

TUGAS AKHIR

ANALISA ALAT

SIMULASI *AUTOMOTIVE AIR CONDITIONING* TIPE AAF-2000

DENGAN KONSENTRASI PADA KONDENSOR TIPE PIPA

BERSIRIP (TYPE KOMPAK)

Diajukan sebagai salah satu syarat dalam meraih gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri,
Universitas Mercu Buana



Disusun Oleh :

AHMAD AFENDI (01300-007)

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA BARAT
2005

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**ANALISA ALAT SIMULASI *AUTOMOTIVE AIR CONDITIONING*
TIPE AAF-2000 DENGAN KONSENTRASI PADA KONDENSOR
TIPE PIPA BERSIRIP (TYPE KOMPAK)**

Diajukan sebagai salah satu syarat dalam meraih gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri,
Universitas Mercu Buana



UNIVERSITAS
Disetujui dan diterima oleh :
MERCU BUANA

Pembimbing Tugas Akhir

Ir. Yuriadi Kusuma, Msc

LEMBAR PENGESAHAN KETUA JURUSAN

**ANALISA ALAT SIMULASI *AUTOMOTIVE AIR CONDITIONING*
TIPE AAF-2000 DENGAN KONSENTRASI PADA KONDENSOR
TIPE PIPA BERSIRIP (TYPE KOMPAK)**

Diajukan sebagai salah satu syarat dalam meraih gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri,
Universitas Mercu Buana



Ketua Jurusan Teknik Mesin

Ir. Rully Nutranta

LEMBAR PENGESAHAN KOORDINATOR

**ANALISA ALAT SIMULASI *AUTOMOTIVE AIR CONDITIONING*
TIPE AAF-2000 DENGAN KONSENTRASI PADA KONDENSOR
TIPE PIPA BERSIRIP (TYPE KOMPAK)**

Diajukan sebagai salah satu syarat dalam meraih gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri,
Universitas Mercu Buana



Koordinator Tugas Akhir

Ariosuko. DH, Ir

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ahmad Afendi

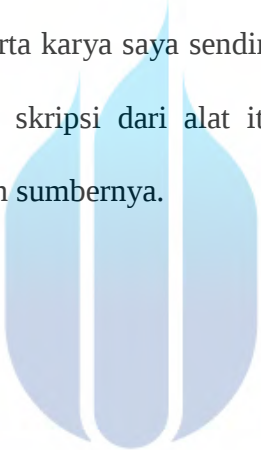
NIM : 01300-007

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknologi Industri

Menyatakan dengan ini sesungguhnya bahwa tugas akhir yang saya buat dan susun ini merupakan hasil pemikiran serta karya saya sendiri. Tugas akhir ini tidak dibuat oleh pihak lain baik alat maupun skripsi dari alat itu sendiri, kecuali kutipan-kutipan referensi yang telah disebutkan sumbernya.

Tangerang, Agustus 2005



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Ahmad Afendi

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Wr. Wb

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan taufik dan hidayahnya serta nikmat sehat, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini sesuai dengan waktu yang diinginkan.

Sebagaimana diketahui bahwa laporan tugas akhir ini merupakan suatu tahapan yang harus dilalui dan dikerjakan oleh mahasiswa untuk menyelesaikan kurikulum pendidikan di strata satu (S1) dan untuk memperoleh gelar sarjana teknik.

Pada laporan tugas akhir ini penulis mengambil judul *“ANALISA ALAT SIMULASI AUTOMOTIVE AIR CONDITIONING TIPE AAF-2000 DENGAN KONSENTRASI PADA KONDENSOR TIPE PIPA BERSIRIP (TYPE KOMPAK)* “. Dalam laporan ini dibahas mengenai komponen-komponen yang digunakan, proses pembuatan dan perakitan, serta teori dasar pendinginan.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bpk. Ir. Yuriadi Kusuma, Msc. Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri dan sekaligus sebagai Dosen pembimbing tugas akhir.
2. Bpk. Ir. Rully Nutranta, M.Eng. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
3. Bpk. Ariosuko. DH, Ir. Selaku koordinator tugas akhir.
4. Bpk. Firman. Selaku pembimbing pembuatan alat di Laboratorium Proses Produksi Universitas Mercu Buana.
5. Bpk. Mantri. Selaku pembimbing pembuatan alat di Laboratorium Proses Produksi Universitas Mercu Buana.
6. Mas Edi. Yang telah banyak membantu dalam proses perakitan alat di Laboratorium Proses Produksi Universitas Mercu Buana.
7. Mu'min (Bontot). Yang telah banyak membantu dalam proses perakitan di Laboratorium Proses Produksi Universitas Mercu Buana.
8. Orang tua beserta keluarga tercinta, yang telah membantu baik materil maupun spirituil.
9. Specially to Grandma. Thanks for your pray and financial support.

10. My brother (Taufik & Kholik), my brother (Eti, Rika, Ira, Wiwi, Iwang, & Desti) and also my nephew (Riza Raihan). All of you is best family and spirit for me.
11. The Dream Team Member Plus (Adi & Aji) + Arif.
12. Agus (Alloy) & Asyari Yuniu. Mungkin penyusunan tugas akhir ini tidak selesai secepat ini tanpa bantuanmu. Thanks for your help.
13. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga bantuan yang diberikan mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT. Amin

Ibarat pepatah “ Tak ada gading yang tak retak “, kekurangan tetap saja melekat pada laporan tugas akhir ini, untuk itu kritik dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir ini, semoga laporan ini bermanfaat bagi pembaca, khususnya mahasiswa jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Mercu Buana dan dapat digunakan sebagai bahan referensi.

Tangerang, Agustus 2005

Penulis



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	.....	i
LEMBAR PENGESAHAN KETUA JURUSAN	.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN KOORDINATOR	.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN	.....	iv
KATA PENGANTAR	.....	v
DAFTAR ISI	.....	vi
ABSTRAK	.....	xi
DAFTAR GAMBAR	.....	xii
DAFTAR TABEL	.....	xiv
NOMENKLATUR	.....	xv
 BAB I PENDAHULUAN	.....	1
1.1 Latar Belakang	.....	1
1.2 Pokok Permasalahan	.....	2
1.3 Pembatasan Masalah	.....	2
1.4 Maksud dan Tujuan	.....	2
1.5 Metode Penulisan	.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	.....	4
 BAB II TEORI DASAR	.....	5
2.1 Sejarah Perkembangan Sistem Pendingin (Sistem Penyegaran Udara )	.....	5
2.2 Pengertian Pengondisian Udara	.....	6

2.3	Komponen Sistem Pendingin	9
2.3.1	Kompresor	9
2.3.2	Kondensor	14
2.3.3	Evaporator	16
2.3.4	Katup Ekspansi	17
2.3.5	Receiver / drier	18
2.4	Refrigeran	19
2.5	Hukum I Termodinamika	22
2.6	Hukum II Termodinamika	23
2.6.1	Siklus Carnot (Mesin Kalor)	25
2.6.2	Siklus Kompresi Uap	28
2.6.3	Coeffisient Of Performance (COP)	31
2.7	Teori Dasar Analisa	32
2.7.1	Obyek Analisa	32
2.7.2	Teori Dasar Kondensor Tipe Kompak	32
2.7.2.1	Koefisien Perpindahan Kalor Total	32
2.7.2.2	Kapasitas Kondensor Yang Dibutuhkan	36
2.7.2.3	Koefisien Pengembunan	36
2.7.2.4	Penurunan Panas-Lanjut	37

BAB III PROSES PEMBUATAN RANGKA DAN PERAKITAN ALAT

	.....	38
3.1	Komponen Yang dibuat	38
3.1.1	Rangka	38

3.1.2	Penutup (Chasing)	39
3.1.3	Box Panel	40
3.2	Roda	41
3.3	Perakitan Rangka	41
3.4	Spesifikasi Komponen	44
3.5	Perakitan Sistem	51
3.6	Pemeriksaan Kebocoran	56
3.7	Pemakuman	58
3.8	Pengisian Refrigeran	59
3.9	Pengujian Alat (<i>Automotive Air Conditioning Tipe AAF-2000</i>)	60
3.9.1	Alat ukur yang digunakan	60
3.9.2	Variabel yang diuji	61
BAB IV	PERHITUNGAN ANALISA KONDENSOR TIPE PIPA	
	BERSIRIP UNTUK AUTOMOTIVE AIR CONDITIONING	
	SIMULATION	64
4.1	Data Yang diperlukan dalam Perhitungan	64
4.1.1	Berdasarkan Dimensi Kondensor	64
4.1.2	Hasil Pengujian	66
4.2	Analisa dan Pengolahan Data Pengujian	68
4.2.1	Proses Yang Terjadi Pada Sistem Secara Keseluruhan	68
4.2.2	Analisa Kinerja kondensor	73
4.3	Rekapitulasi Hasil Perhitungan dan Penyajiannya Dalam Bentuk Grafik	81
4.3.1	Kinerja sistem secara keseluruhan	81

4.3.2	Kinerja kondensor	87
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	89
5.1	Kesimpulan	89
5.2	Saran	91

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A

LAMPIRAN B

LAMPIRAN C



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Reciprocating compressor	11
Gambar 2.2	Kompresor sekrup	11
Gambar 2.3	Kompresor Rotasi – Stasionary Blade	13
Gambar 2.4	Kompresor Rotasi – Rotary Blade	14
Gambar 2.5	Kondensor dengan pendingin udara	15
Gambar 2.6	Kondensor dengan pendingin air	16
Gambar 2.7	Evaporator tipe rusuk.	17
Gambar 2.8	Katup ekspansi otomatis thermostatic penyama tekanan eksternal	17
Gambar 2.9	(a) Receiver (b) Tiga tipe receiver/drier	19
Gambar 2.10	Skema mesin Carnot	24
Gambar 2.11	Skema mesin pendingin	25
Gambar 2.12	Diagram T – S dan P – H untuk siklus Carnot	26
Gambar 2.13	Siklus refrigerasi kompresi uap	28
Gambar 2.14	Diagram T – S dan P – H untuk siklus kompresi uap	28
Gambar 2.15	Efisiensi kompresi	29
Gambar 2.16	Perpindahan kalor antara refrigeran dan udara melalui sebuah pipa	33
Gambar 2.17	Distribusi suhu di dalam kondensor	37.
Gambar 3.1	Penampang Plat Siku	38
Gambar 3.2	Dimensi Box Panel	40
Gambar 3.3	Dimensi roda	41
Gambar 3.4	Rangka Alat	42
Gambar 3.5	Motor listrik	45

Gambar 3.6	Kompresor	.....	46
Gambar 3.7	Kondensor	.....	47
Gambar 3.8	Katup ekspansi	.....	47
Gambar 3.9	Evaporator	.....	48
Gambar 3.10	Receiver	.....	49
Gambar 3.11	Low and high pressure control	.....	50
Gambar 3.12	Pressure and temperature gauge	.....	50
Gambar 3.13	Sistem automotive air conditioning tipe AAF-2000	.....	53
Gambar 3.14	Skema pengujian	.....	63
Gambar 4.1	Dimensi perpindahan panas	.....	64
Gambar 4.2	Diagram Ph pengujian I pada posisi low	.....	81
Gambar 4.3	Diagram Ph pengujian I pada posisi high	.....	82
Gambar 4.4	Diagram Ph pengujian II pada posisi low	.....	83
Gambar 4.5	Diagram Ph pengujian II pada posisi high	.....	84
Gambar 4.6	Diagram Ph pengujian III pada posisi low	.....	85
Gambar 4.7	Diagram Ph pengujian III pada posisi high	.....	86
Gambar 4.8	Suhu pengembunan vs laju pelepasan kalor pada posisi low		87
Gambar 4.9	Suhu pengembunan vs laju pelepasan kalor pada posisi high		88

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat dan karakteristik refrigeran R-134a	22
Tabel 3.1	Panjang plat siku dan penggunaannya	39
Tabel 3.2	Ukuran lembaran plat dan penggunaannya	40
Tabel 4.1	Data hasil pengujian	67
Tabel 4.2	Coeffisient Of Performance (COP) dan Rasio Pelepasan Kalor (RPK) pada tiap-tiap sampel pengujian	72
Tabel 4.3	Koefisien perpindahan kalor pada sisi refrigeran	74
Tabel 4.4	Koefisien perpindahan kalor pada pipa kondensor dengan ketebalan x	75
Tabel 4.5	Koefisien perpindahan kalor pada sisi udara	77
Tabel 4.6	Koefisien perpindahan kalor total	78
Tabel 4.7	LMTD (<i>Log Mean Temperature Difference</i>)	79
Tabel 4.8	Suhu pengembunan vs laju pelepasan kalor pada posisi low	80
Tabel 4.9	Suhu pengembunan vs laju pelepasan kalor pada posisi high ...	80

NOMENKLATUR

Simbol	Besaran	Satuan
A_i	Luas permukaan dalam pipa	m^2
A_m	Luas rata-rata permukaan pipa	m^2
A_o	Luas permukaan luar pipa	m^2
c_p	Kalor jenis gas pada tekanan tetap	-
COP	Coeffisient Of Performance	-
D_L	Diameter luar pipa	m
D_d	Diameter dalam pipa	$^{\circ}C$
g	Percepatan gravitasi	m/dtk^2
h_{ct}	Koefisien pengembunan	$W/m^2 \cdot K$
h_f	Koefisien perpindahan kalor pada sisi udara	$W/m^2 \cdot K$
h_{fg}	Kalor penguapan	kJ/kg
h_i	Koefisien perpindahan kalor di dalam pipa	$W/m^2 \cdot K$
h_n	Entalpi pada titik n	kJ/kg
h_{ns}	Entalpi pada titik n jenuh	kJ/kg
h_o	Koefisien perpindahan kalor di luar pipa	$W/m^2 \cdot K$
k	Daya hantar pipa logam	$W/m \cdot K$
L	Panjang sirip	m
LMTD	<i>Log Mean Temperature Difference</i>	$^{\circ}C$
m	Aliran refrigeran	kg/dtk
N	Jumlah pipa pada penampang vertical	-
Nu	Angka Nusselt	-

P	Tekanan pada titik n	Pa
Pr	Angka Prandalt	-
q	Laju perpindahan kalor	W
Q_{cd}	Jumlah panas yang dikeluarkan oleh kondensor	W
Q_{ev}	Jumlah panas yang diserap oleh evaporator	W
RPK	Rasio Pelepasan Kalor	-
Re	Angka Reynolds	-
St	Angka Stanton	-
tc	Temperatur di kondensor	$^{\circ}\text{C}$
ti	Temperatur refrigeran	$^{\circ}\text{C}$
t_{is}	Temperatur permukaan dalam pipa	$^{\circ}\text{C}$
t_o	Temperatur udara	$^{\circ}\text{C}$
t_{os}	Temperatur permukaan luar pipa	$^{\circ}\text{C}$
T_n	Temperatur pada titik n	K
U_i	Koefisien perpindahan kalor total pipa bagian dalam	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$
U_o	Koefisien perpindahan kalor total pipa bagian luar	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$
V_n	Volume refrigeran pada titik n	m^3
W_{ad}	Usaha adiabatik	W
W_{ads}	Usaha adiabatik jenuh	W
W_k	Kerja kompresi	W
x	Ketebalan pipa	m
ΔQ	Jumlah kalor	J
ΔU	Perubahan energi dalam gas	J
ΔW	Perubahan kalor menjadi usaha	J

μ	Viskositas kondensat	Pa. det
η_c	Efisiensi Carnot	%
η_c	Efisiensi kompresi	%
ρ	Rapat massa kondensat	kg/m ³
x	Ketebalan logam pipa kondensor	m

