

## BAB IV

### PROSES, HASIL, PEMBAHASAN

#### A. Rekondisi Sistem Pendingin

##### 1. Pembongkaran

Semua komponen sistem pendingin dilepas dari mesin dan *stand* meliputi ; radiator, selang-selang radiator, tutup radiator, kipas pendingin, tutup thermostat, thermostat, *water temperature switch*. Kemudian diletakkan dalam satu tempat untuk selanjutnya dilakukan pemeriksaan komponen sistem pendingin secara visual ataupun menggunakan alat ukur.

##### 2. Pemeriksaan

###### a. Radiator

Pemeriksaan kebocoran radiator menggunakan *radiator tester*. Saluran *lower tank* dan *upper tank* disumbat dengan penutup yang sudah dibuat dan selang yang menuju ke *reservoir tank* juga ditutup dan pastikan tertutup rapat. *Radiator tester* dipasangkan pada radiator kemudian pompa dengan tekanan 103 kPa ( $1.05\text{kg/cm}^2$ , 15 psi), dan tunggu beberapa detik jika jarum penunjuk tidak turun maka radiator tidak bocor, jika jarum penunjuk turun maka radiator tersebut terindikasi kebocoran bisa disebabkan pipa-pipa berlubang, atau *seal Ring-O* pada *upper tank* sudah lemah sehingga tidak rapat.



Gambar 1. Pengetesan Kebocoran Radiator

Kemudian membersihkan bagian dalam radiator dari karat dan kotoran yang dapat menyebabkan radiator tersumbat dengan mengalirkan air bersih berulang-ulang lewat saluran *upper tank* sampai air yang keluar *lower tank* sudah bersih, untuk pembersihan dari bagian dalam radiator ini tidak dilakukan dengan cara dibuka bagian dalam radiator (dikorok) karena keterbatasan pengetahuan dan dapat menyebabkan radiator rawan bocor.



Gambar 2. Pembersihan Bagian Dalam Radiator

Setelahnya memperbaiki sirip-sirip radiator yang penyok, rusak, dan menutup dengan menggunakan obeng minus (-) karena sirip-sirip radiator yang penyok akan mengurangi fungsi dari radiator tersebut. Sirip-sirip radiator tidak dapat diperbaiki hingga rapi seperti semula karena tipisnya bahan dari sirip tersebut, sehingga hanya dapat diperbaiki sampai sirip tersebut tidak menutup.



Gambar 3. Perbaikan Sirip-Sirip Radiator

#### **b. Tutup Radiator**

Memeriksa kelenturan karet pada bagian sil karet bagian luar (*Outer Cap Seal*) dan sil karet bagian dalam (*Inner Cap Seal*). Mengecek kedua sil tersebut dari kemungkinan sobek, kemudian tekan kedua sil tersebut menggunakan kuku dan pastikan bahwa karet kembali rata setelah ditekan menggunakan kuku. Jika pada karet terbentuk cekungan maka tutup radiator harus diganti karena tutup radiator sudah tidak mampu menutup sempurna.



Gambar 4. Pemeriksaan *Inner* dan *Outer Cap Seal* dengan Kuku

Memeriksa tutup radiator dengan menggunakan *radiator cap tester*. Memompa dengan tekanan 11-15 psi atau  $0.75-1.05 \text{ kg/cm}^2$  atau dapat dilihat dari tutup radiator tersebut, kemudian lihat pada jarum jika jarum menunjuk sesuai spesifikasi dan jika dipompa lagi melewati spesifikasi jarum akan turun berarti tutup radiator tersebut dalam keadaan baik. Mengganti Tutup Radiator jika tidak mampu bekerja dengan baik, hal ini akan mengakibatkan tekanan didalam sirkulasi sistem pendinginan meningkat dan akan membahayakan sambungan-sambungan saluran air pendingin, perpak kepala silinder, *upper hose*, *lower hose* dan radiator. Bahkan pada beberapa kasus tekanan air yang terlalu tinggi didalam sistem pendinginan mampu memecahkan radiator, *upper hose* dan *lowe hose*.



Gambar 5. Pemeriksaan Tutup Thermostat

Kemudian memeriksa *Vaccum Valve* dengan menarik katup vakum (*Vaccum Valve*) kemudian lepas, memastikan bahwa katup vakum kembali pada posisi semula dengan posisi katup menutup sempurna pada *Inner Cap Seal* (sil karet katup tekan). Jika katup vakum tidak kembali ke posisi semula atau kembali tapi posisinya tidak sempurna maka tutup radiator harus diganti. Katup vakum yang jelek akan membuat air didalam radiator selalu berkurang setelah mesin digunakan. Setiap pagi periksa jumlah air pendingin pada radiator, jika jumlahnya berkurang setelah digunakan padahal dalam tangki cadangan (*reservoir tank*) penuh itu berarti katup vakum tidak bekerja dengan baik atau bahkan macet.



Gambar 6. Pemeriksaan *Vaccum Valve* Tutup Radiator

**c. Selang- Selang Radiator**

Memeriksa secara visual seperti *lower hose*, *upper hose*, *reservoir hose*, tutup thermostat dari keretakan atau kebocoran dan ketebalannya, jika retak atau sampai terlihat benangnya maka perlu dilakukan pergantian. Dan membersihkan bagian dalam selang dari kotoran yang menempel.



Gambar 7. Pembersihan Selang-Selang Radiator

**d. Thermostat**

Memeriksa secara visual kondisi thermostat jika masih baik, maka melakukan pemeriksaan thermostat dengan merebus thermostat



tersebut. Dengan menggunakan *thermometer* untuk memeriksa suhu dari air yang direbus tersebut. Spesifikasi dari thermostat yaitu pada saat mulai membuka 80,5-83,5°C dan membuka penuh pada 95°C. Jika thermostat tidak mulai membuka dan membuka penuh pada suhu tersebut maka thermostat perlu diganti karena dapat menyebabkan mesin *overheat*.



Gambar 8. Pemeriksaan Thermostat secara Visual



Gambar 9. Pemeriksaan Thermostat

Memeriksa gasket pada thermostat, jika sudah retak atau pecah maka perlu diganti agar tidak terjadi kebocoran pada tutup thermostat.



Gambar 10. Gasket TutupThermostat Robek

#### e. Kipas Pendingin

Memeriksa kinerja motor kipas pendingin dengan menggunakan baterai. Sambungkan dengan memakai kabel *jumper* dari + baterai dengan *connector* kipas dan – baterai dengan *connector* kipas lainnya, jika kipas berputar maka kipas dalam keadaan baik.



Gambar 11. Pemeriksaan Langsung Kinerja Kipas Pendingin



Memeriksa arus tegangan pada kipas dengan *Amperemeter*. Spesifikasinya yaitu 8-11 A , Jika arus tegangan tidak sesuai maka periksa motor kipas dengan melakukan pembongkaran.



Gambar 12. Pemeriksaan Arus Kipas Pendingin dengan Amperemeter

Memeriksa jaringan kabel kelistrikan dari kipas pendingin sampai ke baterai dari hubungan pendek ataupun kabel putus.

#### f. *Water Temperature Switch*

Memeriksa *O-Ring Seal* secara visual jika sudah patah atau pipih maka perlu diganti. Memeriksa sensor suhu dengan merebus dengan air didalam panci dan diukur suhu dengan *thermometer*. Memeriksa tahanan *water temperature sensor* dengan menggunakan *multimeter*. Melakukan pemeriksaan tahanan mulai dari suhu ruangan sampai 100°C dengan spesifikasi pada -20°C tahanan  $16,2 \pm 1,6 \text{ k}\Omega$ ; pada 20°C tahanan  $2,45 \pm 0,24 \text{ k}\Omega$ ; pada 80°C tahanan  $1,32 \pm 0,03 \text{ k}\Omega$ . Jika tidak sesuai maka perlu dilakukan penggantian komponen. Memeriksa jaringan kabel kelistrikan dari *water temperature sensor* sampai ke baterai dari hubungan pendek ataupun kabel putus.

### 3. Pemasangan Setelah Pemeriksaan

Setelah melakukan pemeriksaan pada setiap komponen, maka dilakukan pemasangan kembali pada *engine stand*. Pada pemasangan perlu yang diperhatikan yaitu:

- a. Pada pemasangan *lower hose* dan *upper hose*, *drain plug* dan tutup thermostat menggunakan *sealer* sebagai perapat untuk mencegah kebocoran dengan dikencangkan dengan klem selang.



Gambar 13. Pemberian *Sealer* pada Rumah Thermostat

- b. Pada pemasangan thermostat, *jingle valve* harus searah dengan tanda yang menempel pada mesin.
- c. Pada pemasangan radiator lebih berhati-hati agar sirip-sirip tidak terbentur dan penyok lagi.

## B. Hasil Pemeriksaan

### 1. Radiator

Setelah dilakukan pemeriksaan pada radiator diketahui radiator tidak mengalami kebocoran dan tidak tersumbat, sirip-sirip pada radiator yang

penyok dan menutup sudah diperbaiki dan karat atau kotoran yang ada didalam radiator sudah dibilas sehingga hasil yang didapat radiator masih layak dipergunakan untuk proses pendingin mesin.

## **2. Tutup Radiator**

Pada tutup radiator setelah dilakukan pemeriksaan diketahui *inner* dan *outer cap seal* masih dalam keadaan baik, tidak getas dan tidak robek. Pada tes tekanan *pressure valve* masih sesuai spesifikasi yaitu 0.9 psi dan jarum kembali turun saat dipompa kembali menandakan *vaccum valve* bekerja. Dan pada *vaccum valve*, *vaccum valve* dapat rapat kembali setelah ditarik dengan jari, sehingga hasil yang didapat tutup radiator masih dalam keadaan baik dan dapat digunakan.

## **3. Selang-Selang Radiator**

Setelah dilakukan pemeriksaan secara visual *reservoir hose* masih dalam keadaan baik begitu juga dengan *upper hose* masih dalam keadaan baik, tidak getas dan tidak retak atau robek. Sedangkan pada *lower hose* dan klem pada kedua selang yang dari awal rekondisi sudah tidak ada maka perlu dilakukan pembelian komponen pada klem menggunakan klem universal sesuai diameter selang, dan pada *lower hose* menggunakan *lower hose* milik Mitsubishi Colt T dikarenakan perubahan *Engine stand* untuk menyesuaikan tinggi mesin yang sesuai dengan perubahan kondisi tersebut.



Gambar 14. Pemasangan *Lower Hose* Mitsubishi Colt T

#### 4. Thermostat

Pemeriksaan thermostat secara visual masih dalam keadaan baik. Pemeriksaan mulai membuka thermostat pada suhu  $82^{\circ}\text{C}$  dan membuka penuh pada  $95^{\circ}\text{C}$ , pada saat membuka penuh terukur 8 mm sesuai dengan spesifikasinya, maka dapat disimpulkan thermostat masih dalam keadaan baik karena masih dalam spesifikasi dari thermostat tersebut.



Gambar 15. Pengukuran saat Thermostat Membuka Penuh

Gasket bawaan dari tutup thermostat sudah pecah sehingga perlu dilakukan pembelian gasket. Karena komponen tersebut susah untuk dicari maka menggunakan gasket kertas yang dibentuk sendiri sesuai bentuk dari tutup thermostat tersebut dengan gasket kertas.



Gambar 16. Pembuatan Gasket Baru

Pada tutup thermostat dilakukan pengamplasan karena bekas dari gasket yang sebelumnya yang sudah menempel kuat dan juga untuk meratakan permukaan tutup thermostat.



Gambar 17. Pengamplasan Permukaan Thermostat

## 5. Kipas pendingin

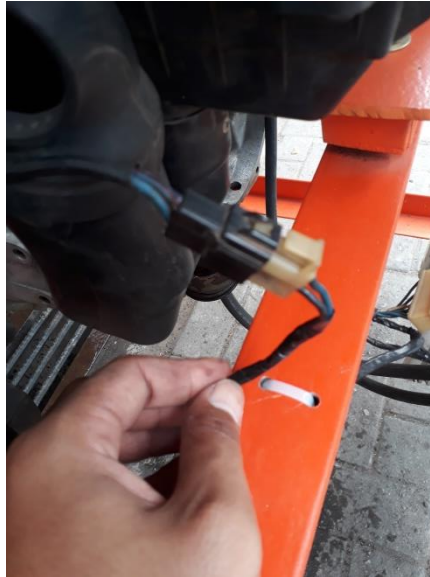
Pada pemeriksaan kipas pendingin dengan menggunakan baterai diketahui kipas dapat bekerja dan pemeriksaan arusnya yaitu 8,08 A dari spesifikasinya yaitu 8-11 A yang berarti kipas tersebut masih dalam keadaan baik.



Gambar 18. Terukur Arus Sesuai Spesifikasi

Pada jaringan kabel kipas pendingin yang dari awal sudah tidak ada maka dibuat jaringan kabel dari kipas sampai ke baterai.





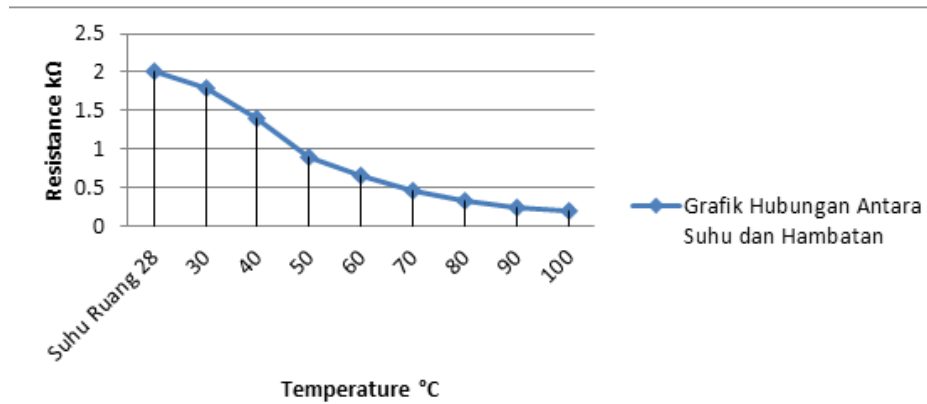
Gambar 19. Jaringan Kabel Kipas Pendingin

## 6. *Water Temperature Switch*

Setelah pemeriksaan tahanan *water temperature switch* dengan merebusnya, tahanan *water temperature switch* sesuai dengan spesifikasi yaitu pada suhu 60C tahanan 0.603 k $\Omega$ . Sedangkan pada hasil pengukuran 0.650 k $\Omega$  yang masih dalam limit standar.

Tabel 1. Data Tahanan dan Suhu *Water Temperature Switch*

No	Suhu (°C)	R ( $\Omega$ )
1.	28	2000
2.	30	1800
3.	40	1400
4.	50	900
5.	60	650
6.	70	450
7.	80	320
8.	90	240
9.	100	200



**Gambar 20. Grafik Perbandingan Tahanan dan Suhu WTS**

### C. Pengujian dan Pemeriksaan Sistem Pendingin setelah Rekondisi

#### 1. Pengisian air pendingin

Adapun pengisian kualitas dan kapasitas media pendingin dapat dilakukan sebagai berikut:

##### a) Pengisian kapasitas media pendingin

Kapasitas air pendingin dapat dilihat pada tangki cadangan (*reservoir tank*). Permukaan media pendingin harus berada diantara garis *LOW* dan *FULL* dalam keadaan mesin dingin. Apabila jumlah air pendingin kurang, tambahkan media pendingin sampai garis *FULL*.

##### b) Kualitas media pendingin

Karat atau kotoran di sekitar tutup radiator atau lubang pengisi radiator harus sedikit. Apabila media pendingin terlalu kotor atau banyak mengandung karat (berwarna kuning) harus dilakukan penggantian dengan cara sebagai berikut:

- (1) Mengeluarkan media pendingin melalui lubang penguras dengan cara mengendorkan atau melepas baut penguras.
- (2) Mengisi radiator dengan air biasa, kemudian hidupkan mesin, setelah thermostat membuka dan air mengalir, buka secara perlahan baut penguras.
- (3) Isi air pendingin dengan air secara terus menerus dengan mesin hidup sampai air yang keluar sudah bersih, jika sudah kuras kembali air pendingin.
- (4) Menutup lubang penguras, kemudian isilah dengan media pendingin berupa *ethylene glycol base* yang baik dan campurlah sesuai dengan petunjuk dari pabrik pembuatnya. Pendingin yang dianjurkan ialah yang mengandung *ethyleneglycol base* lebih dari 50 % tetapi tidak lebih dari 70 %). Media pendingin tipe *alcohol* tidak disarankan dan harus dicampur dengan air sulingan.
- (5) Memasang tutup radiator.
- (6) Menghidupkan mesin dan uji kebocoran.

## **2. Pengujian Kebocoran Sistem Pendingin**

Pemeriksaan kebocoran sistem pendingin dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a) Isilah radiator dengan media pendingin, kemudian pasanglah *radiator tester* pada lubang pengisian media pendingin pada radiator.

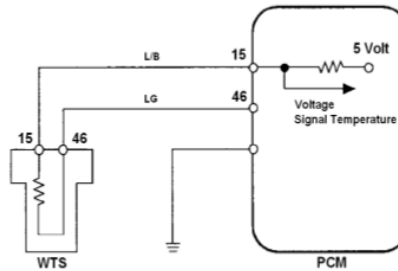
- b) Pompalah *radiator tester* sampai tekanan  $1,05\text{kg/cm}^2$  (15 psi), dan periksa bahwa tekanan tidak turun. Apabila tekanan turun berarti ada kebocoran pada sistem pendingin atau pada komponen sistem pendingin. Oleh karena itu perlu diperiksa kebocoran pada saluran pendingin, radiator, dan pompa air. Apabila tidak ditemukan kebocoran pada komponen tersebut, maka perlu diperiksa blok dan kepala.



Gambar 21. Pemeriksaan Kebocoran Sistem Pendingin

### 3. Pengujian Kinerja Kipas Pendingin dan *Water Temperature Switch*

Kipas pendingin akan bekerja saat mesin sudah melewati suhu kerja mesin yaitu  $\pm 97^{\circ}\text{C}$  yang dikirim dari sinyal *water temperature switch*. Setelah dilakukan pengujian dengan menghidupkan mesin dan mesin sudah melebihi suhu kerja kipas pendingin dapat bekerja dengan kata lain jaringan kelistrikan dan *water temperature switch* yang baru sudah benar sehingga sistem pendingin dapat berfungsi untuk mendinginkan mesin kembali. Pemeriksaan rangkaian kelistrikan *water themperature switch* (WTS) meliputi :



Gambar 22. Rangkaian Kelistrikan WTS

- 1) Pemeriksaan rangkaian terbuka pada sensor suhu
  - a) Memutar kunci kontak pada posisi *ON* (mesin dalam keadaan mati).
  - b) Melepaskan soket terminal pada WTS.
  - c) Memeriksa tegangan antara terminal 15 dan 46 pada soket  
*Jumper (+)* Voltmeter pada terminal 15 dan *Jumper (-)* pada terminal 46.
  - d) Bila tegangan menunjukkan antara 4,2 – 5 V, maka kondisi rangkaian kelistrikan dan *Power Train Control Module* (PCM) baik.
  - e) Bila tegangan menunjukkan kurang dari 4,2 V, maka kerusakan bisa terjadi pada rangkaian kelistrikan atau PCM-nya.
- 2) Pemeriksaan rangkaian terbuka pada *Power Train Control Module* (PCM).
  - a) Memutar kunci kontak pada posisi *ON* (mesin dalam keadaan mati).
  - b) Melepaskan soket terminal pada WTS.
  - c) Memeriksa tegangan antara terminal 15 dan 46 pada PCM.  
*Jumper (+)* Voltmeter pada terminal 15 dan *Jumper (-)* pada terminal 46.

- d) Bila tegangan menunjukkan antara 4,2 sampai 5V, maka kondisi PCM baik.
  - e) Bila tegangan menunjukkan kurang dari 4,2V, maka kerusakan terjadi pada PCM.
- 3) Pemeriksaan rangkaian kelistrikan
- a) Memutar kunci kontak pada posisi *OFF*.
  - b) Melepaskan socket terminal pada WTS.
  - c) Melepaskan socket terminal pada PCM.
  - d) Memeriksa hubungan antara terminal 15 pada socket terminal WTS dan terminal 46 pada socket terminal PCM.
  - e) Memeriksa rangkaian kelistrikan terhadap hubungan singkat, rangkaian putus, atau kemungkinan kondisi kabel sudah mempunyai nilai hambatan yang tinggi.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Kelistrikan WTS

No	Pemeriksaan	Hasil / Kesimpulan
1.	Rangkaian terbuka sensor suhu	5 V , Baik
2.	Rangkaian terbuka pada PCM	5 V , Baik
3.	Rangkaian Kelistrikan	0 V , Baik , kabel tidak ground dan tidak konslet



#### **4. Pengujian Kinerja Pompa Air**

Pada pompa air yang sebelumnya tidak dibongkar, maka pemeriksaan kinerjanya pun secara visual saja dengan melihat aliran air pendingin dari saluran air masuk radiator. Pada saat mesin hidup, buka tutup radiator dan tunggu sampai thermostat membuka, setelah itu lihat pada saluran masuk air radiator, jika air pendingin mengalir dan membentuk pusaran air kecil maka dipastikan pompa air bekerja. Dan air pendingin dapat bersirkulasi pada mesin.

#### **D. Pembahasan**

Beberapa hal yang perlu dibahas setelah selesai melakukan proses pembuatan proyek akhir media pembelajaran ini adalah sebagai berikut :

##### **1. Proses Rekondisi Sistem Pendingin *Engine Stand T1 Timor S515i***

Sebelum memulai rekondisi, hal pertama yang dilakukan adalah mengidentifikasi bagian bagian yang masih ada dan juga yang sudah hilang dari sistem pendingin *Engine Stand T1 Timor S515i* tersebut. Setelah melakukan pembongkaran pada sistem pendingin, melakukan pemeriksaan tiap komponen sistem pendingin dalam posisi terpisah. Pada saat pemasangan terjadi kendala yaitu menunggu design dari *stand* baru yang mengalami perubahan karena mesin lebih ditinggikan dan juga menunggu proses pembuatan stand tersebut dari pembuatan dudukan mounting hingga ke proses pengecatan akhir.

Pada pengecatan juga mengalami kendala yaitu perbedaan penggunaan kualitas tiner yang menyebabkan cat terkelupas kembali sehingga memerlukan waktu kembali untuk proses *remover* cat dan pengecatan ulang.

Kendala selanjutnya yaitu saat perubahan bentuk rangka maka pada *lower hose* mengalami jarak yang lebih jauh dari sebelumnya sehingga tidak memungkinkan membeli *lower hose* Timor S515i, setelah melihat perubahan stand dan observasi *lower hose* maka didapat *lower hose* milik Mitsubishi Colt T walaupun ternyata memerlukan sedikit pemotongan pada selang baru karena terlalu panjang.

## **2. Pengujian Kinerja Sistem Pendingin *Engine Stand* T1 Timor S515i**

Berdasarkan hasil pengujian sistem pendingin *Engine Stand* T1 Timor S515i dengan cara mengamati kinerjanya saat mesin dihidupkan. Pada saat dihidupkan dan sudah mesin sudah lebih dari suhu kerja tetapi kipas masih tidak bekerja maka dilakukan pengecekan ulang pada kelistrikannya setelah dilakukan pengecekan kelistrikan sudah benar dan tidak ada yang putus, kemudian melakukan pemeriksaan pada *water temperature switch* dengan cara merebus dan mengukur tahanannya, didapat bahwa tahanan *water temperature switch* berbeda dengan spesifikasi sehingga memerlukan pergantian dengan membeli secara online karena toko *sparepart* terdekat tidak memiliki *stock*, sehingga memerlukan tambahan waktu untuk pengirimannya, setelah sampai dilakukan pengujian lagi dan hasilnya sistem pendingin dapat bekerja normal.

Sedangkan untuk jumlah pembiayaan di sistem pendingin mengalami perubahan dari rencana awal yaitu dari Rp.340.000,00 sedangkan kenyataannya sampai membutuhkan Rp. 415.000,00 , karena ada beberapa barang tambahan yang tidak bisa dideteksi pada awal perencanaan kebutuhan.

Semua proses tersebut dilakukan di bengkel ATC Universitas Negeri Yogyakarta dengan pemijaman alat di bengkel tersebut. Meskipun adanya kendala tetapi pembuatan Proyek Akhir tersebut masih sesuai jadwal kegiatan yang sudah disusun diawal.