A. Rumusan Masalah

Banyak permasalahan yang sering terjadi pada sistem pendingin Toyota Kijang Innova 1TR-FE. maka perlu dilakukan pembatasan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengidentifikasi sistem pendingin pada mesin Toyota Kijang Innova 1TR-FE.
2. Bagaimana melakukan *service* sistem pendingin pada mesin Toyota Kijang Innova 1TR-FE.
3. Bagaimana konstruksi dan cara kerja sistem pendinginan pada mesin Toyota Kijang Innova 1TR-FE.

B. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai penulis dalam penyusunan laporan tugas akhir ini antara lain :

1. Untuk mengetahui dan memahami cara mengidentifikasi sistem pendingin Toyota Kijang Innova 1TR-FE.
2. Untuk mengetahui langkah *service* sistem pendingin Toyota Kijang Innova 1TR-FE.
3. Untuk mengetahui konstruksi dan cara kerja sistem pendinginan pada mesin Toyota Kijang Innova 1TR-FE.

C. Manfaat

Manfaat yang di peroleh dari penyusunan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat memperbaiki komponen yang rusak pada sistem pendingin Toyota Kijang Innova 1TR-FE.
2. Dapat melakukan *service* sistem kerja pendingin pada Toyota Kijang Innova 1TR-FE.
3. Dapat menjelaskan nama komponen, konstruksi, dan cara kerja dari sistem pendinginan pada mesin Toyota Kijang Innova 1TR-FE.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Pengertian Sistem Pendingin

Sistem pendinginan adalah suatu rangkaian untuk mengatasi terjadinya *over heating* (panas yang berlebihan) pada mesin agar mesin bisa bekerja secara stabil. Mesin pembakaran dalam (maupun luar) melakukan proses pembakaran untuk menghasilkan energi dan dengan mekanisme mesin diubah menjadi tenaga gerak. Bila mesin tidak didinginkan akan terjadi pemanasan yang lebih (*overheating*) dan akan mengakibatkan kerusakan pada komponen sistem pendingin. Sehingga perawatan yang tepat dari sistem pendingin sangat penting untuk kehidupan mesin dan operasi bebas masalah dari sistem pendingin pada umumnya. Agar mesin tetap dalam kondisi optimal perawatan secara rutin sangatlah dibutuhkan. Untuk mengetahui bagian yang mengalami kerusakan maka perlu dilakukan identifikasi terlebih dahulu sebelum melakukan perbaikan. Bagian-bagian sistem pendingin yang perlu diidentifikasi adalah radiator, tutup radiator, selang-selang radiator, *thermostat*, pompa air, dan *water jacket*. Setelah diidentifikasi pada komponen-komponennya sistem pendingin perlu dilakukan *service* atau penyetelan agar kondisi mesin tetap prima dan nyaman jika dikendarai.

Service secara umum adalah sebagai berikut :

- a.** Penggantian cairan pendingin.
- b.** Membersihkan radiator.
- c.** Memeriksa kondisi komponen-komponennya.

d. Memeriksa kebocoran sistem pendingin.

Fungsi dari sistem pendinginan pada kendaraan dapat dibagi menjadi empat yaitu :

1. Mencegah Terjadinya *Over Heating*.

Panas yang dihasilkan oleh pembakaran campuran bahan bakar dengan udara dapat mencapai temperatur sekitar 2500 °C pada ruang bakar. Panas yang cukup tinggi ini dapat merusak logam atau bagian lain yang digunakan pada motor, hal ini disebabkan karena logam dan minyak pelumas pada suhu yang tinggi akan merusak komponen-komponen pada mesin dan apabila motor tidak dilengkapi dengan sistem pendinginan dapat merusak bagian-bagian dari motor tersebut.

2. Mempertahankan Temperatur Motor.

Temperatur motor harus dipertahankan, agar selalu pada temperatur kerja yang efisien. Hal ini dapat dilakukan dengan menyerap panas yang dihasilkan oleh proses pembakaran yang berlebihan, berputarnya kipas pendingin ketika mesin dalam kondisi panas, dan katup *thermostat* yang membuka dalam kondisi mesin pada suhu kerja.

3. Mempercepat Motor Mencapai Temperatur Kerja

Mempermudah pencapaian suhu kerja pada awal pengoperasian mesin.

4. Memanaskan Ruangan didalam Ruang Penumpang.

Pemanaskan ruangan di dalam ruang penumpang berlaku pada negara-negara yang mengalami musim dingin.

B. Jenis Sistem Pendingin

Ada dua jenis sistem pendingin yang sering digunakan yaitu pendinginan udara (pendingin langsung) dan pendinginan air (pendinginan tidak langsung):

1. Pendingin Udara (Pendingin Langsung)

Dalam sistem ini, panas mesin langsung dilepaskan ke udara. Mesin dengan sistem pendinginan udara mempunyai desain pada silinder mesin terdapat sirip pendingin. Sirip pendingin ini untuk memperluas bidang singgung antara mesin dengan udara sehingga pelepasan panas bisa berlangsung lebih cepat.

Dasar penggunaan pada sistem pendinginan udara ini tergantung pada hal sebagai berikut :

- a. Perbedaan temperatur antara panas mesin dengan udara luar/sekitar.
- b. Luas permukaan dimana panas dikeluarkan atau disemburkan.
- c. Tingkat aliran udara pada permukaan yang dikenai.

Penggunaan sistem pendinginan udara mempunyai keuntungan seperti bahan bakar hemat dan keausan silinder berkurang. Sistem pendinginan udara memiliki kekurangan seperti suara mesin menjadi keras karena tidak menggunakan peredam suara dan pengontrolan suhu lebih sulit dibandingkan dengan sistem pendinginan air.

2. Pendinginan Air (Pendinginan Tidak Langsung)

Dalam sistem pendingin mesin dengan air, panas dilewatkan atau ditransfer ke air sekitar ruang bakar dan silinder. Air yang panas kemudian beredar menuju radiator. Air diteruskan melalui pipa radiator, panasnya ditransfer ke sirip radiator dimana panas tersebut dilepaskan ke udara. Air kemudian kembali ke mesin.

Sistem pendinginan air mempunyai keuntungan antara lain lebih aman, karena ruang bakar dikelilingi oleh pendingin (terutama air dengan *adiktive* dan anti beku). Sistem pendinginan air disamping lebih aman juga mempunyai keuntungan lain seperti sebagai peredam bunyi, air dingin yang panas dapat digunakan sebagai sumber panas untuk pemanas udara di dalam kendaraan. Pengontrolan suhu pendinginan dalam sistem ini lebih mudah dibandingkan dengan sistem pendinginan udara karena pada sistem pendinginan terdapat *thermostat*, pendinginan lebih merata, suhu kerja lebih cepat tercapai karena adanya *thermostat* yang akan bekerja pada waktu suhu mesin rendah.

Sistem pendinginan air juga mempunyai kerugian antara lain konstruksinya lebih rumit dibandingkan sistem pendingin udara dan biaya pembuatannya lebih mahal dibandingkan dengan sistem pendingin udara.

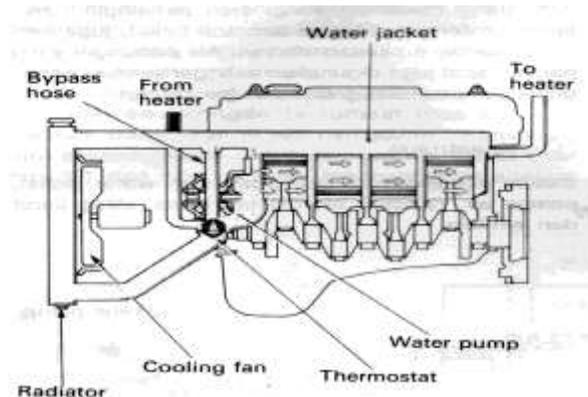
Cara kerja dari sistem pendinginan air adalah sebagai berikut :

- a.** Cairan pendingin dalam mantel pendingin yang menyelubungi silinder-silinder dalam blok silinder dan kepala silinder akan menyerap panas yang dihasilkan.
- b.** Mantel pendingin silinder berhubungan dengan tangki radiator bagian atas dan mantel pendingin blok silinder berhubungan dengan tangki radiator bagian bawah.
- c.** air yang telah panas didalam mantel dialirkan ke radiator untuk didinginkan.
- d.** Pendinginan dilakukan oleh udara yang mengalir melalui kisi-kisi radiator. Aliran udara diperoleh dengan bantuan kipas yang digerakkan oleh motor listrik atau dengan memanfaatkan putaran mesin melalui *pulley* dan *belt*.

C. Cara Kerja Sistem Pendingin

1. Bila Mesin masih dalam Keadaan Dingin

Saat mesin masih dingin sirkulasi cairan pendingin hanya terjadi didalam mesin saja, tanpa melalui radiator (seperti yang ditunjukkan arah panah pada gambar). Ketika mesin masih dalam keadaan dingin, cairan pendingin masih dalam keadaan dingin dan *thermostat* masih tertutup, sehingga cairan pendingin yang bersirkulasi ke radiator tertutup oleh *thermostat* dan akan melewati saluran bypass untuk kembali bersirkulasi kedalam mesin, proses ini juga bertujuan untuk mempercepat mesin mencapai suhu kerja normal yaitu sekitar 80-90 °C.

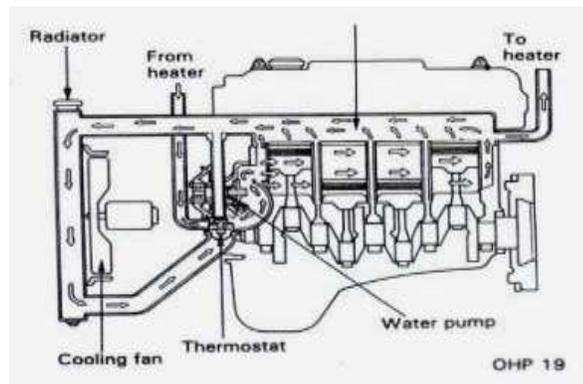


Gambar 2.1. Kerja Sistem Pendingin Keadaan Mesin Dingin
(STEP 1 *Training Manual Toyota*)

2. Bila Mesin dalam Keadaan Panas

Setelah mesin menjadi panas dan melebihi temperatur kerja mesin, maka *thermostat* akan terbuka dan katup *bypass* akan tertutup dalam *bypass* sirkuit. Sehingga cairan pendingin yang menjadi panas didalam *water jacket* (yang menyerap panas dari mesin) kemudian disalurkan ke radiator untuk didinginkan dengan kipas

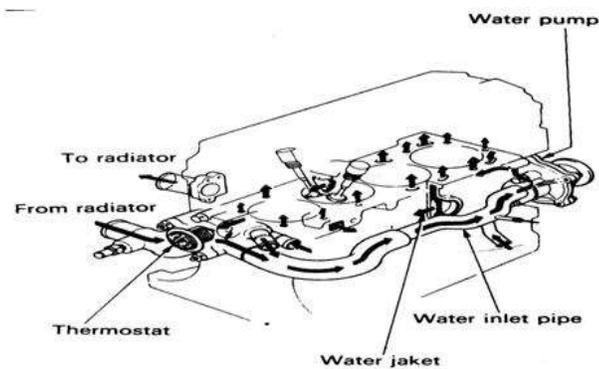
dan putaran udara dengan adanya gerakan maju kendaraan itu sendiri. Selanjutnya cairan pendingin yang sudah didinginkan didalam radiator ditekan kembali oleh pompa air menuju ke *water jacket* untuk mendinginkan mesin, begitu seterusnya sampai temperatur kembali turun hingga *thermostat* kembali menutup.



Gambar 2.2. Kerja Sistem Pendingin Keadaan Mesin Panas
(STEP 1 *Training Manual Toyota*)

D. Konstruksi Sistem Pendingin Air Toyota Kijang innova 1TR-FE

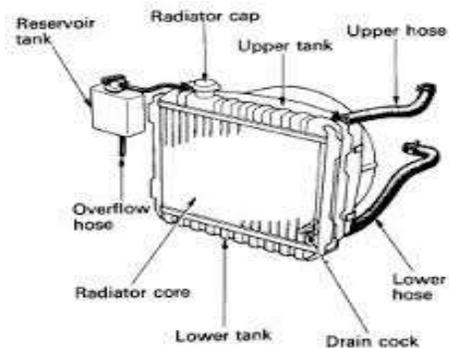
Sistem pendingin air dilengkapi oleh *water jacket*, pompa air, radiator, *termostat*, kipas, slang karet, dan lain-lain.



Gambar 2.3. Konstruksi Sistem Pendingin
(STEP 1 *Training Manual Toyota*)

1. Radiator

Radiator berfungsi sebagai alat untuk mendinginkan cairan pendingin yang menyerap panas melalui saluran *water jacket* dari mesin dengan cara membuang panas tersebut melalui sirip-sirip radiator. Cairan pendingin dari radiator tersebut dikirim ke bagian yang didinginkan melalui selang radiator, baik dari radiator ke blok silinder ataupun dari blok silinder ke radiator.



Gambar 2.4. Komponen Radiator
(STEP 1 *Training Manual Toyota*)

Konstruksi radiator terdiri dari :

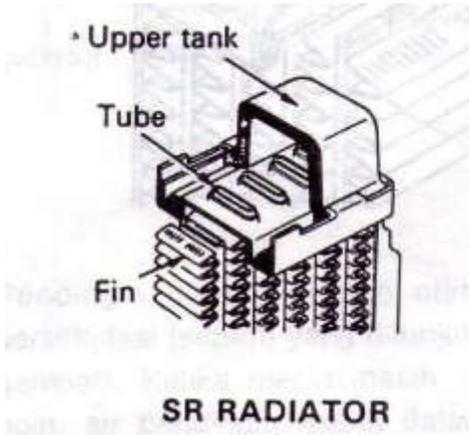
a. Tangki Atas

Tangki atas (*upper tank*) berfungsi untuk menampung air panas dari mesin. Tangki ini juga dilengkapi dengan lubang pengisian, pipa pembuangan dan saluran masuk air dari mesin. Pipa pembuangan berhubungan dengan tangki *reservoir* untuk membuang kelebihan air sehingga tidak terdapat gelembung air dalam sistem.

b. Inti Radiator

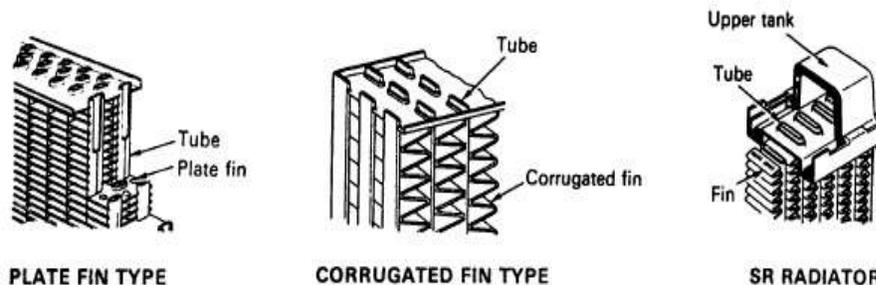
Inti radiator berfungsi untuk membuang panas dari air ke udara agar temperatur menjadi lebih rendah dari sebelumnya. Inti radiator terdiri dari pipa-pipa

air untuk mengalirkan air dari tangki atas ke tangki bawah dan sirip-sirip pendingin untuk membuang panas air yang ada pada pipa.



Gambar 2.5. Inti Radiator
(STEP 1 Training Manual Toyota)

Ada 2 tipe inti radiator (*radiator core*), yang perbedaannya tergantung model pada sirip-sirip pendinginnya. Tipe plate (*flat fin type*) dan tipe lekukan (*currogated fin type*) seperti terlihat pada gambar. Beberapa kendaraan modern menggunakan versi terbaru. Yaitu tipe lekukan, dari radiator tipe SR. Inti radiator tipe radiator SR ini hanya mempunyai susunan pipa tunggal (*single row*) sehingga bentuk keseluruhannya menjadi tipis dan ringan dibandingkan dengan radiator biasa.



Gambar 2.6. Tipe Inti Radiator
(STEP 1 Training Manual Toyota)

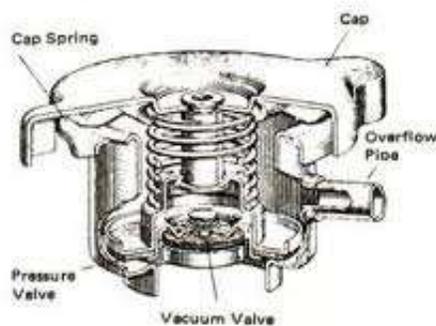
c. Tangki Bawah

Tangki bawah berfungsi untuk menampung air yang telah didinginkan oleh inti radiator dan selanjutnya disalurkan ke mesin melalui kerja pompa. Selain itu tangki bawah juga berhubungan dengan saluran pembuangan air pada saat dilakukan pengurasan air radiator.

2. Tutup Radiator

Fungsi tutup radiator antara lain :

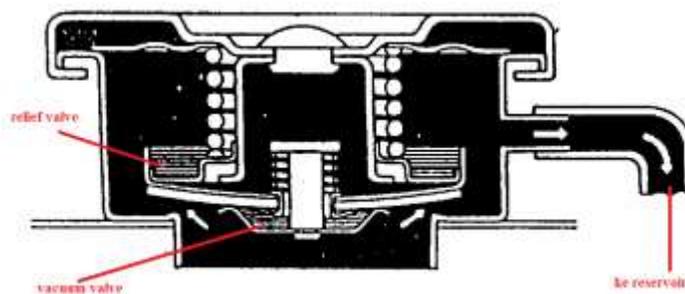
- a. Penutup radiator agar tidak terjadi kebocoran.
- b. Membuat sistem menjadi bertekanan sehingga dapat mencegah terjadinya penguapan air dalam sistem (fungsi *relief valve*) dan mempercepat pencapaian suhu kerja mesin.
- c. Untuk mengurangi tekanan apabila tekanan di dalam sistem berlebihan sehingga dapat mencegah kerusakan dari bagian sistem.
- d. Mengalirkan air dari radiator ke penampung atau *reservoir* dan memasukkan kembali pada saat tekanan dalam radiator turun (fungsi katub *vacum*).



Gambar 2.7. Tutup Radiator
(STEP 1 *Training Manual Toyota*)

Pada umumnya radiator dilengkapi dengan tutup radiator (*radiator cap*) yang bertekanan dan menutup rapat pada radiator. Ini memungkinkan terjadinya kenaikan temperatur pendingin mencapai 100 °C tanpa terjadi mendidih. Penggunaan tutup radiator yang bertekanan (*pressure cap*) diutamakan karena efek pendinginan radiator bertambah dan membuat perbedaan suhu antara udara luar dan cairan pendingin. Ini berarti ukuran radiator dapat berkurang (menjadi tipis) tanpa mengurangi pendingin yang diperlukan.

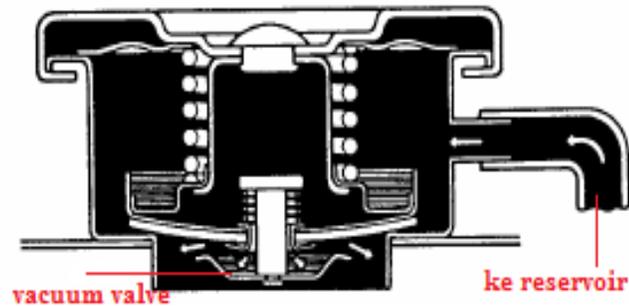
Pada tutup radiator dilengkapi dengan *relief valve* dan *vacuum valve* seperti pada gambar. Bila volume pendingin bertambah saat temperatur mulai naik. Maka tekanan juga akan bertambah. Bila tekanan naik hingga mencapai 0,3-1,0 kg/cm pada 110-120, maka *relief valve* akan membuka dan membebaskan kelebihan tekanan melalui *overflow pipe*.



Gambar 2.8. Cara Kerja Relief Valve
(STEP 1 *Training Manual Toyota*)

Setelah mesin berhenti temperatur cairan pendingin berkurang dan membentuk ruangan vakum di dalam radiator. *Vacuum valve* akan membuka secara otomatis untuk menghisap udara segar mengganti kevakuman dalam radiator.

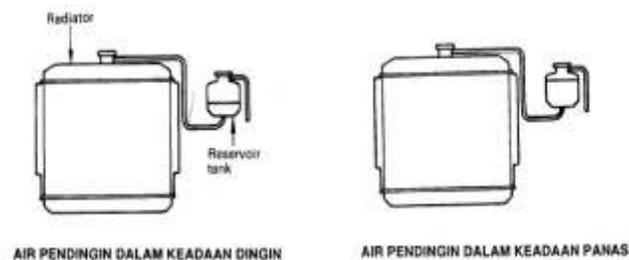
Kemudian cairan pendingin dalam radiator pada tekanan atmosfer bila mesin sudah benar-benar menjadi dingin.



Gambar 2.9. Cara Kerja Vacuum Valve
(STEP 1 *Training Manual Toyota*)

3. Tangki Cadangan (*Reservoir Tank*)

Tangki cadangan (*reservoir tank*) dihubungkan ke radiator dengan selang *overflow*. Apabila temperatur dan tekanan air pendingin naik menyebabkan cairan pendingin berekspansi. Saat tekanan dan volume melebihi kemampuan kerja tutup radiator maka cairan pendingin yang berlebihan akan dikirim ke *reservoir*. Apabila temperatur turun, maka cairan pendingin yang ada di dalam tangki cadangan akan kembali ke radiator. Hal ini untuk mencegah terbuangnya cairan pendingin saat diperlukan agar jumlahnya tetap.

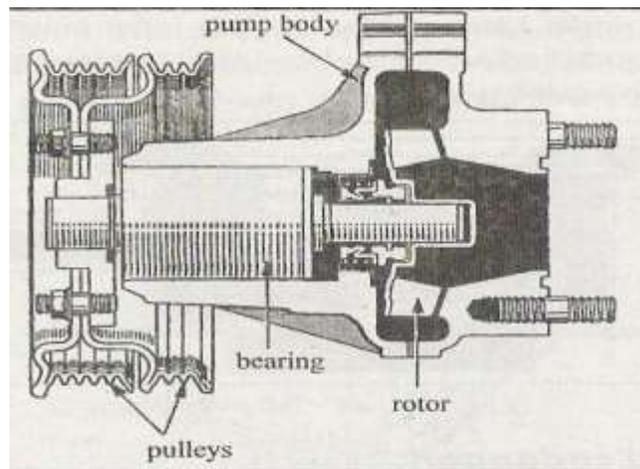


Gambar 2.10. Tangki Cadangan
(STEP 1 *Training Manual Toyota*)

4. Pompa Air

Pompa air berfungsi untuk mensirkulasikan air pendingin dari radiator ke silinder mesin. Pompa air yang digunakan dalam sistem pendingin Toyota Kijang Innova 1 TR-FE adalah pompa tipe sentrifugal yang akan dipasangkan pada bagian depan blok silinder. Gerak putar pompa diperoleh dari putaran poros engkol melalui *pully* yang dihubungkan dengan *belt*.

Kelebihan dari pompa air mesin Toyota Kijang Innova 1 TR-FE adalah mempunyai tekanan yang tinggi. Kerugiannya apabila terjadi kerusakan maka harus dilakukan penggantian satu unit pompa, sehingga jenis pompa ini tidak boleh dilakukan pembongkaran. Dalam pemasangannya pada kepala silinder, pompa ini dilengkapi dengan gasket yang berguna untuk mencegah terjadinya kebocoran air pendingin.



Gambar 2.11. Komponen *Water Pump*
(STEP 1 *Training Manual Toyota*)

Bagian-bagian pompa dari air :

a. Poros (shaft)

Merupakan komponen utama pada pompa dimana bagian depannya dihubungkan dengan puli untuk mendapatkan tenaga dari putaran poros engkol sedangkan bagian belakang dihubungkan dengan impeler pompa.

b. Impeler

Impeler berfungsi untuk membuat perbedaan tekanan pada saat pompa bekerja.

c. Water Pump seal

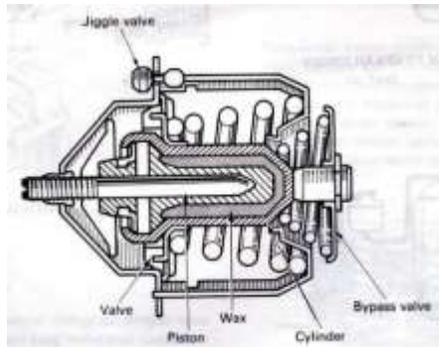
Water pump seal berfungsi untuk mencegah kebocoran air dari sistem pendingin pada poros pompa.

5. Thermostat

Fungsi *Thermostat* yaitu untuk mengendalikan suhu mesin hingga mencapai suhu kerja. Temperatur cairan pendingin tergantung dengan mesin. Pada umumnya efisiensi operasi mesin yang tertinggi, adalah bila temperaturnya kira-kira pada 80 °C - 90 °C (176 – 194 °F).

Sangat penting sekali bahwa temperatur yang cepat mencapai batas optimal (yang paling baik) secepat mungkin setelah mesin hidup. Panasnya (suhunya) tidak boleh menurun, terutama dalam mesin dingin. Thermostat dirancang, untuk mempertahankan temperatur cairan pendingin dalam batas yang diizinkan. Thermostat adalah semacam katup yang membuka dan menutup secara otomatis sesuai temperatur cairan pendingin. Thermostat dipasang antara radiator dan sirkuit

pendingin mesin. Bila temperatur pendingin rendah., katup menutup untuk mencegah agar air tidak masuk ke radiator. Bila temperatur meningkat katup akan membuka dan dengan demikian cairan pendingin akan mengalir ke radiator.



Gambar 2.12. *Thermostat*
(STEP 1 *Training Manual Toyota*)

Thermostat dioperasikan oleh *wax sealed* yang ada didalam silinder, *volume wax* ini berubah disebabkan oleh temperatur. Perubahan volume dalam *wax* menyebabkan silinder bergerak turun atau naik. Mengakibatkan katup membuka atau menutup. Thermostat dilengkapi dengan *jiggle valve* yang digunakan untuk mengalirkan air dari sistem pendingin saat menambahkan cairan pendingin ke dalam sistem.

6. Kipas Pendingin

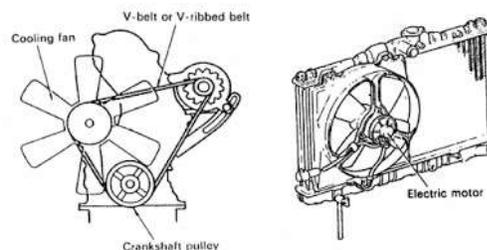
Radiator didinginkan oleh udara luar. Tetapi pendinginnya belumlah cukup bila kendaraan tidak bergerak. Kipas pendingin (*cooling fan*) bertujuan untuk menambah pendinginan. Kipas pendingin ditempatkan di belakang radiator. Kipas pendingin digerakkan oleh poros engkol melalui tali kipas (*belt*) atau dengan motor listrik.

a. Sistem Kipas Pendingin yang digerakkan oleh *Belt*

Kipas pendingin jenis ini digerakkan terus-menerus oleh poros engkol melalui tali kipas. Kecepatan kipas berubah sesuai dengan kecepatan mesin dan hal tersebut belum cukup besar, ketika mesin berputar lambat. Bila mesin berputar pada kecepatan tinggi, kipas juga berputar dengan cepat dan putaran ini menambah tahanan pada saat yang sama. Ini menyebabkan kehilangan tenaga dan menimbulkan bunyi pada kipas. Kopleng fluida (*sealed silicone oil*) biasanya dipasangkan antara pompa air dan kipas pendingin untuk mengatasi problem seperti tersebut di atas. Tali kipas penggerak kipas pendingin digerakkan oleh *V-belt* atau tali kipas yang bergigi.

b. Sistem Kipas Pendingin yang digerakkan oleh Motor Listrik

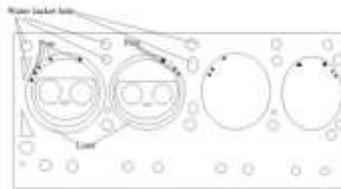
Kipas pendingin (*cooling fan*) digerakkan oleh motor listrik. Motor listrik ini menerima sinyal dan sensor temperatur pendingin yang dikirimkan dari kepala silinder. Ketika temperatur meningkat pada suatu tingkat yang ditetapkan, sinyal ini merangsang motor relay menggerakkan motor, dan kemudian menggerakkan kipas pendingin. Kipas pendingin hanya bekerja bila dibutuhkan. Ini berarti bahwa mesin dapat mencapai temperatur operasi yang optimal dengan lebih cepat. Selain itu juga membantu mengurangi penggunaan bensin, dan bunyi kipas.



Gambar 2.13. Kipas Pendingin yang digerakkan *Belt* dan Motor Listrik
(STEP 1 *Training Manual Toyota*)

7. Mantel Pendingin (*Water Jacket*)

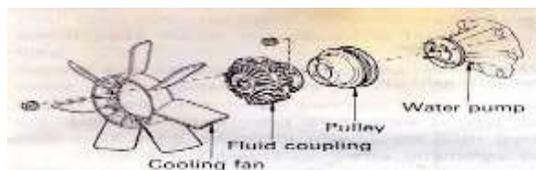
Mantel pendingin pada mesin Toyota kijang Innova 1 TR-FE mengelilingi silinder-silinder dan kepala silinder, yang berfungsi untuk mendinginkan bagian-bagian pendingin silinder dan ruang bakar secara efektif. Mantel pendingin pada kepala silinder dan blok silinder berhubungan langsung dengan tangki radiator bagian atas.



Gambar 2.14. *Water Jacket*
(STEP 1 *Training Manual Toyota*)

8. Kopling Fluida yang Dikontrol Temperatur

Kopling fluida yang dikontrol temperatur (*temperatur-controlled coupling*) adalah sebuah alat yang mengatur kecepatan kipas pendingin dalam 2 tahap sesuai dengan temperatur udara luar yang melalui radiator. Saat temperatur udara rendah, dapat menurunkan kecepatan kipas sehingga mesin cepat menjadi panas dan dapat mengurangi bunyi putaran kipas. Bila temperatur tinggi, akan menambah kecepatan kipas untuk mendinginkan radiator dengan lebih *efisien*.



Gambar 2.15. *Kopling Assy*
(STEP 1 *Training Manual Toyota*)

9. Pipa-pipa Saluran (Selang)

Pemasangan saluran pendingin memerlukan pipa saluran yang fleksibel, seperti saluran utama bagian atas dan bagian bawah radiator serta saluran *bypass* dan saluran lainnya bisa digunakan untuk memindahkan zat pendingin menuju atau keluar dari mesin.

Saluran radiator membentuk suatu hubungan fleksibel dengan mesin dan radiator, sehingga memungkinkan untuk disirkulasikan dan meredam dari getaran mesin yang bergerak. Pipa atau selang terbuat dari karet, agar dapat menjaga kestabilan temperatur, dan tekanan dalam sistem.

Bagian luar selang dibalut dengan selang penjepit yang berfungsi: membalut permukaan, menjaga tekanan dalam sistem dengan menahan kelenturannya dan menjadi peredam suhu dalam sistem pendinginan.

Macam-macam selang dalam sistem pendingin antara lain :

a. Selang Radiator Atas

Selang radiator atas(*upper hose*) berfungsi mengalirkan air panas dari mesin ke radiator.

b. Selang Radiator Bawah

Selang radiator bawah(*lower hose*) berfungsi untuk menyalurkan air yang sudah didinginkan kembali ke mesin.

c. Selang Penjepit

Selang penjepit digunakan untuk melindungi kerapatan selang untuk macam-

macam hubungan (pada ujung selang). Beberapa jenis dari selang penjepit pada kendaraan antara lain *jubilee*, tipe skrup, dan tipe kancing atau *spring*.d

d. Selang By pass (Ketika dipasang)

Selang *bypass* (ketika dipasang) berfungsi menghubungkan bagian lebih rendah pada ruang *thermostat* ke sisi jalan masuk pompa air dan mensirkulasikan *engine* dan kepala silinder, ketika *thermostat* tertutup untuk mencegah penguapan air di sekitar ruang bakar yang dapat mengakibatkan keretakan *engine*.

10. Water Temperature Switch

Water Temperature Switch terpasang pada saluran *inlet* sebelum *thermostat*. Fungsi dari komponen ini yaitu mengukur suhu temperatur mesin.

Cara kerjanya yaitu apabila kunci kontak ON mesin bekerja namun temperatur air masih dibawah 92 °C, *Water Temperature Swicth* pada jarumnya masih dibawah karena mesin masih dalam suhu kerja mesin. Ketika suhu kerja mesin mencapai 92 °C keatas, dalam keadaan ini tahanan pada *water Temperature Swicth* akan tinggi sehingga jarum pada *thermometer* pada *dash bord* bergerak ke atas.

BAB III

IDENTIFIKASI DAN *SERVICE* SISTEM PENDINGIN

A. Alat dan Bahan

Identifikasi sistem pendingin adalah suatu proses pemeriksaan pada setiap komponen sistem pendingin untuk mengetahui kerusakan yang terjadi pada mesin dan untuk mengetahui penyebab dari kerusakan mesin tersebut. Dan *service* sistem pendingin adalah perawatan secara berkala atau rutin untuk menjaga kondisi mesin agar tetap prima. Adapun alat dan bahan yang diperlukan sebelum melakukan identifikasi dan *service* sistem pendingin Toyota Kijang Innova 1TR-FE adalah:

1. Alat :

- a. *Toolbox* 1 set.
- b. 1 set kunci shock.
- c. Radiator *pressure tester*
- d. Radiator *cap tester*
- e. *Thermometer*.
- f. Pemanas (*heater*).

2. Bahan :

- a. *Coolant*.
- b. Kain majun.
- c. *Packing*.
- d. *Siller*.
- e. 1 unit Toyota Kijang Innova 1TR-FE.

B. Pemeriksaan Sistem Pendingin

Pada sistem pendingin mesin Toyota Kijang Innova 1TR-FE pemeriksaan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pemeriksaan Radiator

Pemeriksaan keadaan radiator secara visual, dengan melihat kondisi sirip-sirip pada radiator dari kemungkinan karat, kotor, atau terdapat kerusakan pada sirip-sirip.



Gambar 3.1. Pemeriksaan Radiator

Hasil pemeriksaan : terdapat beberapa sedikit sirip yang lecet, dan debu yang dapat dibersihkan dengan pemberian angin bertekanan.

Kesimpulan : masih layak digunakan.

2. Pemeriksaan Selang-Selang dan Persambungannya

Pemeriksaan secara visual kondisi selang-selang sistem pendingin dan persambungannya. Memeriksa dari kerusakan, sobekan atau keretakan dan kebocoran pada selang maupun klem pada sistem pendingin.



Gambar 3.2. Pemeriksaan Selang Radiator

Hasil pemeriksaan : hanya ada sedikit sobekan pada ujung selang. Jadi tidak menimbulkan kebocoran.

Kesimpulan : selang-selang dan persambungan masih layak digunakan dan tidak mengalami kerusakan sama sekali.

3. Pemeriksaan Permukaan Cairan Pendingin Mesin Cadangan

Pemeriksaan cairan pendingin mesin cadangan dilakukan secara *visual* dengan melihat ketinggian air pendingin. Cairan pendingin mesin harus berada diantara garis L dan F saat mesin dingin. Apabila ketinggian berada dibawah garis L, maka tambahkan air pendingin TOYOTA *Super Long Life Coolant* (SLLC) sampai mencapai garis tersebut dan memeriksa kemungkinan terjadinya kebocoran pada tangki cadangan (*reservoir tank*).

Hasil pemeriksaan : kondisi air pendingin baik dan ketinggian pada reservoir berada pada tanda maximum (F).

Kesimpulan : reservoir masih dalam keadaan baik.

4. Pemeriksaan Kualitas Cairan Pendingin Mesin

Pemeriksaan kualitas cairan pendingin dilakukan secara visual dengan membuka tutup radiator dan memeriksa apakah ada endapan karat yang berlebihan atau kerak disekitar tutup radiator dan lubang pengisi radiator. Juga, cairan pendingin mesin harus bebas dari oli.



Gambar 3.3. Pemeriksaan Kualitas Cairan Pendingin

Hasil pemeriksaan : kondisi tutup radiator dan kualitas cairan pendingin masih bagus dan cairan pendingin tidak bercampur dengan oli.

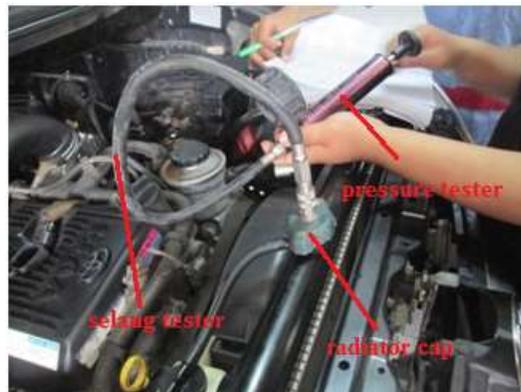
Kesimpulan : cairan pendingin masih bagus tidak perlu diganti, hanya perlu ditambahkan jika masih kurang.

5. Pemeriksaan Sistem Pendingin Terhadap Kebocoran

Penyebab terjadinya sistem pendingin bocor bisa karena pemakaian yang lama dan perawatan sistem pendingin yang kurang teratur dapat menyebabkan kebocoran yang mengganggu sirkulasi air pendingin. Untuk mengetahui bocor atau tidaknya sistem pendingin yaitu menggunakan tes tekanan sistem pendingin.

Cara mengatasinya dengan tes tekanan sistem pendingin untuk menemukan tempat yang mengalami kebocoran, dengan memompakan udara pada sistem pendingin melalui radiator akan menyebabkan air menetes pada bagian-bagian yang bocor. Alat yang digunakan adalah *radiator pressure tester*. Bagian-bagian yang rawan bocor adalah pada sambungan pipa air dan bak penampung.

Pemompaan ke dalam radiator tidak boleh melebihi tekanan kerja 118 k.Pa (1,2 kgf/cm² atau 17,1 psi) dari sistem pendingin karena dapat merusakkan bagian-bagian sistem pendingin lainnya. Setelah sistem diberi tekanan 118 k.Pa (1,2 kgf/cm² atau 17,1 psi), bila tekanan jatuh, maka sistem mengalami kebocoran. Dengan *radiator pressure tester* maka dapat diketahui tempat kebocoran yang akan diperbaiki. Bila tidak ada kebocoran luar, mungkin kebocoran terjadi pada blok silinder dan kepala silinder (*head silinder*).



Gambar 3.4. Pemeriksaan Kebocoran Sistem Pendingin

Hasil pemeriksaan : 17,1 psi

Spesifikasi : 118 kPa (1,2 kgf/cm² atau 17,1 psi)

Kesimpulan : radiator masih dalam keadaan bagus karena tidak ada kebocoran.

6. Pemeriksaan Kebocoran Tutup Radiator

Air pendingin yang bocor melalui tutup radiator dapat diakibatkan oleh perkaitan antara radiator dan tutupnya tidak rapat, sehingga *seal* yang ada pada tutup radiator tidak mampu mencegah kebocoran air pendingin terutama apabila air pendingin telah mencapai temperatur tertentu sehingga tekanan di dalam radiator juga akan mengalami kenaikan. Akibatnya tekanan yang berupa uap air akan keluar melalui *seal*. Kebocoran ini akan menyebabkan air pendingin pada radiator menjadi berkurang. Kebocoran akan lebih jelas lagi apabila ada guncangan pada radiator. Kebocoran pada tutup radiator dapat diketahui dengan menggunakan *radiator pressure* dengan tekanan pembukaan standar 74 – 103 k.Pa (0.75 – 1.05 kgf/cm², 10.7 – 14.9 psi) dan tekanan pembukaan minimum 59 k.Pa (0.6 kgf/cm², 8.6 psi). bila pembacaan maksimum kurang daripada tekanan pembukaan minimum, ganti tutup radiator.



Gambar 3.5. Pemeriksaan Tutup Radiator

Cara mengatasinya:

Pemeriksaan tutup radiator untuk mengetahui keadaan katup tekan dan katup hisapnya dengan pompa seperti terlihat pada Gambar 3.5. Dengan alat tersebut dapat

diketahui apakah ada kebocoran pada tutup radiator atau tidak. Apabila tutup radiator rusak maka harus diganti.

Hasil pemeriksaan : tekanan tutup 13 psi.

Spesifikasi : 10.7 – 14.9 psi.

Kesimpulan : tutup radiator masih baik.

7. Pemeriksaan *Thermostat*

Thermostat berfungsi mengatur sirkulasi air agar kerja mesin maksimal pada temperatur yang sesuai. *Thermostat* yang macet pada saat tertutup dapat menyebabkan mesin menjadi *overheating* dan *thermostat* yang macet pada saat terbuka dapat menyebabkan *overcooling*. Penyebabnya *thermostat* sudah lama di pakai dan tidak mampu bekerja dengan baik karena pegas-pegasnya sudah tidak mampu membuka katub *thermostat*.

Cara mengatasinya:

Kedua gejala tersebut dapat merusakkan bagian dari mesin dan tenaga yang dihasilkan menjadi turun. Bila pada saat suhu mesin dingin sudah ada sirkulasi air, maka kemungkinan *thermostat* macet dalam keadaan terbuka. Tetapi bila pada saat temperatur mesin sudah mencapai suhu kerja tetapi tidak ada sirkulasi air, ada kemungkinan *thermostat* macet pada saat tertutup. Saat temperatur air mencapai 80 °C, maka katup *thermostat* akan mulai membuka dan pada 88 °C katup tersebut terbuka penuh dan kemungkinan air pendingin bersirkulasi ke radiator dalam keadaan baik.

Apabila *thermostat* tidak dapat membuka atau tidak dapat bekerja pada waktunya, maka *thermostat* harus diganti. Pengujian *thermostat* perlu dilakukan untuk mengetahui kondisinya, dengan cara:

- a. Merendam *thermostat* ke dalam air dan kemudian memanaskan air.
- b. Memeriksa temperatur bukaan katup *thermostat* (80 - 84 °C) (176 – 183 °F)
- c. Bila temperatur bukaan katup tidak sesuai dengan spesifikasi, ganti *thermostat*.
- d. Periksa valve lift dengan spesifikasi valve lift: 8.5 mm, atau lebih pada 95 °C (203 °F).
- e. Bila valve lift tidak sesuai dengan spesifikasi, ganti *thermostat*.
- f. Periksa bahwa katup tertutup sepenuhnya saat temperatur *thermostat* di bawah 77 °C (171 °F).
- g. Bila tidak tertutup sepenuhnya, ganti *thermostat*.



Gambar 3.6. Pemeriksaan *Thermostat*

Hasil pemeriksaan : 82 °C katup *thermostat* sudah membuka

Spesifikasi : 80 – 84 °C (176 – 183 °F)

Kesimpulan : *thermostat* masih dalam keadaan baik.

8. Pemeriksaan Pompa Air

Pompa air berfungsi mensirkulasikan air ke dalam sistem pendingin. Apabila pompa air macet atau tidak berfungsi, maka sirkulasi air pendingin terganggu, sehingga air mengalir dari radiator ke mesin tidak dapat bersirkulasi. Adanya karat di dalam sistem pendingin dapat merusakkan *seal* pompa yang akhirnya dapat menimbulkan kerusakan pada poros dan bantalan. Pemeriksaan pompa air dapat dilakukan dengan cara memutar kedudukan pully dan mengamati bahwa bearing pompa air tidak kasar atau berisik.

Apabila terjadi kerusakan pada pompa air dalam sistem pendingin mesin maka solusi yang direkomendasikan oleh Toyota Kijang Innova ITR-FE adalah melakukan penggantian satu unit pompa.



Gambar 3.7. Pompa Air

Hasil pemeriksaan : pompa air masih berfungsi dengan baik dan berputar lancar.

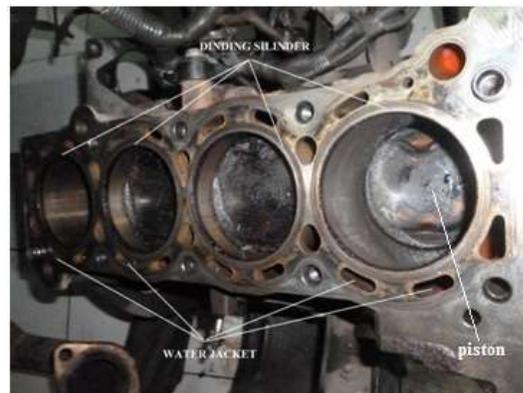
Kesimpulan : pompa air masih layak digunakan.

9. Pemeriksaann *Water Jacket*

Water jacket (mantel pendingin) terdapat disekeliling silinder mesin dan kepala silinder. Fungsi *water jacket* ini adalah untuk mendinginkan bagian-bagian

silinder dan ruang bakar. Mantel pendingin pada kepala silinder berhubungan dengan bak penampung bawah radiator. Aliran air yang melewati mantel pendingin akan meninggalkan kotoran atau karat yang mengendap dan menghambat sirkulasi air pendingin didalam mantel pendingin, jadi akibatnya dari *water Jacket* tersumbat karena adanya kotoran-kotoran di dalam seperti kotoran yang dibawa oleh air atau kotoran akibat terjadinya korosi.

Cara mengatasi endapan kotoran harus dibersihkan dengan cara meniupkan udara yang bertekanan dari kompresor ke lubang-lubang yang tersumbat sehingga kotoran diharapkan keluar dari *water Jacket*.



Gambar 3.8. Pemeriksaan *Water Jacket*

Hasil pemeriksaan : kondisi *water jacket* masih dalam keadaan bagus. Tidak terdapat karat pada sisi-sisinya dan tidak terdapat penyumbatan.

Kesimpulan : *water jacket* masih layak digunakan.

10. Pemeriksaan *Fluid Coupling Assy*

Pemeriksaan bahwa *fluid coupling* tidak mengalami kerusakan adalah dengan cara memutarinya. Apabila putarannya terasa ada yang mengganjal, bunyi berisik, dan

ada kebocoran oli silicon berarti *fluid coupling assy* mengalami kerusakan. Bila perlu, ganti satu unit *fluid coupling assy*.



Gambar 3.9. Pemeriksaan *Fluid Coupling Assy*

Hasil pemeriksaan : *fluid coupling* masih dapat berputar dengan lancar dan tidak terdapat kebocoran oli silicon.

Kesimpulan : *fluid coupling* tidak perlu diganti, masih bisa digunakan.

C. Identifikasi Gangguan Sistem Pendingin

Pada system pendingin Toyota kijang innova 1TR-FE gangguan-gangguan yang sering terjadi yaitu:

1. Terjadi *Over Cooling* (Mesin Dingin)

Terjadi *over cooling* dapat diamati pada temperatur air pendingin yang selalu rendah (jauh di bawah temperatur ideal yaitu 80 °C - 90 °C), sehingga terjadi kenaikan kerugian karena pendinginan (*cooling loss*). Adanya *cooling loss* berarti daya mekanis yang dihasilkan sudah pasti berkurang, tetapi pada mesin tidak terasa, yang lebih terasa adalah kenaikan pemakaian bahan bakar. Jadi *over cooling* tidak

berakibat menurunnya daya mekanis mesin yang dihasilkan melainkan naiknya konsumsi bahan bakar yang diperlukan mesin. gejala atau *troubleshooting* yang biasanya terjadi adalah:

a. Thermostat Rusak.

Karena *thermostat* tidak bisa bekerja dengan baik artinya *thermostat* membuka terus, karena alat tersebut tidak bisa menutup saat mesin dingin, ini berarti *thermostat* rusak dan harus diganti.

b. Udara Luar Terlalu Dingin.

Udara dingin menjadikan mesin itu terlalu dingin, penyebabnya putaran kipas elektrik terlalu tinggi. Cara mengatasinya dengan periksa, perbaiki dan ganti kipas bila diperlukan.

2. Terjadi *Overheating*

Suhu mesin terlalu panas menyebabkan komponen-komponen mesin mengalami pemuaian yang melebihi kemampuannya dan mengakibatkan *over heating*. *Over heating* biasanya disebabkan karena :

a. Kekurangan Cairan Pendingin pada Sistem Pendingin.

Cairan pendingin merupakan media yang digunakan untuk menyerap panas pada mesin, jika jumlah cairan pendingin pada sistem pendingin kurang, maka menyebabkan pendinginan pada mesin tidak optimal. Kekurangan cairan pendingin pada sistem pendingin yang jika diteruskan dapat menyebabkan *over heating*.

b. Tabung-Tabung Radiator Tersumbat atau Terhambat.

Cairan pendingin yang menyerap panas pada mesin sebagian volume yang mampu didinginkan oleh radiator tidak mengalir, karena tabung-tabung pada radiator tersumbat dan menyebabkan mesin menjadi panas.

c. *Thermostat* Motor tidak Membuka Sepenuhnya

Cairan pendingin yang telah panas tidak bisa didinginkan dengan lancar ke radiator, dikarenakan *thermostat* tidak berfungsi secara optimal hal ini yang menyebabkan *over heating* pada mesin.

d. Rotor Pompa Longgar pada Poros

Cairan pendingin yang di pompa air untuk mendinginkan mesin tidak berjalan dengan lancar, hal ini diakibatkan karena hisapan dari pompa tersebut tidak bekerja secara optimal.

e. Akumulasi Lumpur atau Kotoran dalam *Water Jacket* pada Mesin.

Akumulasi lumpur atau kotoran dalam *water jacket* menyebabkan panas yang diserap air kecil, hal ini menyebabkan *over heating* pada mesin.

f. Pengapian Terlalu Maju (*Voor*)

Pengapian yang terlalu maju cepat menyebabkan suhu pada kendaraan terlalu tinggi. Karena pada saat torak ke TMA pada langkah kompresi ledakan sudah terjadi, hal ini menyebabkan panas yang dihasilkan oleh ledakan tersebut ikut terkompresi oleh torak yang berakibat *over heating* pada mesin.

g. Tekanan Gesekan yang Besar dalam *Assembly* Motor

Tekanan gesekan yang besar dalam *assembly* motor disebabkan *clerence* antar komponen terlalu sempit, penggunaan minyak yang terlalu kental, peredaran minyak kurang memadai, karena gesekan pada ruang *intern* bisa menyebabkan mesin menjadi lebih panas.

h. Beban Motor Terlalu Besar

Beban motor yang terlalu besar bisa kerja mesin menjadi panas hal ini disebabkan karena tidak diimbangi dengan pemakaian bahan bakar yang cukup, beban terlalu berat disebabkan tahanan, gesekan dalam unit-unit penyalur tenaga tidak normal, bantalan (*bearing*) roda termakan karat. Macetnya rem sehingga mesin yang seharusnya berjalan dengan lancar menjadi berat karena dibebani oleh kemacetan dari rem tersebut, hal ini akan menyebabkan mesin menjadi panas.

3. Radiator Tersumbat

Kerak di dalam pipa air radiator dapat menyumbat saluran air, sehingga kemampuan membuang panas menjadi turun. Temperatur yang tinggi akan merusak komponen-komponen mesin yang lainnya. Bagian-bagian dari radiator adalah:



Gambar 3.10. Bagian Radiator

a. Mulut Pipa-Pipa Air

Bagian mulut pipa-pipa air sering terjadi adanya kerak-kerak yang menempel pada setiap bagian lubang sehingga air tidak dapat masuk melalui pipa yang tersumbat kotoran tadi. Untuk membersihkan kotoran tersebut pada bagian ujung pipa dapat dibersihkan dengan alat penggores besi atau baja yang dibentuk seperti skrap.

b. Pipa-Pipa Air

Langkah untuk mengatasi gangguan pada pipa-pipa yang tersumbat oleh kotoran air atau kerak-kerak dengan menggunakan alat korok ke dalam pipa-pipa tersebut, sehingga kerak-kerak yang menempel bisa dikeluarkan. Perlu diperhatikan bahwa pipa-pipa tersebut terbuat dari bahan yang mudah rusak, maka di dalam membersihkan perlu hati-hati jangan sampai terjadi kebocoran.

c. Inti Radiator

Bentuk sirip-sirip pada radiator ada dua jenis, yaitu berbentuk plat dan berbentuk zig-zag. Pada Mesin Toyota Kijang Innova menggunakan sirip jenis zig-zag. Untuk membersihkan kotoran pada sirip-sirip radiator ini dengan cara menyemprotkan udara dari kompresor ke dalam sirip sampai kotoran keluar.

d. Bak Air Atas

Bak bagian atas berfungsi sebagai penampung air panas yang masuk dari selang, penampung atas ini dilengkapi dengan tutup radiator. Kotoran yang menempel pada dinding bak penampung atas dapat dihilangkan dengan cara menguras radiator. Mesin dihidupkan, pipa bagian bawah dibuka dan dialirkan dari

tutup radiator. Setelah bersih radiator dipasang kembali, diisi air pendingin dan bila perlu ditambah zat anti karat.

e. Bak Air Bawah

Bak ini berfungsi menampung air yang telah diinginkan oleh sirip sirip yang menyerupai pipa-pipa kecil sebagai alat pendingin. Padahal penampung bawah ini dilengkapi kran pembuangan air dan lubang aliran menuju pompa air. Saluran pipa-pipa kecil pada sistem pendinginan air harus selalu baik dan tidak ada endapan kotoran yang dapat menyebabkan terjadi kerusakan pada bagian lainnya. Pipa-pipa kecil sangat mudah ditempeli kotoran yang makin lama makin tebal sehingga fungsi pendinginannya berkurang.

4. Terdapat Bunyi pada Sistem Pendingin

Penyebab terjadinya bunyi pada sistem pendingin. Gesekan-gesekan dari komponen-komponen sistem pendingin dapat menimbulkan suara. Apabila suara mesin tidak lazim dari biasanya, maka yang harus di periksa sumber bunyi, hal tersebut bisa disebabkan oleh:

- a) Pompa air rusak.
- b) Kipas pendingin.

D. Perawatan Sistem Pendingin Toyota Kijang Innova 1TR-FE

Cara mengatasi gangguan-gangguan pada sistem pendingin Toyota Kijang Innova 1TR-FE dapat dilakukan dengan melakukan perawatan sebagai berikut :

1. Perawatan *Preventif*

Perawatan *preventif* merupakan perawatan sistem pendingin secara ringan dengan biaya karena dapat dilakukan sendiri dan biasanya dilakukan secara berkala. Pada perawatan ini juga bertujuan mencegah atau menanggulangi secara dini sebelum sistem pendingin mengalami kerusakan yang lebih parah yang tentunya membutuhkan biaya perbaikan yang lebih mahal. Kegiatan yang dilakukan pada perawatan *preventif* meliputi:

- a. Pergantian air radiator apabila air tersebut sudah kelihatan keruh.
- b. Membersihkan tutup radiator.
- c. Pemeriksaan kebocoran pada selang-selang radiator.
- d. Membersihkan mantel pendingin agar sirkulasi air pendingin berjalan lancar.

2. Perawatan *Kuratif*

Perawatan *kuratif* merupakan yang dilakukan untuk mengganti komponen sistem pendingin saat terjadi kerusakan. Perawatan ini membutuhkan biaya yang relatif besar dan perawatan ini dilakukan secara tiba-tiba tanpa adanya perencanaan. Kegiatan yang bisa dilakukan pada perawatan ini adalah mengganti komponen yang rusak, meliputi :

- a. penggantian *thermostat*
- b. penggantian pompa air
- c. penggantian *fan* pendingin.

Tabel 1. Identifikasi Gangguan Sistem Pendingin pada Kijang Innova 1TR-FE

GANGGUAN	PENYEBAB	CARA MENGATASI
Mesin terlalu dingin <i>(over cooling)</i>	<i>Thermostat</i> rusak Udara dingin	Periksa katup pada <i>thermostat</i> , jika terdapat kerusakan ganti dengan yang baru Udara dingin dapat diatasi dengan menutup radiator
Mesin terlalu panas <i>(over heating)</i>	Kekurangan air pendingin <i>Belt</i> pompa air kendur atau putus <i>Thermostat</i> putus Pompa air rusak Radiator tersumbat	Menambah air pendingin Stel atau ganti <i>belt</i> Ganti <i>thermostat</i> Cari kerusakan yang terjadi pada pompa, kemudian perbaiki apabila tidak bisa ganti pompa air Bersihkan kotoran-kotoran pada pipa-pipa, air radiator, inti radiator dan kemungkinan sirip-sirip pendingin sudah rusak

Air pendingin cepat habis	<p>Kebocoran pada radiator</p> <p>Selang radiator longgar atau rusak</p> <p>Pompa bocor</p> <p>Gasket kepala silinder bocor</p> <p>Mesin bekerja pada suhu terlalu tinggi</p> <p>Packing pada silinder terbakar</p>	<p>Periksa kebocoran yang terjadi dan perbaiki</p> <p>Mengencangkan selang radiator dan mengganti selang apabila selang sudah rusak</p> <p>Perbaiki pompa air, bila sudah parah ganti pompa air</p> <p>Mengencangkan baut pada kepala silinder atau ganti <i>gasket</i></p> <p>Periksa sebab terjadinya panas yang berlebihan tersebut</p> <p>Ganti <i>gasket</i></p>
Terdapat bunyi pada sistem pendingin	<p>Bantalan pompa rusak</p> <p>Daun kipas ada yang longgar atau bengkok</p>	<p>Ganti bantalan pompa</p> <p>Kencangkan daun kipas, perbaiki daun kipas yang rusak</p>

BAB IV

PENUTUP

A. Kesimpulan

Semua kajian teori, analisis, sistem pendingin pada Toyota Kijang Innova 1TR-FE ini dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Mengidentifikasi sistem pendingin adalah memeriksa seluruh komponen sistem pendingin untuk mengetahui kerusakan yang terjadi pada mesin dan untuk mengetahui penyebab dari kerusakan mesin tersebut.
2. *Service* sistem pendingin yang dilakukan adalah mengganti air radiator, membersihkan tutup radiator, memeriksa kebocoran pada selang-selang radiator, membersihkan mantel pendingin agar sirkulasi air pendingin berjalan lancar, penggantian *thermostat*, penggantian pompa air, penggantian *fan* pendingin.
3. Konstruksi sistem pendingin Toyota kijang innova 1TR-FE terdiri dari radiator, pompa air, kipas pendingin, tutup radiator, tangki *reservoir*, *water temperature switch* dan *thermostat*. Cara kerja sistem pendinginnya menggunakan sistem tekan.

B. Saran

Penulis akan menyampaikan beberapa saran sebagai masukan agar kondisi sistem pendinginan selalu dalam kondisi baik, yaitu :

1. Dalam mengidentifikasi sistem pendingin banyak hal yang perlu diperhatikan agar tidak terjadi kesalahan yang dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen dan alat yang digunakan.
2. Identifikasi harus dilakukan sesuai dengan prosedur yang benar, yaitu meliputi mengenal bentuk kerusakan, mencari sebab kerusakan dan bagaimana mengatasi kerusakan tersebut.
3. Tambahkan zat anti karat untuk mengurangi cepatnya proses korosi. Lakukan perawatan secara teratur baik perawatan preventif maupun perawatan kuratif. Kerusakan pada komponen kendaraan sebaiknya segera diperbaiki dan jangan menunggu kerusakan tersebut bertambah besar.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2004. Pedoman Reparasi Mesin 1TR-FE Kijang Innova. Jakarta: PT.Toyota Astra Motor.

http://1automotif5.blogspot.co.id/2013/02/sistem-pendingin-pada-mobil_27.html

<https://erderere.wordpress.com/2014/06/06/sistem-pendingin-dan-komponen/>

https://id.wikipedia.org/wiki/Sistem_pendinginan

Northop, R.S. 1997. "Servis Auto Mobil". Bandung: Pustaka Setia.

1995. "Toyota New Step 1". Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.

1995. "Toyota New Step 2". Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.

LAMPIRAN 1. Surat Tugas Dosen



**KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Nomor : 141 / IFT - UNNES/2015

Tentang
**PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR SEMESTER GENAP
TAHUN AKADEMIK 2014/2015**

Menimbang : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan Teknik Mesin/Prodi Teknik Mesin DIII Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang membuat Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin/Prodi Teknik Mesin DIII Fakultas Teknik UNNES untuk menjadi pembimbing.

Mengingat :

1. Undang-undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahan Lembaran Negara RI No.4301, penjelasan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78);
2. SK Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Diploma III UNNES;
3. SK Rektor UNNES No. 162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;
4. SK Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor. 362/P/2011, tanggal 24 Oktober 2011 tentang Pemberhentian dan Pengangkatan Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Memperhatikan : Usul Ketua Jurusan Teknik Mesin/Prodi Teknik Mesin DIII Tanggal 25 Maret 2015

MEMUTUSKAN

Menetapkan :
PERTAMA : Menunjuk dan menugaskan kepada

1. Nama	: Drs. Suprpto M.Pd.
NIP	: 195508091982031002
Pangkat/Golongan	: Pembina Tk. I. IV/b
Jabatan Akademik	: Lektor Kepala
Sebagai Pembimbing	

Untuk membimbing mahasiswa penyusun Tugas Akhir :

Nama	: Arizal Rizqi Kurniawan
NIM	: 5211312036
Prodi	: D3 Teknik Mesin
Judul	: Identifikasi dan Service Sistem Pendingin

KEDUA : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

DITETAPKAN DI SEMARANG
DEKAN FAKULTAS TEKNIK : 31 Maret 2015



Drs. H. Muhammad Hartono, M.Pd.
NIP. 1954021511021001

Tembusan :

1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
2. Dosen Pembimbing

LAMPIRAN 2. Foto Praktikum Tugas Akhir

Gambar alat *radiator pressure tester*

Gambar tes kebocoran sistem pendingin



Gambar tes tekanan tutup radiator

Gambar pelepasan baut tutup *thermostat*

Gambar melepas thermostat



Gambar mengetes katup thermostat