



LAPORAN PENELITIAN DOSEN

**TINJAUAN FAKTOR PENGOTORAN ( *FOULING* )  
TERHADAP PRESTASI RADIATOR PADA SISTEM  
PENDINGIN MOBIL**

Oleh :

Bagiyo Condro Purnomo  
Saifudin, S.T., M.Eng.

NIK. 087606031  
NIK. 017408179

Fakultas Teknik  
Fakultas Teknik

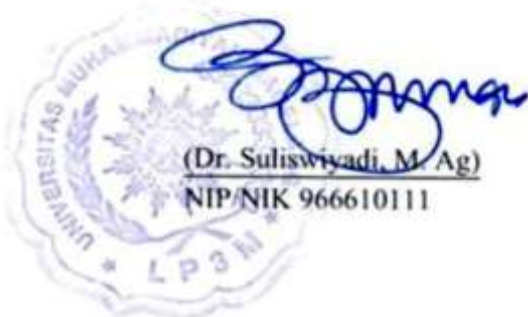
Dibiayai LP3M Universitas Muhammadiyah Magelang  
Tahun Anggaran 2012/2013

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG  
2013**

**HALAMAN PENGESAHAN  
PENELITIAN DOSEN**

1. a. Judul penelitian : Tinjauan Faktor Pengotoran (*Fouling*) Terhadap Prestasi Radiator Pada Sistem Pendingin Mobil
  - b. Bidang kajian : Rekayasa Teknologi
  2. Ketua peneliti
    - a. Nama lengkap dan gelar : Bagiyo Condro Purnomo, ST
    - b. Jenis kelamin : Laki laki
    - c. Golongan/Pangkat/NIP/NIS : III A/
    - d. Jabatan fungsional : Asisten Ahli
    - e. Jabatan struktural : Kepala Lab. Mesin Otomotif UMM
    - f. Fakultas/program studi : Teknik/ Mesin Otomotif
  3. Jumlah anggota peneliti : 1 ( satu ) orang
    - a. Nama lengkap dan gelar : Saifudin, S.T., M.Eng
    - b. Fakultas/program studi : Teknik/ Mesin Otomotif
  4. Lokasi penelitian : Lab. Mesin Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Magelang.
  5. Lama penelitian : 2 bulan
  6. Biaya
    - a. LP3M UMM : Rp.4.000.000,00
    - b. Sumber lain (sebutkan) :
- JUMLAH : Rp 4.000.000,00**

Menyetujui,  
Ketua LP3M



Magelang, Agustus 2013  
Ketua Peneliti

Bagiyo Condro Purnomo, ST  
NIK. 087606031

## ABSTRAK

Peningkatan efisiensi sistem pendingin mungkin akan mengurangi konsumsi bahan bakar dalam sekala yang kecil tetapi jika itu dilakukan pada semua kendaraan maka akan berdampak yang cukup besar dalam konsumsi bahan bakar sekala luas. Permasalahan yang nyata pada sistem pendingin mobil adalah kurang pedulinya pengguna kendaraan terhadap kebersihan radiator (*Heat Engine*) yang sudah lama digunakan sehingga terdapat banyak kotoran (*fouling*) yang akan mengurangi kemampuan radiator tersebut untuk mentransferkan energi panas dari mesin ke lingkungan. Melihat fenomena tersebut, perlu diadakan eksperimen untuk mengatasi masalah yang ada. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh faktor pengotoran pada radiator terhadap energi yang digunakan. Penelitian dilakukan dengan cara melakukan pengukuran temperatur masuk dan keluar pada radiator dalam kondisi kotor dan radiator dalam kondisi bersih pada putaran mesin konstan (stasioner), kemudian diolah untuk mengetahui kecenderungan nilai kalor yang diserap oleh radiator. Hasil penelitian ini memberikan informasi bahwa faktor pengotoran akan menghambat perpindahan kalor dari radiator ke lingkungan sehingga energi yang diperlukan lewat motor penggerak kipas akan lebih besar dalam mendinginkan air radiator.

**Kata kunci:** *Radiator, Fouling Factor, Heat Engine*

## **KATA PENGANTAR**

Alhamdulillah, atas karunia Allah sehingga laporan penelitian dengan judul Tinjauan Faktor Pengotoran ( Fouling ) Terhadap Prestasi Radiator Pada Sistem Pendingin Mobil, telah dapat diselesaikan dengan baik.

Penelitian ini bertujuan untuk untuk mengetahui pengaruh pengotoran pada radiator terhadap penghematan energi. Kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini baik secara langsung maupun tidak langsung diucapkan terima kasih.

Disadari dalam pelaksanaan penelitian ini masih banyak kekurangan, sehingga diharapkan adanya saran untuk dapat memperbaiki untuk masa yang akan datang.

Magelang, Agustus 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah .....	2
C. Tujuan Penelitian .....	2
D. Manfaat Penelitian .....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
A. Sistem Pendinginan.....	3
B. Perpindahan Panas .....	7
C. Fouling .....	9
BAB III METODE PENELITIAN.....	10
A. Tahapan (road map) Penelitian .....	10
B. Lokasi Penelitian.....	11
C. Diagram Alir Penelitian .....	11
D. Prosedur Penelitian.....	12
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	13
A. Data Spesifikasi Sistem Pendingin .....	13
B. Pengambilan Data .....	13
C. Pembahasan.....	14
BAB V KESIMPULAN.....	17
A. Kesimpulan .....	17
B. Saran.....	17
DAFTAR PUSTAKA .....	18

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Distribusi energi hasil pembakaran .....	3
Gambar 2. 2. Bagan sistem pendingin .....	4
Gambar 2. 3. Kantong air .....	4
Gambar 2. 4. Selang radiator.....	5
Gambar 2. 5. Radiator .....	5
Gambar 2. 6. Reservoir .....	5
Gambar 2. 7. Tutup radiator .....	6
Gambar 2. 8. Ventilator.....	6
Gambar 2. 9. Pompa air.....	6
Gambar 2. 10. Thermostat.....	7
Gambar 2. 11. Perpindahan panas dari plat panas .....	8
Gambar 2. 12. Perpindahan panas secara radiasi .....	8
Gambar 3. 1. Tahapan ( <i>road map</i> ) penelitian .....	10
Gambar 3. 2. Gambar bagan alir penelitian .....	11
Gambar 4. 1. Pengaruh variasi temperatur masuk radiator terhadap temperatur keluar radiator .....	14
Gambar 4. 2. Pengaruh variasi temperatur masuk radiator terhadap perbedaan temperatur masuk-keluar radiator .....	15
Gambar 4. 3. Pengaruh variasi temperatur masuk radiator terhadap kalor yang diserap radiator .....	16

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 3. 1. Peralatan dan Material Penelitian .....	11
Tabel 4. 1. Data spesifikasi sistem pendingin .....	13
Tabel 4. 2. Temperatur masuk dan keluar radiator .....	13
Tabel 4. 3. Perbedaan temperatur masuk-keluar radiator .....	14
Tabel 4. 4. Energi yang diserap radiator .....	15

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Jumlah kendaraan di Indonesia selalu meningkat. Data Badan Pusat Statistik (BPS) menyebutkan sampai tahun 2008, jumlah kendaraan di Indonesia sebanyak 9.859.926 unit untuk jenis mobil penumpang, 2.583.170 unit untuk jenis bis, 5.146.674 unit jenis truk, dan 47.683.681 unit jenis sepeda motor, dengan total keseluruhan mencapai 65273451 unit. Pertumbuhan jumlah kendaraan ini berbanding terbalik dengan ketersediaan bahan bakar minyak yang terus menipis.

Pemakaian minyak sebagai bahan bakar kendaraan berimbas pada dua hal pokok. Pertama, pengaruh terhadap ketersediaan bahan bakar dan kedua, pengaruh terhadap peningkatan emisi gas buang yang berimbas pada pemanasan global. Salah satu alternatif untuk mengurangi kebutuhan bahan bakar minyak adalah dengan memaksimalkan efisien dari kendaraan tersebut sehingga konsumsi bahan bakar setiap kendaraan semakin hemat.

Peningkatan efisiensi kendaraan dapat dilakukan dengan bermacam cara diantaranya dengan memperbaiki campuran bahan bakar dengan udara, memperringan berat kendaraan, memperbaiki sistem pengapian, dan yang tidak kalah penting dengan memperbaiki kualitas sistem pendinginan mesin dan lain sebagainya. Dengan cara peningkatan efisiensi kendaraan tersebut diharapkan konsumsi bahan bakar akan menurun.

Peningkatan efisiensi sistem pendingin mungkin akan mengurangi konsumsi bahan bakar dalam skala yang kecil tetapi jika itu dilakukan pada semua kendaraan maka akan berdampak yang cukup besar dalam konsumsi bahan bakar skala luas. Disamping mengurangi konsumsi bahan bakar peningkatan efisiensi sistem pendingin akan berpengaruh besar pada kinerja kendaraan dan keawetan dari kendaraan tersebut.

Permasalahan yang nyata pada pengguna kendaraan adalah kurang pedulinya terhadap kemampuan prestasi sistem pendingin yang dianggap hanya sebagai faktor pendukung dari sebuah kendaraan. Padahal jika sistem



pendingin dalam keadaan yang baik akan didapat performa dari kendaraan yang baik pula. Untuk itu diperlukan perawatan dan perhatian yang khusus supaya kendaraan bekerja semaksimal mungkin.

Melihat fenomena tersebut, perlu diadakan eksperimen untuk mengatasi masalah yang ada. Penelitian dilakukan dengan cara melakukan pengukuran temperatur masuk dan keluar pada sebuah radiator yang dalam keadaan kotor dan radiator dalam keadaan bersih pada putaran mesin stasioner (konstan), dengan demikian dapat mengetahui seberapa besar energi yang dapat dihemat sehingga efisiensi kendaraan dapat ditingkatkan.

#### **B. Rumusan Masalah**

Permasalahan pada penelitian ini adalah seberapa besar pengaruh pengotoran pada radiator terhadap penghematan energi ?

#### **C. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pengotoran pada radiator terhadap penghematan energi

#### **D. Manfaat Penelitian**

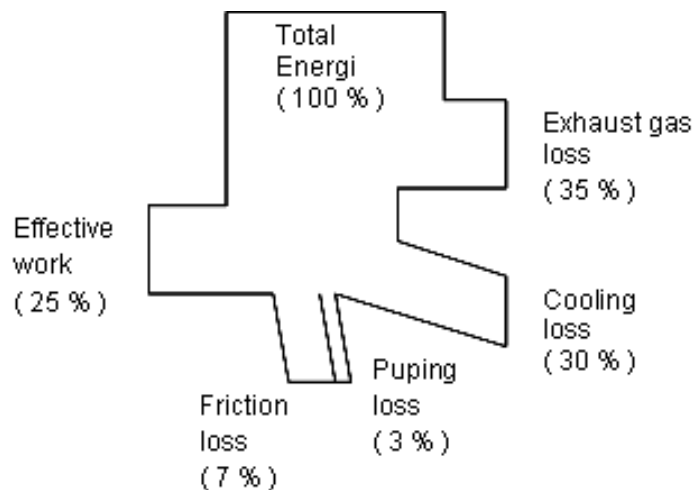
Penelitian ini bermanfaat untuk memperbaiki kinerja system pendinginan mobil sehingga dapat mengurangi konsumsi bahan bakar dan khususnya kinerja mesin akan bekerja secara optimal.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Sistem Pendinginan

Motor bakar berfungsi mengubah energi panas yang terkandung dalam bahan bakar menjadi tenaga gerak. Dari panas yang dihasilkan ini, kira-kira 25% digunakan sebagai tenaga penggerak, kira-kira 45% hilang terbawa gas buang dan hilang akibat gesekan – gesekan, sedangkan sisanya kira-kira 30% diserap oleh bagian-bagian motor itu sendiri. Panas yang diserap ini harus segera dibuang untuk menghindari panas yang berlebihan (over heating) yang dapat mengakibatkan mesin menjadi rusak.

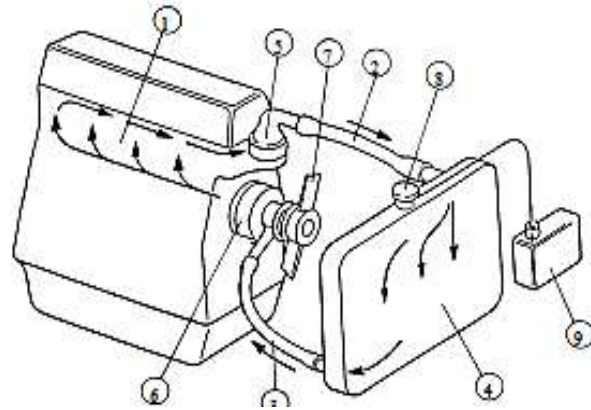
Jadi sistem pendinginan diperlukan untuk mengatasi hal tersebut yaitu untuk mengurangi panas yang diserap oleh bagian-bagian motor sehingga tidak mengakibatkan kerusakan pada motor. Selain itu sistem pendinginan mempunyai fungsi untuk mengatur/menstabilkan temperatur kerja motor supaya tetap, sebab motor yang terlalu dingin akan mengakibatkan pemakaian bahan bakar menjadi boros.



Gambar 2. 1. Distribusi energi hasil pembakaran

Peredaran air dalam sistem pendingin digerakkan oleh pompa sehingga kapasitas air yang dialirkan menjadi besar. Air mengalir dari motor diteruskan menuju radiator dan setelah didinginkan melalui radiator air ini kembali masuk ke motor.

Demikian nama-nama bagian system pendinginan



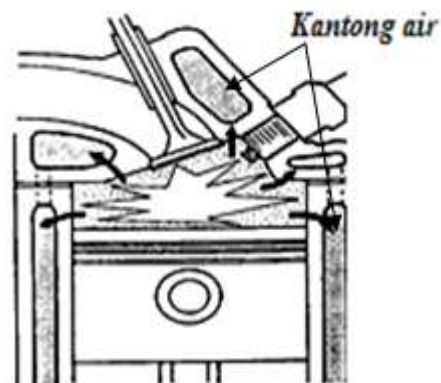
Keterangan gambar

1. Kantong air	6. Pompa air
2. Slang radiator bagian atas	7. Ventilator
3. Slang radiator bagian bawah	8. Tutup radiator
4. Radiator	9. Reservoir air
5. Termostat	

Gambar 2. 2. Bagan sistem pendingin

### 1. Kantong air

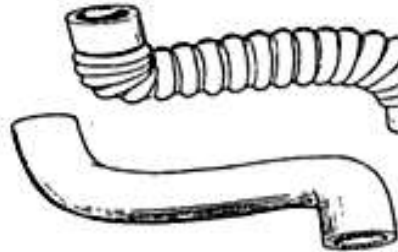
Sebagai tempat peredaran air di dalam motor, akan dialirkan ke tempat yang memerlukan pendinginan (blok motor dan kepala silinder)



Gambar 2. 3. Kantong air

## 2. Slang-slang air

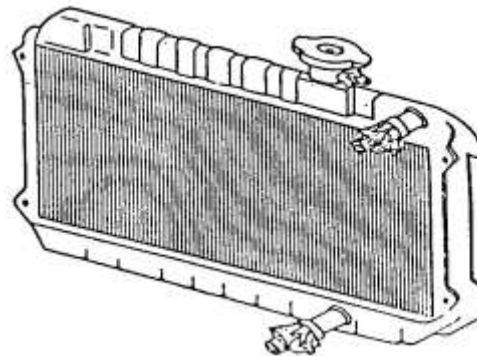
Untuk memindahkan air panas dari kantong yang berada dalam mesin menuju radiator dan sebaliknya.



Gambar 2. 4. Slang radiator

## 3. Radiator

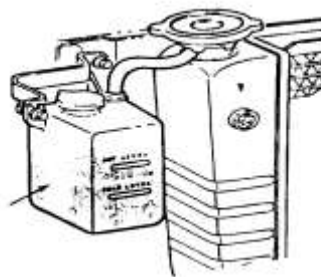
Untuk mendinginkan air pendingin dari mesin dengan mentranfer panas air pendingin ke udara yang dilewatkan ke radiator.



Gambar 2. 5. Radiator

## 4. Reservoir

Sebagai persediaan air dan untuk menyeimbangkan perbedaan volume air pendingin akibat panas.



Gambar 2. 6. Reservoir

#### 5. Tutup radiator

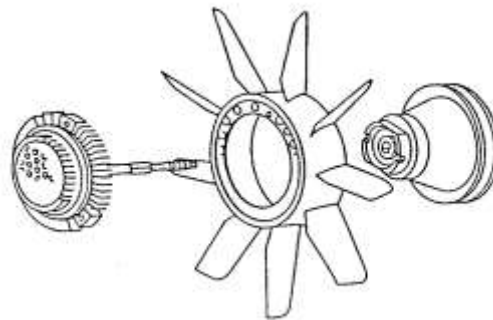
Untuk menutup radiator, menaikkan dan menstabilkan tekanan air dalam sistem pendinginan (mengatur tekanan air).



Gambar 2. 7. Tutup radiator

#### 6. Ventilator (kipas)

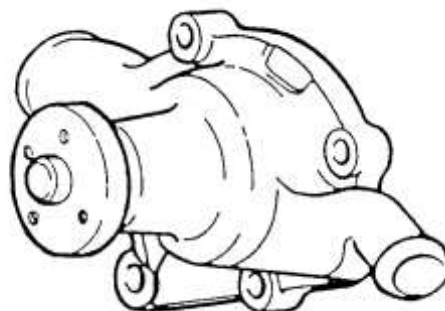
Untuk mengalirkan udara melalui radiator supaya pendinginan tidak tergantung pada kecepatan kendaraan.



Gambar 2. 8. Ventilator

#### 7. Pompa air

Untuk mensirkulasikan dan mempercepat peredaran air pada sistem pendinginan.



Gambar 2. 9. Pompa air

## 8. Termostat

- Untuk mempercepat temperatur kerja air pendingin, saat motor masih dingin (baru hidup)
- Mengatur peredaran/sirkulasi air pendingin.



Gambar 2. 10. Thermostat

## B. Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah perpindahan energi karena adanya perbedaan temperatur. Ada tiga bentuk mekanisme perpindahan panas yang diketahui, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi.

### 1. Konduksi

Konduksi merupakan perpindahan panas dari tempat yang bertemperatur tinggi ke tempat yang bertemperatur rendah di dalam medium yang bersinggungan langsung. Jika pada suatu benda terdapat gradien suhu, maka akan terjadi perpindahan panas serta energi dari bagian yang bersuhu tinggi ke bagian yang bersuhu rendah, sehingga dapat dikatakan bahwa energi akan berpindah secara konduksi, laju perpindahan kalornya dinyatakan sebagai :

$$q = -k.A. \frac{\partial T}{\partial x}$$

Dimana :  $q$  = laju perpindahan kalor (W)

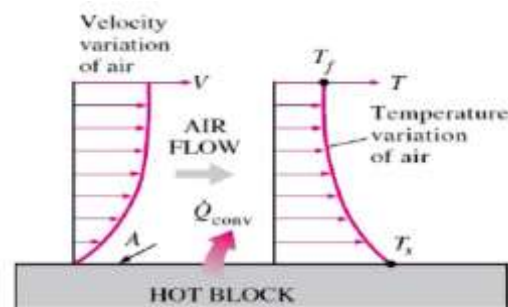
$\partial T / \partial x$  = gradien suhu perpindahan kalor

$k$  = konduktifitas thermal bahan (W/m.K)

$A$  = luas bidang perpindahan kalor ( $m^2$ )

## 2. Konveksi

Konveksi merupakan perpindahan panas antara permukaan solid dan berdekatan dengan fluida yang bergerak atau mengalir dan itu melibatkan pengaruh konduksi dan aliran fluida.



Gambar 2. 11. Perpindahan panas dari plat panas

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa kecepatan fluida yang mengalir di permukaan plat panas mempengaruhi temperatur disekitar permukaan plat tersebut. Laju perpindahan kalor secara konveksi dapat dinyatakan sebagai :

$$q = h \cdot A (T_s - T_{\infty})$$

Dimana :  $h$  = koefisien perpindahan panas konveksi ( $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ )

$A$  = luas penampang ( $\text{m}^2$ )

$T_s$  = temperatur plat (K)

$T_{\infty}$  = temperatur fluida yang mengalir dekat permukaan (K)

## 3. Radiasi

Radiasi, merupakan perpindahan energi karena emisi gelombang elektromagnet (atau photons).



Gambar 2. 12. Perpindahan panas secara radiasi

laju perpindahan kalor secara radiasi dapat dinyatakan sebagai :

$$q = \varepsilon \cdot A \cdot \sigma (T_s^4 - T_{sur}^4)$$

Dimana :

- $\varepsilon$  = emisivitas ;sifat radiasi pada permukaan
- $A$  = luas permukaan ( $m^2$ )
- $\sigma$  = konstanta *Stefan-Boltzman* ( $5,67 \cdot 10^8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$ )
- $T_s^4$  = temperatur absolute permukaan ( $K^4$ )
- $T_{sur}^4$  = temperatur sekitar ( $K^4$ )

### C. Fouling

*Fouling* adalah timbulnya kerak, deposit, lumpur pada dinding plat maupun bagian – bagian lain yang dialiri oleh air. Dimana kerak, deposit, lumpur tersebut terjadi ditempeli oleh organisme hidup (biofouling) atau zat non- hidup (anorganik atau organik). Timbulnya *fouling* pada suatu peralatan tentu membawa dampak kerugian pada peralatan tersebut, seperti pada :

#### 1. Heat Exchanger

Mengurangi efisiensi termal, suhu meningkat di sisi panas, menurunkan suhu di sisi dingin, deposit korosi, meningkatkan penggunaan air pendingin.

#### 2. Jaringan Pipa

Mengurangi drop aliran, meningkatkan tekanan, meningkatkan tekanan hulu, meningkatkan pengeluaran energi, dapat menyebabkan osilasi aliran, kavitasi, dapat menyebabkan getaran, dapat menyebabkan penyumbatan aliran.

#### 3. Kapal

Menambah tahanan kapal, meningkatkan penggunaan bahan bakar, mengurangi kecepatan maksimum kapal.

#### 4. Turbin

Mengurangi efisiensi, meningkatkan peluang kegagalan.

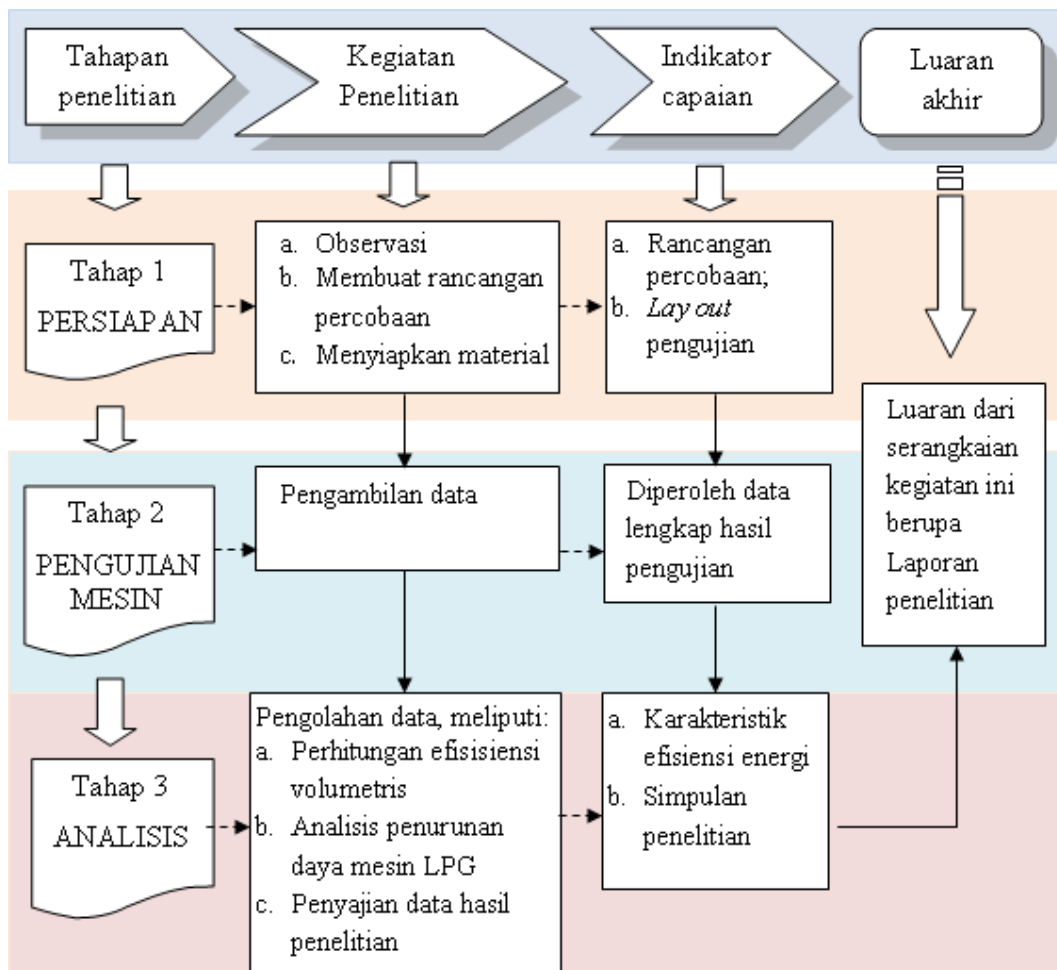


### BAB III METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Data temperature air yang masuk dan keluar dari radiator digunakan untuk penentuan prestasi dan unjuk kerja dari radiator.

#### A. Tahapan (road map) Penelitian

Penelitian ini terdiri dari tiga tahapan, yaitu tahap persiapan penelitian, tahap pengujian mesin (pengambilan data), dan tahap analisis data. Masing masing tahapan mencakup jenis kegiatan, indikator capaian, dan luarannya disajikan di Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3. 1. Tahapan (road map) penelitian

Untuk melaksanakan serangkaian kegiatan penelitian sesuai dengan *road map* di Gambar 3.1 dibutuhkan material dan peralatan penelitian sebagai berikut.

Tabel 3. 1. Peralatan dan Material Penelitian

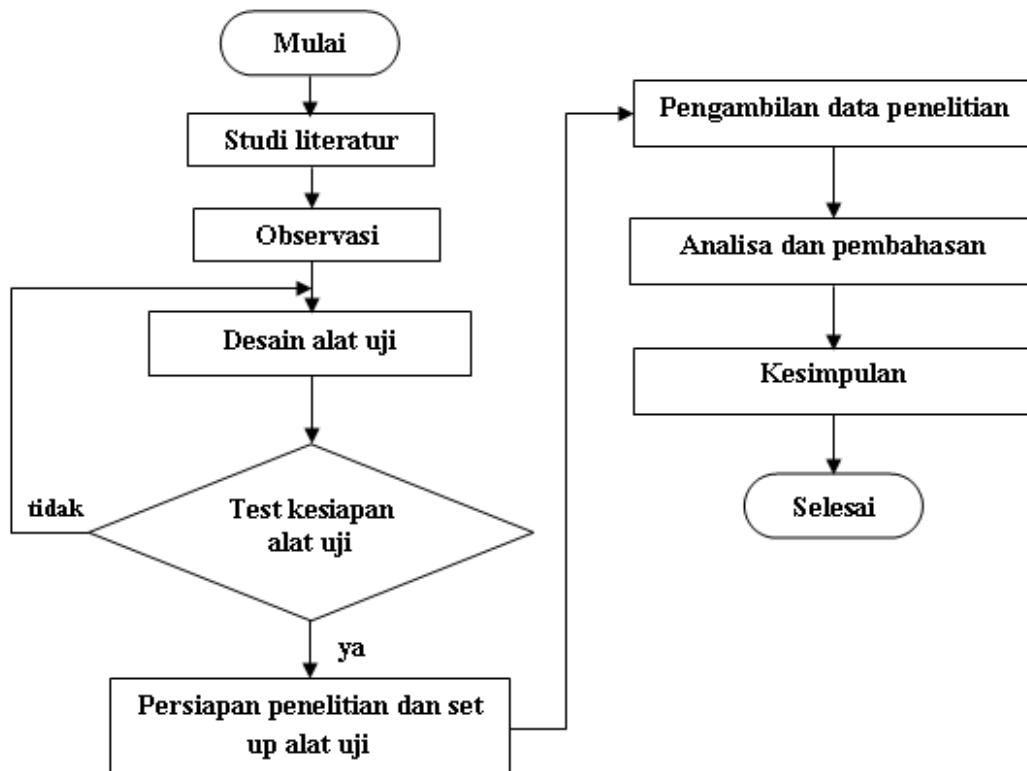
No	Nama peralatan dan material penelitian	Fungsi dalam kegiatan penelitian
1	<i>Stand engine</i>	Media uji
2	Termometer	Mengukur temperatur air pendingin
3	Radiator	Media uji
4	Flow meter	Mengukur debit air pendingin
5	Bensin	Bahan bakar pada mode bensin

## B. Lokasi Penelitian

Kegiatan penelitian dilaksanakan di gedung laboratorium terpadu Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Magelang.

## C. Diagram Alir Penelitian

Kegiatan penelitian ini mengikuti alur seperti pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2. Gambar bagan alir penelitian

#### **D. Prosedur Penelitian**

Lingkup penelitian ini mencakup variabel penggunaan radiator yang bersih dan radiator yang kotor (berkerak), dengan kecepatan putar engine ditetapkan sebesar 750 rpm. Pengambilan data dilakukan dengan variasi temperatur masuk radiator pada 50 °C, 55 °C, 60 °C, 65 °C, 70 °C, 75 °C dan 80 °C, kemudian diukur temperatur keluar radiator dengan variasi temperatur masuk radiator tersebut dan debit air yang bersirkulasi. Data hasil penelitian digunakan untuk menentukan besarnya energi yang dapat disimpan untuk setiap variasi temperatur masuk radiator.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Data Spesifikasi Sistem Pendingin

Tabel 4.1 merupakan data spesifikasi sistem pendingin seperti radiator, tutup radiator, pompa air dan kipas pendingin.

Tabel 4. 1. Data spesifikasi sistem pendingin

No	Nama Komponen	Tipe	Spesifikasi
1	Radiator	<i>Down flow</i>	
2	Tutup radiator		0,75-1,05 kg/cm <sup>2</sup>
3	Pompa air	Sentrifugal	
4	Kipas pendingin	Kipas motor listrik	

### B. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan pada *stand engine* Toyota starlet dengan cara mengukur temperatur masuk dan keluar radiator dan mengukur debit air pendingin yang bersirkulasi. Pengukuran temperatur tersebut dengan memasang termokopel pada selang masuk dan keluar radiator dan memasang *flowmeter* untuk mengukur debit air pendingin. Data pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2. Temperatur masuk dan keluar radiator

No	Radiator kotor		Radiator bersih	
	T <sub>in</sub> (°C)	T <sub>out</sub> (°C)	T <sub>in</sub> (°C)	T <sub>out</sub> (°C)
1	50	37	50	31
2	55	39	55	33
3	60	44	60	35
4	65	46	65	37
5	70	50	70	39
6	75	52	75	41
7	80	54	80	43

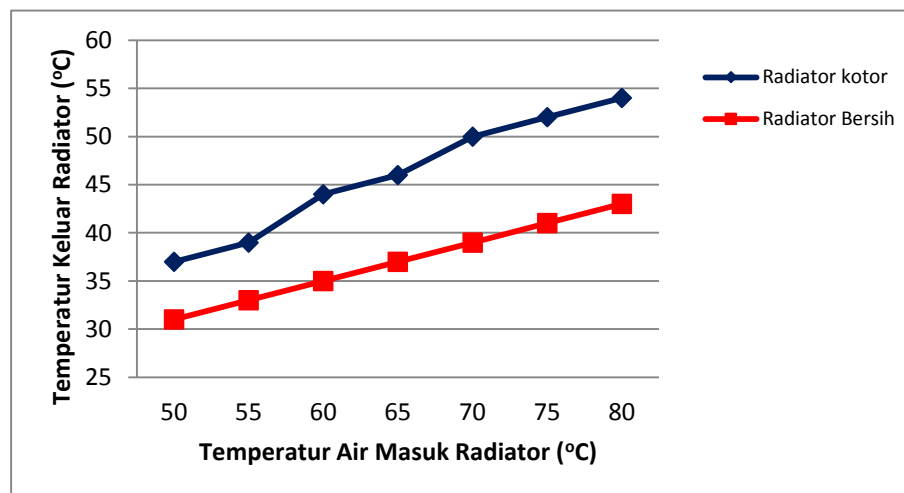
Sedangkan data debit air pendingin diambil sebanyak 3 kali kemudian dirata-rata, hasilnya adalah 0,1685 mL/s.

### C. Pembahasan

Tabel 4.3 menunjukkan temperatur masuk dan keluar serta perbedaan temperatur kmasuk dan keluar radiator.

Tabel 4. 3. Perbedaan temperatur masuk-keluar radiator

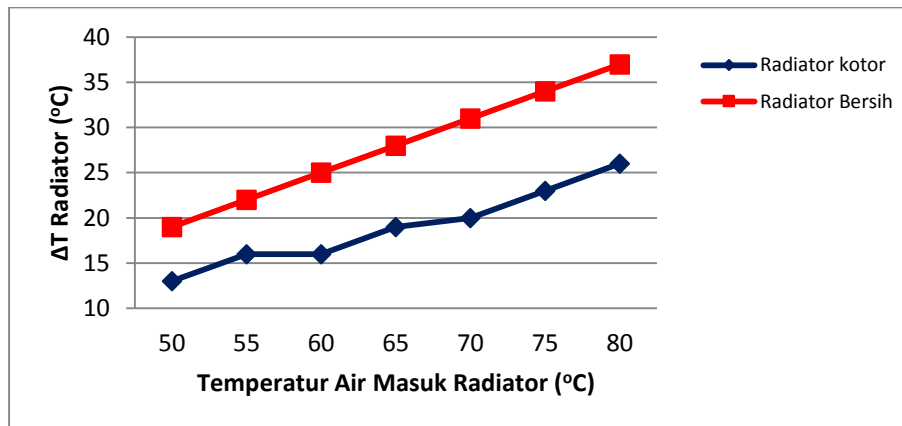
No	Radiator kotor			Radiator bersih		
	T <sub>in</sub> (°C)	T <sub>out</sub> (°C)	ΔT (°C)	T <sub>in</sub> (°C)	T <sub>out</sub> (°C)	ΔT (°C)
1	50	37	13	50	31	19
2	55	39	16	55	33	22
3	60	44	16	60	35	25
4	65	46	19	65	37	28
5	70	50	20	70	39	31
6	75	52	23	75	41	34
7	80	54	26	80	43	37



Gambar 4. 1. Pengaruh variasi temperatur masuk radiator terhadap temperatur keluar radiator

Gambar 4.1 memberikan informasi bahwa temperatur keluar radiator untuk radiator yang bersih memiliki temperatur lebih rendah daripada radiator yang kotor untuk setiap variasi temperatur masuk radiator, hal tersebut mengindikasikan bahwa efektifitas radiator bersih lebih baik. Efisiensi radiator sangat dipengaruhi oleh kemampuan dari radiator untuk memindahkan kalor ke lingkungan. Perpindahan kalor di radiator terjadi secara konduksi, konveksi dan radiasi. Secara umum dengan material radiator yang sama, kecepatan udara yang melewati radiator juga sama sehingga

faktor pengotoran menjadi faktor yang sangat berpengaruh. Faktor pengotoran merupakan suatu hal yang akan menghambat proses perpindahan kalor konduksi dipengaruhi. Radiator yang faktor pengotorannya besar akan menghambat proses perpindahan kalor, mengakibatkan efisiensi menurun sehingga air pendingin yang keluar dari radiator akan lebih besar.

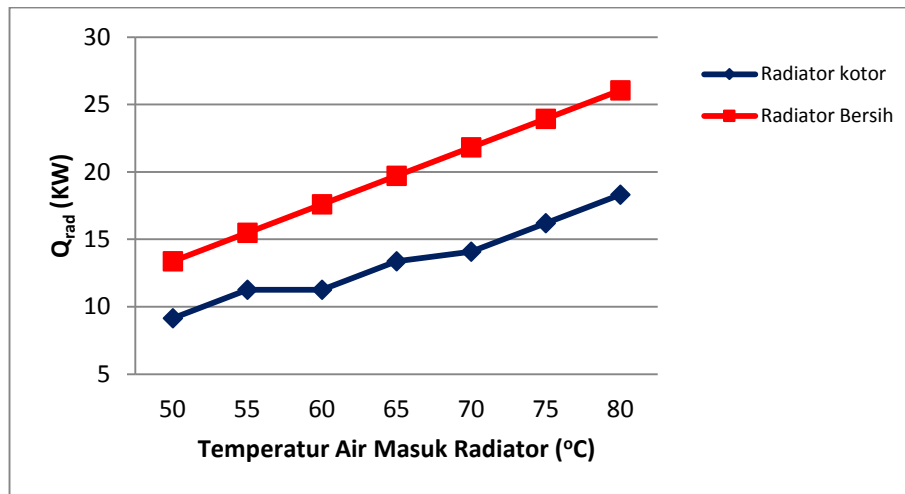


Gambar 4. 2. Pengaruh variasi temperatur masuk radiator terhadap perbedaan temperatur masuk-keluar radiator

Gambar 4.2 adalah gambaran pengaruh temperatur masuk radiator terhadap selisih temperatur keluar-masuk radiator. Dari gambar tersebut memperlihatkan semakin besar temperatur masuk akan menaikkan selisih temperatur keluar-masuk radiator, hal tersebut juga mengindikasikan bahwa radiator yang dibersihkan mempunyai efektifitas yang baik, sehingga hal tersebut dapat dikatakan perpindahan kalor dari radiator ke lingkungan menjadi lebih baik.

Tabel 4. 4. Energi yang diserap radiator

No	Radiator kotor		Radiator bersih	
	$\Delta T$ (°C)	$Q_{rad}$ (KW)	$\Delta T$ (°C)	$Q_{rad}$ (KW)
1	13	9.156	19	13.382
2	16	11.269	22	15.495
3	16	11.269	25	17.608
4	19	13.382	28	19.721
5	20	14.086	31	21.834
6	23	16.199	34	23.947
7	26	18.312	37	26.060



Gambar 4. 3. Pengaruh variasi temperatur masuk radiator terhadap kalor yang diserap radiator

Gambar 4.3 merupakan data pengolahan untuk pengaruh temperatur masuk radiator terhadap kalor yang dilepas oleh radiator ke lingkungan. Gambar tersebut memperlihatkan kalor yang dilepas radiator yang telah dibersihkan mempunyai nilai kalor yang dilepas lebih tinggi daripada radiator yang belum dibersihkan atau kotor, hal tersebut karena ada faktor pengotoran yang ada di dalam radiator sehingga akan menghambat perindahan kalor.

## **BAB V KESIMPULAN**

### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan analisa data hasil penelitian maka dapat ditarik kesimpulan yaitu bahwa dengan membersihkan radiator dari pengotoran akan menambah besarnya perpindahan kalor, sehingga akan mengurangi energi yang digunakan untuk mendinginkan air radiator melalui motor kipas pendingin dengan jalan siklus hidup dari kipas radiator jadi lebih pendek.

### **B. Saran**

Adapun beberapa saran yang mungkin bermanfaat untuk pengembangan lebih lanjut sebagai berikut :

1. Perlu dikembangkan untuk mendesain radiator yang lebih kecil dan dengan menggunakan air radiator yang mengurangi efek pengotoran.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan memvariasikan dengan putaran mesin.



**DAFTAR PUSTAKA**

- BPM. Arends, H. Berenschot, 1980, Motor Bensin, Erlangga, Jakarta
- J.P.Holman, 1984, Perpindahan Kalor (Heat Transfer), Erlangga, Jakarta
- Michael J. Moran, Howard N. Shapiro, 2004, Termodinamika Teknik Jilid 1, Edisi 4, Erlangga, Jakarta
- Michael J. Moran, Howard N. Shapiro, 2004, Termodinamika Teknik Jilid 2, Edisi 4, Erlangga, Jakarta
- Diktat Pelatihan, Pendinginan Mesin, VEDC, Malang
- [en.wikipedia.org/wiki/\*\*Fouling\*\*](http://en.wikipedia.org/wiki/Fouling)
- [www.wlv.com/products/databook/ch1](http://www.wlv.com/products/databook/ch1)