

## **TUGAS AKHIR**

# **PENGARUH KONSTRUKSI DAN BAHAN PIPA ALIRAN AIR DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM SIMULATOR PENDINGIN RADIATOR TERHADAP EFEKTIVITAS KERJA RADIATOR**

Diajukan sebagai syarat dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1)



**Disusun Oleh:**

**Nama : Alvin Febriandy S.**

**NIM : 41308010039**

**Program Studi : Teknik Mesin**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**JAKARTA**

**2014**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Alvin Febriandy Saputra  
N.I.M : 41308010039  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Skripsi : Pengaruh Konstruksi dan Bahan Pipa Aliran Air  
Dengan Menggunakan Sistem Simulator  
Pendingin Radiator Terhadap Efektivitas  
Kerja Radiator

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Jakarta, Juli 2014

Penulis



(Alvin Febriandy Saputra)

## LEMBAR PENGESAHAN

Disusun Oleh :

Nama : Alvin Febriandy Saputra

N.I.M : 41308010039

Program Studi : Teknik Mesin


Judul Skripsi : Pengaruh Konstruksi dan Bahan Pipa Aliran Air  
Dengan Menggunakan Sistem Simulator Pendingin  
Radiator Terhadap Efektivitas Kerja Radiator

Disahkan Oleh,  
Pembimbing,

  
UNIVERSITAS  
MERCUBUANA  
[Ade Firdianto ST., M.Eng.]

Mengetahui,

Koordinator Tugas Akhir / Ketua Program Studi

  
[Prof. Dr. Chandrasa Soekardi]

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat, karunia, dan bimbingan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Pengaruh Konstruksi Pipa Aliran Air Dengan Menggunakan Sistem Simulator Pendingin Radiator Untuk Efektivitas Kerja Radiator”. Tugas Akhir ini disusun guna melengkapi sebagian syarat dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1).

Tugas Akhir ini tidak akan terwujud dan terselesaikan tanpa adanya petunjuk, pengarahan, pengaruh serta bimbingan dari berbagai pihak secara langsung ataupun tidak langsung telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya pada pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini maupun dalam penyusunan laporan ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik, antara lain kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat, karunia, dan bimbingan-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dan penyusunan laporan.
2. Kedua Orang Tua saya tercinta yang telah memberikan doa dan dukungan baik moril dan materil.
3. Bapak Ade Firdianto selaku dosen pembimbing Tugas Akhir ini yang selalu bersedia menyempatkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan saya dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Nanang Ruhyat, MT. Selaku dosen yang telah memberikan arahan dan dukungan.

5. Bapak Firman, Bapak Mantri, Bapak Udin dan seluruh karyawan yang berada dalam laboratorium proses produksi yang telah menemani dan memberikan waktu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Bapak dan Ibu dosen program studi teknik mesin yang selama ini telah memberikan pelajaran dan ilmunya dalam perkuliahan.
7. Paula yang selalu memberikan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman mahasiswa teknik mesin Mercu Buana, khususnya angkatan 2008 yang telah ikut membantu dan memberikan saran dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Teman-teman UKM Voli yang selalu memberikan hiburan-hiburan saat ada masalah.
10. Dan kepada seluruh pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna oleh sebab itu saran dan kritik dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Penulis berharap Tugas akhir ini akan dapat berguna bagi pembaca.

Jakarta, Juli 2014

Penulis

(Alvin Febriandy Saputra)

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Lembar Pernyataan .....	ii
Lembar Pengesahan .....	iii
Kata Pengantar .....	iv
Daftar Isi .....	vi
Daftar Tabel .....	viii
Daftar Gambar .....	ix
Daftar Grafik .....	xi
Daftar Notasi .....	xii

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Metodologi Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4

### **BAB II LANDASAN TEORI**

2.1 Perpindahan Panas .....	6
2.2 Alat Penukar Kalor .....	12
2.3 Sistem Pendinginan Mesin .....	19
2.4 Komponen Sistem Pendingin Air .....	24
2.5 Perinsip Kerja Sistem Pendinginan Air .....	31
2.6 Perpipaan .....	33

2.7 Tembaga .....	37
2.8 Metode Perhitungan NTU dan LMTD .....	42
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Pendekatan Penelitian.....	45
3.2 Pembuatan Pipa.....	45
3.3 Pengaturan Debit Aliran Air .....	47
3.4 Menaganalisa Data .....	47
3.5 Perhitungan .....	48
3.6 Waktu dan Tempat Penelitian.....	49
3.7 Prosedur Penelitian.....	49
3.8 Diagram Alir Penelitian.....	56
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Data Hasil Pengujian.....	57
4.2 Grafik Data Hasil Pengujian.....	64
4.3 Perhitungan.....	66
4.4 Grafik Data Hasil Perhitungan.....	75
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	80
5.2 Saran.....	81
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>DAFTAR ACUAN</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Koefisien Konduktivitas Termal.....	40
Tabel 4.1 Sekali Sirkulasi Temperatur 80°C, Debit Aliran Air 10 lt/menit .....	58
Tabel 4.2 Sirkulasi Kontinu Temperatur 80°C, Debit Aliran Air 10 lt/menit ...	58
Tabel 4.3 Sekali Sirkulasi Temperatur 80°C, Debit Aliran Air 8 lt/menit .....	59
Tabel 4.4 Sirkulasi Kontinu Temperatur 80°C, Debit Aliran Air 8 lt/menit .....	59
Tabel 4.5 Sekali Sirkulasi Temperatur 80°C, Debit Aliran Air 6 lt/menit .....	60
Tabel 4.6 Sirkulasi Kontinu Temperatur 80°C, Debit Aliran Air 6 lt/menit .....	60
Tabel 4.7 Sekali Sirkulasi Temperatur 70°C, Debit Aliran Air 10 lt/menit .....	61
Tabel 4.8 Sirkulasi Kontinu Temperatur 70°C, Debit Aliran Air 10 lt/menit ...	61
Tabel 4.9 Sekali Sirkulasi Temperatur 70°C, Debit Aliran Air 8 lt/menit .....	62
Tabel 4.10 Sirkulasi Kontinu Temperatur 70°C, Debit Aliran Air 8 lt/menit .....	62
Tabel 4.11 Sekali Sirkulasi Temperatur 70°C, Debit Aliran Air 6 lt/menit .....	63
Tabel 4.12 Sirkulasi Kontinu Temperatur 70°C, Debit Aliran Air 6 lt/menit .....	63

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Perpindahan Kalor Secara Konduksi..... 6
Gambar 2.2	Perpindahan Kalor Konveksi Dari Suatu Plat..... 7
Gambar 2.3	Perpindahan Panas Konveksi Alamiah ..... 8
Gambar 2.4	Perpindahan Kalor Menyeluruh Dinyatakan Dengan Beda Suhu Limbak ..... 9
Gambar 2.5	Perpindahan kalor gabungan melalui dinding datar..... 11
Gambar 2.6	Contoh – contoh Konfigurasi Penukar Kalor Kompak..... 12
Gambar 2.7	Penukar Panas Pipa Rangkap ..... 14
Gambar 2.8	Penukar Panas Cangkang dan Buluh..... 15
Gambar 2.9	Penukar Panas Pelat dan Bingkai ..... 16
Gambar 2.10	Adiabatic Wheel Heat Exchanger ..... 17
Gambar 2.11	Pillow Plate Heat Exchanger ..... 17
Gambar 2.12	Dynamic Scraped Surface Heat Exchanger..... 18
Gambar 2.13	Phase – Change Heat Exchanger..... 19
Gambar 2.14	Pendinginan Udara Secara Alamiah..... 20
Gambar 2.15	Kipas Udara Pada Roda Gila ..... 21
Gambar 2.16	Kipas Udara Pada Roda Gila Pengarah Aliran ..... 21
Gambar 2.17	Sirkulasi Alamiah Di Mesin..... 24
Gambar 2.18	Sirkulasi Dengan Tekanan ..... 24
Gambar 2.19	Waterpump..... 25
Gambar 2.20	Radiator..... 26
Gambar 2.21	Kipas Radiator..... 27
Gambar 2.22	Tutup Radiator ..... 28
Gambar 2.23	Katup Termostat..... 28

Gambar 2.24	Heater Inti .....	30
Gambar 2.25	Selang Radiator .....	31
Gambar 2.26	Sambungan <i>stub in</i> .....	36
Gambar 2.27	Sambungan Siku ( <i>elbow</i> ).....	36
Gambar 2.28	Sambungan Te ( <i>tee</i> ).....	37
Gambar 2.29	Sambungan dengan pelana kuda .....	37
Gambar 3.1	Pipa Tembaga.....	46
Gambar 3.2	Skema Kerja Simulator Radiator .....	46
Gambar 3.3	Kran Pengatur Debit Aliran Air .....	47
Gambar 3.4	Radiator.....	50
Gambar 3.5	Water Heater .....	51
Gambar 3.6	Water Pump .....	51
Gambar 3.7	Kipas Angin .....	52
Gambar 3.8	Exhaust Fan.....	53
Gambar 3.9	Termometer.....	54
Gambar 3.10	Flowmeter .....	54
Gambar 3.11	Diagram Alir Penelitian Sistem Simulator Pendingin Radiator ...	56



## DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 4.1 Hubungan Pengaruh Debit Aliran Air Terhadap Temperatur Air Pada Pipa Tembaga Dalam Sekali Sirkulasi .....	64
Grafik 4.2 Hubungan Pengaruh Debit Aliran Air Terhadap Temperatur Air Pada Pipa Tembaga Dalam Sirkulasi Kontinu .....	65
Grafik 4.3 Hubungan Pengaruh Debit Aliran Air Terhadap Nilai Efektivitas Radiator Dalam Sekali Sirkulasi .....	75
Grafik 4.4 Hubungan Pengaruh Debit Aliran Air Terhadap Nilai Efektivitas Radiator Dalam Sirkulasi Kontinu .....	76
Grafik 4.5 Hubungan Pengaruh Debit Aliran Air Terhadap Nilai LMTD Dalam Sekali Sirkulasi .....	77
Grafik 4.6 Hubungan Pengaruh Debit Aliran Air Terhadap Nilai LMTD Dalam Sirkulasi Kontinu .....	78

MERCU BUANA

## DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
$q$	Laju perpindahan kalor	$\text{kJ/s}$
$\partial T / \partial x$	Gradien suhu ke arah perpindahan kalor	-
$k$	Konduktivitas thermal bahan	$\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$
$A$	Luas bidang perpindahan kalor	$\text{m}^2$
$h$	Koefisien perpindahan kalor konveksi	$\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$
$T$	Suhu	$^\circ\text{C}$
$m$	Laju aliran massa	$\text{kg/s}$
$C_p$	Kalor spesifik pada tekanan konstan	$\text{kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$
$Nu$	Nusselt Number	-
$Re$	Reynold Number	-
$Pr$	Prandtl Number	-
$n$	Nilai eksponen	-
$d$	Diameter	$\text{m}$
$L$	Panjang	$\text{m}$
$\pi$	Phi	-
$\sigma$	Konstanta Stefan Boltzman	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}^4$
$\Delta x$	Jarak	$\text{m}$
$U$	Koefisien perpindahan kalor menyeluruh	$\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$
$\Delta T$	Beda suhu	$^\circ\text{C}$
$\varepsilon$	Efektivitas kalor menyeluruh	-
$m_h$	Laju aliran massa panas	$\text{Kg/s}$
$m_c$	Laju aliran massa dingin	$\text{Kg/s}$
$C_h$	Kalor spesifik fluida panas	$\text{kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$

$C_c$	Kalor spesifik fluida dingin	$\text{kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$
$T_{h1}$	Suhu masuk fluida panas	$^\circ\text{C}$
$T_{h2}$	Suhu keluar fluida panas	$^\circ\text{C}$
$T_{c1}$	Suhu masuk fluida dingin	$^\circ\text{C}$
$T_{c2}$	Suhu keluar fluida dingin	$^\circ\text{C}$
$\Delta T_m$	Beda suhu rata-rata dalam penukar kalor	$^\circ\text{C}$
$v$	Kecepatan aliran udara	$\text{m/s}$
$Q$	Debit aliran air	$\text{m}^3/\text{s}$
LMTD	Log Mean Temperature Difference	-

