

# ANALISA GANGGUAN SISTEM PENDINGIN PADA MESIN AVANZA 1300 CC

Musa<sup>1</sup>, Budiyo<sup>2</sup>, Arif Feriansah<sup>3</sup>

Progam Studi Teknik Mesin, Politeknik Muhammadiyah Pekalongan  
Jl.Pahlawan No. 10 Gejlig-Kec. Kajen Kab. Pekalongan Telp/Faks : (0825) 385313  
Email:poltekmuh\_pkl@yahoo.com Website: www.poltekmuhpk.ac.id

## ABSTRAK

Transportasi adalah sarana bagi manusia untuk memindahkan sesuatu, baik manusia atau benda dari satu tempat ke tempat lain, dengan ataupun tanpa mempergunakan alat bantu. Mobil dapat bergerak karena mempunyai tenaga. Sumbernya berasal dari tenaga panas hasil pembakaran bahan bakar di dalam silinder yang diubah menjadi kerja mekanik. Apabila keadaan ini tidak mendapatkan pendinginan yang baik, maka suhu pembakaran ini akan mempengaruhi suhu kerja mesin secara keseluruhan. Tujuan Tugas Akhir agar mahasiswa dapat mengetahui cara mengidentifikasi, melakukan langkah perbaikan dan mengetahui cara kerja sistem pendingin Toyota Avanza. Pada sistem pendingin mesin Toyota Avanza beberapa komponen yang bekerja antara lain: radiator, *water pump*, tutup radiator, *thermostat*, kipas elektrik, selang - selang karet dan penjepit, serta *reservoir tank*. Dari hasil pemeriksaan komponen pada sistem pendingin Toyota Avanza dalam kondisi baik.

**Kata kunci :** Sistem Pendingin, Toyota Avanza, *Trouble Shooting*

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Transportasi adalah sarana bagi manusia untuk memindahkan sesuatu, baik manusia atau benda dari satu tempat ke tempat lain, dengan ataupun tanpa mempergunakan alat bantu. Alat bantu tersebut dapat berupa tenaga manusia, binatang, alam ataupun benda lain dengan mempergunakan mesin ataupun tidak bermesin. Salah satunya adalah mobil yang saat ini berkembang sesuai kemajuan teknologi. Tahun 1885, Karl Benz membangun Motorwagen, sebuah mobil bermesin empat langkah dengan bahan bakar bensin. Benz juga merupakan penemu dari komponen mobil seperti pengapian mobil, busi, sistem transmisi mobil, karburator dan radiator air. Cara kerja mesin bensin pada mobil sangat sederhana, yaitu bahan bakar masuk melalui *intake manifold* kemudian dikompresikan, pada akhir langkah kompresi busi memercikkan bunga api, lalu terjadi langkah usaha dan sisa pembakaran terbuang melalui *exhaust manifold*. Untuk meneruskan putaran torak dipasanglah transmisi lalu diteruskan oleh roda dan mobil akan bergerak

Dari hasil proses pembakaran selalu saja disertai dengan pembebasan panas. Tidak semua panas dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi yang diperlukan tetapi terbuang ke lingkungan, karena panas yang berlebihan justru

akan mengganggu kinerja mesin. Mobil dapat bergerak karena mempunyai tenaga. Sumbernya berasal dari tenaga panas hasil pembakaran bahan bakar di dalam silinder yang diubah menjadi kerja mekanik. Pembakaran ini mengakibatkan kenaikan suhu yang tinggi. Apabila keadaan ini tidak mendapatkan pendinginan yang baik, maka suhu pembakaran ini akan mempengaruhi suhu kerja mesin secara keseluruhan. Agar kerja mesin tidak terganggu, dalam mesin terutama yang penggunaannya cukup lama atau pada kendaraan mobil selalu di pasang radiator

Sistem pendinginan pada mesin berfungsi sebagai pelindung mesin dengan cara menyerap panas. Panas mesin dihasilkan dari pembakaran bahan bakar dalam silinder. Panas tersebut merupakan suatu hal yang sengaja diciptakan untuk menghasilkan tenaga, namun jika dibiarkan akan menimbulkan panas yang berlebihan (*over heating effect*). Panas yang berlebihan itu menjadi penyebab berubahnya sifat - sifat mekanis serta bentuk dari komponen mesin. Sifat serta komponen mesin bila telah berubah akan menyebabkan kinerja mesin terganggu dan mengurangi umur mesin. Suhu mesin harus distabilkan dengan cara dibantu oleh air pendingin yang melalui radiator sehingga suhu kerja mesin dapat dipertahankan (Dadang, 2012).

Radiator digunakan pada kendaraan yang memiliki kapasitas silinder yang cukup besar dengan memberikan pipa atau saluran pada badan mesin sehingga cairan pendingin dapat melewati dengan baik menggunakan bantuan pompa radiator. Perangkat radiator terdiri dari saluran cairan pendingin masuk dan keluar mesin, kipas pendingin yang dipasang di depan atau di belakang sirip pendingin, tangki cadangan cairan pendingin radiator dan cairan pendingin radiator

Cairan pendingin pada radiator ini mempunyai peran yang sangat penting dalam membuang panas mesin ke lingkungan, agar mesin dapat tetap bekerja pada suhu yang optimal yang berdampak pada penghematan bahan bakar. Namun keuntungan - keuntungan tersebut terjadi jika sistem pendinginan pada mesin mobil bekerja secara maksimal dalam mendinginkan mesin. Sebaliknya terkadang radiator tidak berfungsi secara optimal. Banyak faktor yang mempengaruhinya seperti kipas yang tidak berputar, sirkulasi air yang tidak lancar dan sebagainya, kondisi ini berakibat radiator berfungsi tidak efektif (Anonim, 1995).

### 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara mengidentifikasi sistem pendingin pada mesin Toyota Avanza
2. Bagaimana melakukan perbaikan sistem pendingin pada mesin Toyota Avanza
3. Bagaimana konstruksi dan cara kerja sistem pendinginan pada mesin Toyota Avanza

### 1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui dan memahami cara mengidentifikasi sistem pendingin Toyota Avanza
2. Untuk mengetahui langkah perbaikan sistem pendingin Toyota Avanza
3. Untuk mengetahui konstruksi dan cara kerja sistem pendinginan pada mesin Toyota Avanza

### 1.4 Manfaat

1. Dapat membantu meningkatkan pemahaman tentang sistem pendingin yang dipakai oleh mesin Toyota Avanza
2. Dapat memperbaiki jika terjadi kerusakan pada sistem pendingin pada mesin Toyota Avanza
3. Meningkatkan pemahaman dalam hal menganalisa gangguan dan cara mengatasi pada mesin Toyota Avanza

## 2. Landasan Teori

### 2.1 Uraian Umum Sistem Pendingin

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 perbaikan 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 Avanza 1300 cc K3-VE 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

### 2.2 Konsep dasar perpindahan panas

Ilmu perpindahan panas diperlukan untuk menganalisa proses perpindahan panas dari suatu benda lain atau dari suatu bagian benda ke bagian benda lainnya. Walaupun di dalam termodinamika perpindahan energi dalam bentuk panas telah dipelajari, tetapi ilmu termodinamika tidak mampu memberikan suatu keterangan tentang cara berlangsungnya proses tersebut, lama waktu perpindahan panas dan perubahan-perubahan temperatur yang terjadi di dalam sistem.

#### 2.2.1 Konduksi

*Konduksi* adalah hantaran kalor yang tidak disertai dengan perpindahan partikel perantaranya

#### 2.2.2 Konveksi

*Konveksi* adalah hantaran kalor yang disertai dengan perpindahan partikel perantaranya

#### 2.2.3 Radiasi

*Radiasi* adalah hantaran kalor yang tidak memerlukan medium perantara, seperti kalor dari matahari yang sampai ke bumi, kalor api unggun yang sampai pada orang yang ada di sekitarnya, pendingin (pemanas) rumah, pengeringan kopi, pembakaran dengan oven dan efek rumah kaca

### 2.3 Perpindahan Panas Yang Sebenarnya

Dalam keadaan sebenarnya ketiga jenis mekanisme tersebut terjadi secara serentak (bersamaan) di dalam sistem, hanya saja peranan dari masing - masing mekanisme tersebut tidak sama besar. Perpindahan panas radiasi menjadi

lebih dominan apabila benda mempunyai suhu yang relatif tinggi (Bohn, 2003)

#### 2.4 Pengertian Sistem Pendingin

Sistem pendinginan adalah suatu rangkaian untuk mengatasi terjadinya *over heating* (panas yang berlebihan) pada mesin agar mesin bisa bekerja secara stabil. Pada mesin bensin, energi yang terkandung dalam bahan bakar diubah menjadi energi efektif melalui proses pembakaran. Proses pembakaran akan menghasilkan panas yang kemudian diubah menjadi tenaga mekanis

#### 2.5 Jenis - Jenis Sistem Pendingin

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

##### 2. Pendingin Air (Pendingin 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

#### 2.6 Cara Kerja Sistem Pendingin

##### 1. Bila mesin masih dalam keadaan dingin

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

##### 2. Bila mesin dalam keadaan panas

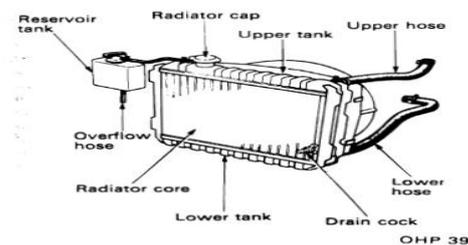
Setelah mesin menjadi panas dan melebihi temperatur kerja mesin, maka *thermostat* akan terbuka dan katup *bypass* akan tertutup dalam *bypass* sirkuit. Sehingga cairan pendingin yang menjadi panas didalam *water jacket* (yang menyerap panas dari mesin) kemudian disalurkan

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 (Anonim, 2003)

#### 2.7 Komponen sistem pendingin

##### 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



##### 2. Tutup radiator

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*

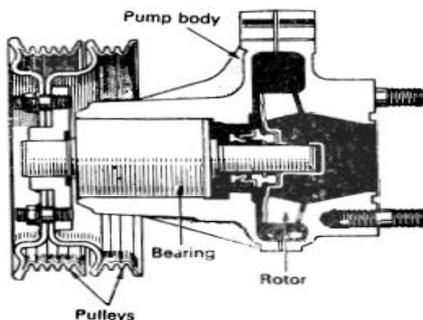
### 3. Tangki Cadangan (*Reservoir Tank*)

Tangki cadangan (*reservoir tank*) dihubungkan ke radiator dengan selang *over flow*. 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



### 4. Pompa Air

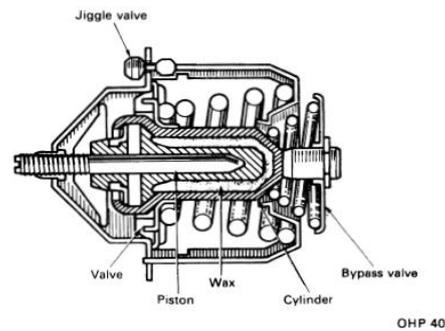
Pompa air berfungsi untuk mensirkulasikan air pendingin dari radiator ke silinder mesin. Pompa air yang digunakan dalam sistem pendingin Toyota Avanza 1300 cc K3-VE adalah pompa tipe sentrifugal yang akan dipasang pada bagian depan blok silinder. Gerak putar pompa diperoleh dari putaran poros engkol melalui *pully* yang dihubungkan dengan *belt*. Dalam pemasangannya pada kepala silinder, pompa ini dilengkapi dengan gasket yang berguna untuk mencegah terjadinya kebocoran air pendingin



### 5. Thermostat

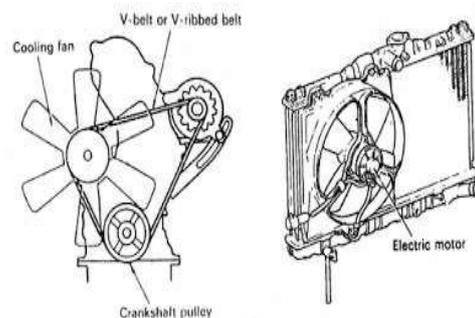
Fungsi *Thermostat* yaitu untuk mengendalikan suhu mesin hingga mencapai suhu kerja. Temperatur cairan pendingin tergantung dengan mesin. Pada umumnya efisiensi operasi mesin yang

tertinggi, adalah bila temperaturnya kira - kira pada 80 °C - 90 °C (176 – 194 °F).



### 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



### 7. Sabuk ( *Belt* )

Sabuk (*Belt*) merupakan komponen yang penting dalam sistem pendinginan. Sabuk sudah digunakan sejak beberapa tahun yang lalu hingga sekarang. Sabuk ini digunakan untuk menggerakkan pompa air serta alternator pada sistem pengisian. Sabuk yang digunakan biasanya disebut *V-Belt*, karena mempunyai bagian yang terpotong berbentuk V, yang menambah efisiensi pemindahan daya. *V-Belt* terdiri dari karet sintesis, *tetron*, dan dilapisi kanvas pada kedua sisinya

### 8. Coolant dan Air Pendingin

Coolant adalah suatu cairan yang mengandung zat kimia, digunakan untuk campuran cairan pendingin air yang bahan dasarnya *ethylene glycol*. *Ethylene glycol* merupakan zat kimia yang sangat beracun. Bahan ini akan sangat berbahaya bagi manusia bila masuk ke dalam organ tubuh sekitar 710 mg/kg berat badan. (Anonim, 2003)

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Tempat Dan Waktu Pelaksanaan

Waktu pelaksanaan tugas akhir ini, dilaksanakan pada bulan April – September 2017 dan tempat pelaksanaan perawatan dan perbaikan sistem pendingin Toyota Avanza dikerjakan di laboratorium teknik mesin otomotif Politeknik Muhammadiyah Pekalongan

### 3.2 Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat

1. Tollbox 1 set
2. 1 set kunci shock
3. Radiator cup tester
4. Thermometer
5. Pemanas (*heater*)
6. Multi tester
7. Sikat kawat
8. Mistar baja
9. Fuller gauge

#### 3.2.2 Bahan

1. Coolant
2. Kain bersih
3. Oli mesin
4. Siller
5. 1 unit mesin Toyota avanza 1300 cc
6. Selang Radiator
7. Klem Radiator
8. Radiator
9. Kipas Radiator

### 3.3 Keselamatan Kerja

Untuk menjamin keselamatan kerja dan kesehatan saat melakukan kegiatan praktek di bengkel, pekerja harus memperhatikan beberapa hal sebagai berikut :

1. Berdoa sebelum melakukan praktek
2. Memakai pakaian kerja
3. Menggunakan alat sesuai dengan fungsinya
4. Menjaga kebersihan tempat kerja
5. Menjaga peralatan yang digunakan

### 3.4 Spesifikasi Sistem Pendingin

| No | Keterangan             | Spesifikasi |
|----|------------------------|-------------|
| 1  | Sistem pendingin       | Air         |
| 2  | Kapasitas air radiator | 6 Liter     |
| 3  | Jenis air radiator     | SLLC        |
| 4  | Tipe kipas radiator    | Motor DC    |

### 3.5 Langkah Pengerjaan

#### 3.5.1 Persiapan

Sebelum melakukan proses pembongkaran sistem pendingin, kita perlu adanya persiapan alat dan bahan terlebih dahulu yang akan digunakan. Kelompok alat dan bahan yang akan digunakan agar proses pekerjaan lebih efektif.

#### 3.5.2 Pembongkaran

Proses pembongkaran dilakukan untuk mengetahui kondisi dari komponen sistem pendingin. Pembongkaran sistem pendingin meliputi *cylinder head*, komponen sistem pendingin

### 3.6 Hasil Pemeriksaan

#### 3.6.1 Radiator

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



Pemeriksaan sistem pendingin terhadap kebocoran

Kondisi standar : Tekanan 118 k.Pa

Hasil pemeriksaan : Tekanan 118 k.Pa

Kesimpulan : Baik sesuai standar



### 3.6.2 Thermostat

Periksa tinggi angkat katup saat mendapatkan panas

Kondisi standar : 8,5 mm atau lebih

Hasil pemeriksaan : 8,6 mm

Kesimpulan : Baik sesuai standar



Periksa temperatur bukaan katup

Kondisi standar : 78 sampai 82°C

Hasil Pemeriksaan : 80°C

Kesimpulan : Baik sesuai standar



### 3.6.3 Tutup Radiator

Pemeriksaan kebocoran tutup radiator, Kebocoran pada tutup radiator dapat diketahui dengan menggunakan *radiator pressure*

Kondisi standar : 74 – 103 k.Pa

Hasil pemeriksaan : 90 k.Pa

Kesimpulan : Baik sesuai standar



### 3.7 Identifikasi Gangguan Sistem Pendingin

Pada sistem pendingin Toyota avanza 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*). 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 *Over heating*

Suhu mesin terlalu panas menyebabkan komponen - komponen mesin mengalami pemuaihan 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. Pipa Kapiler 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. Tekanan Gesekan yang Besar dalam *Assembly* Motor

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

e. 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.

3. 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 rusak

#### 4. Kesimpulan

Dari seluruh penjelasan diatas, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut;

1. Sistem pendinginan pada motor bakar berfungsi untuk menurunkan temperatur dari mesin sehingga mesin dapat bekerja secara optimal. Pada sistem pendingin mesin Toyota Avanza beberapa komponen yang bekerja antara lain: radiator, *water pump*, tutup radiator, *thermostat*, kipas elektrik, selang - selang karet dan penjepit, serta reservoir tank. Komponen - komponen pada sistem pendingin mesin Toyota Avanza akan bekerja sesuai dengan fungsi dari masing - masing komponen.
2. Gangguan - gangguan pada sistem pendingin mesin Toyota Avanza diantaranya adalah mesin terlalu dingin (*over cooling*) disebabkan karena *thermostat* rusak. Cara mengatasinya dengan memeriksa *thermostat*, jika terdapat kerusakan maka ganti dengan yang baru. Mesin terlalu panas (*over heating*), penyebabnya adalah kekurangan air pendingin. Cara mengatasinya yaitu dengan menambah air pendingin, *electric fan* mengalami kerusakan caranya dengan memperbaikinya, *thermostat* rusak maka ganti *thermostat* yang rusak sebelumnya dites terlebih dahulu, radiator tersumbat bersihkan kotoran - kotoran yang menempel pada pipa - pipa air radiator atau ganti radiator
3. Cara kerja sistem pendingin Toyota Avanza pada saat mesin masih dingin sirkulasi cairan pendingin hanya terjadi didalam mesin saja, tanpa melalui radiator. 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*, kemudian disalurkan ke radiator untuk didinginkan dengan kipas dan putaran udara dengan adanya gerakan maju kendaraan itu sendiri.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya haturkan kepada kedua orang tua saya yang selalu mendoakan dan memotivasi, serta tidak lupa kepada dosen pembimbing saya yang memberikan pengarahan dan sarannya, dan terima kasih pula kepada semua pihak yang telah membantu dalam pembuatan tugas akhir ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim,1995. Modul Toyota Astra Motor. Jakarta : PT Toyota Astra Motor
- Anonim,2003.STEP 1 Training Manual Toyota. Jakarta : PT Toyota Astra Motor
- Bohn,2003.*Principles of Heat Transfer, Seventh Edition*, Stamford : Cengage Learning
- Dadang,2012. Energi Pembakaran Untuk Pendingin. Bandung : ITB

