

**PENGUJIAN SISTEM REFRIGERASI *CASCADE*
MENGUNAKAN R22-R404A DENGAN VARIASI
TEKANAN *DISCHARGE* PADA *HIGH-STAGE***

SKRIPSI

Oleh

**CHRISTIAN
04 03 02 020 3**



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GANJIL 2007/2008**

**PENGUJIAN SISTEM REFRIGERASI *CASCADE*
MENGUNAKAN R22-R404A DENGAN VARIASI
TEKANAN *DISCHARGE* PADA *HIGH-STAGE***

SKRIPSI

Oleh

**CHRISTIAN
04 03 02 020 3**



**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GANJIL 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

PENGUJIAN SISTEM REFRIGERASI *CASCADE* MENGGUNAKAN R22-R404A DENGAN VARIASI TEKANAN *DISCHARGE* PADA *HIGH-STAGE*

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Skripsi ini merupakan bagian dari skripsi yang dikerjakan bersama dengan saudara **DONI REDFORD (04 03 02 024 6)** dengan judul : **PENGUJIAN SISTEM REFRIGERASI *CASCADE* MENGGUNAKAN R22-R404A DENGAN VARIASI TEKANAN *DISCHARGE* PADA *LOW-STAGE***. Sehingga harap maklum jika ada beberapa bagian dari buku ini ada kesamaannya dengan skripsi tersebut.

Depok, 9 Januari 2007

Christian
NPM. 04 03 02 020 3

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul:

PENGUJIAN SISTEM REFRIGERASI *CASCADE* MENGGUNAKAN R22-R404A DENGAN VARIASI TEKANAN *DISCHARGE* PADA *HIGH-STAGE*

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia dan disetujui untuk diajukan dalam sidang ujian skripsi

Skripsi ini merupakan bagian dari skripsi yang dikerjakan bersama dengan saudara **DONI REDFORD (04 03 02 024 6)** dengan judul : **PENGUJIAN SISTEM REFRIGERASI *CASCADE* MENGGUNAKAN R22-R404A DENGAN VARIASI TEKANAN *DISCHARGE* PADA *LOW-STAGE*.**

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

Dr. Ir. Budihardjo, Dipl. -Ing
NIP. 130 675 147

Dr. -Ing. Nasruddin, M.Eng
NIP. 132 142 259

Dosen Pembimbing 3

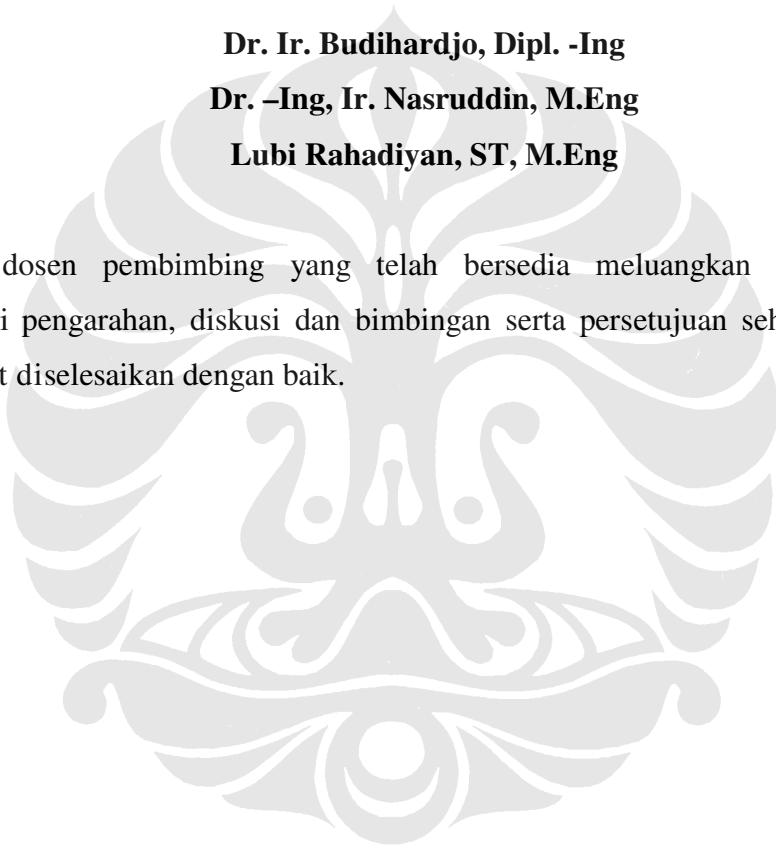
Lubi Rahadiyan, ST, M.Eng

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

Dr. Ir. Budihardjo, Dipl. -Ing
Dr. -Ing, Ir. Nasruddin, M.Eng
Lubi Rahadiyan, ST, M.Eng

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahannya, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.



DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN PENULISAN	2
1.4 PEMBATAAN MASALAH	2
1.5 METODOLOGI PENELITIAN	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 SEJARAH REFRIGERAN	5
2.2 PENIPISAN OZON	8
2.3 PERUBAHAN IKLIM	9
2.4 SELEKSI REFRIGERAN	10
2.5 KLASIFIKASI REFRIGERAN	12
2.5.1 Klasifikasi Berdasarkan Kandungan Senyawa	12
2.5.2 Klasifikasi Berdasarkan Sifatnya	13

2.6	Refrigerasi dan Sistem Refrigerasi	15
2.7	Siklus Refrigerasi	17
2.7.1	Siklus Refrigerasi Tunggal-Ideal	17
2.7.2	Siklus Refrigerasi <i>Cascade</i>	20
BAB III METODE PENELITIAN		22
3.1	PERALATAN PENGUJIAN	22
3.1.1	Kompresor	22
3.1.2	<i>Cascade Heat Exchanger</i>	23
3.1.3	Kondenser	24
3.1.4	Alat Ekspansi	24
3.1.5	<i>Filter Dryer</i>	25
3.1.6	Akumulator	25
3.1.7	<i>Oil Separator</i>	26
3.1.8	Box Pendingin	27
3.2	ALAT UKUR	27
3.2.1	Temperatur	27
3.2.2	Tekanan	28
3.2.3	Kelembaban	28
3.2.4	Daya Listrik	29
3.3	PROSEDUR PENGUJIAN	30
3.3.1	Pengisian Refrigeran	30
3.3.2	Kalibrasi Alat Ukur	31
3.3.3	Pemasangan Alat Ukur	32
3.4	Kondisi Pengujian	33
3.5	Skema Pengujian	33
3.6	Skema Suplai Arus Listrik	34
3.7	Proses Pengambilan Data	36
BAB IV HASIL DAN ANALISA		38
4.1	HASIL PENGUJIAN <i>STEADY</i> SISTEM <i>CASCADE</i>	38
4.1.1	<i>High-Stage</i>	38
4.1.2	<i>Low-Stage</i>	42

4.2	PENGARUH PERUBAHAN TEKANAN <i>DISCHARGE HIGH-STAGE</i> TERHADAP TEMPERATUR	44
4.2.1	<i>High-Stage</i>	44
4.2.2	<i>Low-Stage</i>	45
4.3	PENGARUH PERUBAHAN TEKANAN <i>DISCHARGE HIGH-STAGE</i> TERHADAP KAPASITAS REFRIGERASI	46
4.3.1	<i>High-Stage</i>	46
4.3.2	<i>Low-Stage</i>	47
4.4	PENGARUH PERUBAHAN TEKANAN <i>DISCHARGE HIGH-STAGE</i> TERHADAP COP	48
4.4.1	<i>High-Stage</i>	48
4.4.2	<i>Low-Stage</i>	49
4.4.3	<i>Cascade</i>	50
4.5	PENGARUH PERUBAHAN TEKANAN <i>DISCHARGE HIGH-STAGE</i> TERHADAP DIAGRAM P-H	51
4.5.1	Diagram p-h HS	51
4.5.2	Diagram p-h LS	52
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1	KESIMPULAN	53
5.2	SARAN	54
DAFTAR ACUAN		55
DAFTAR PUSTAKA		56
LAMPIRAN		57

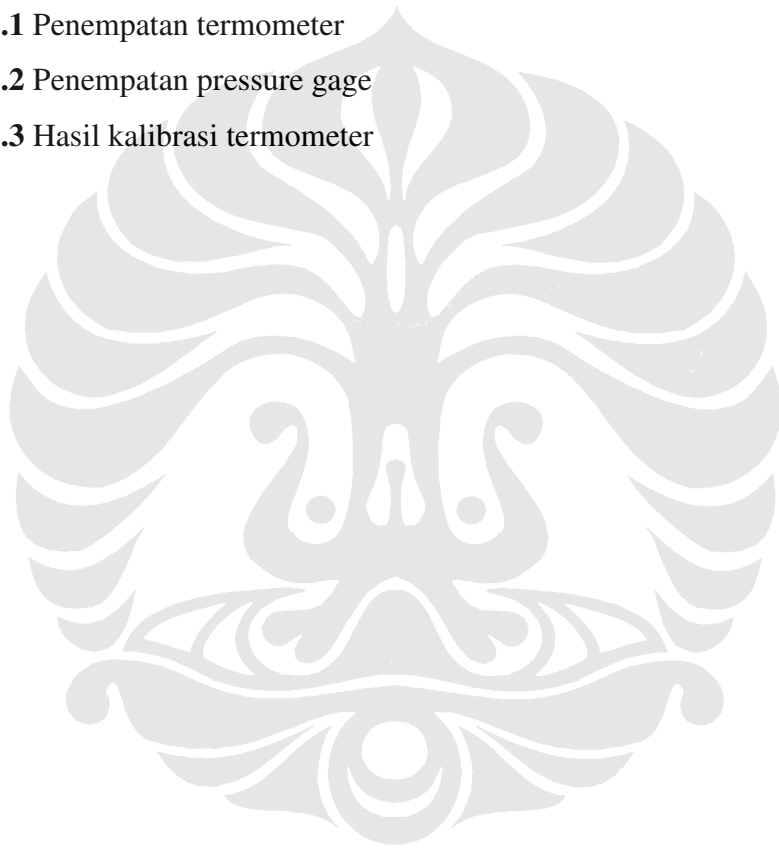
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Proses penipisan ozon	8
Gambar 2.2 Perubahan temperatur secara global [b]	9
Gambar 2.3 Diagram fase azeotrop positif	14
Gambar 2.4 Diagram fase azeotrop negatif	14
Gambar 2.5 Temperatur glide pada Rmix	15
Gambar 2.6 Siklus kompresi uap	16
Gambar 2.7 Siklus absorpsi	17
Gambar 2.8 Siklus refrigerasi tunggal dan p-h diagram	18
Gambar 2.9 Siklus refrigerasi cascade dan T-s diagram	21
Gambar 3.1 Kompresor R22	22
Gambar 3.2 Kompresor R404A	23
Gambar 3.3 Cascade heat exchanger	23
Gambar 3.4 Kondenser	24
Gambar 3.5 Pipa kapiler	24
Gambar 3.6 <i>Filter dryer</i>	25
Gambar 3.7 Akumulator	26
Gambar 3.8 <i>Oil separator</i>	26
Gambar 3.9 Box pendingin	27
Gambar 3.10 Termometer digital	27
Gambar 3.11 Pressure gage	28
Gambar 3.12 Higrometer digital	29
Gambar 3.13 Voltmeter	29
Gambar 3.14 Ampermeter	29
Gambar 3.15 Proses charging R22	31
Gambar 3.16 Pemasangan probe termometer digital	32

Gambar 3.17	Pemasangan <i>pressure gage</i>	32
Gambar 3.18	Sistem refrigerasi <i>cascade</i>	33
Gambar 3.19	Skema sistem refrigerasi <i>cascade</i>	34
Gambar 3.20	Wiring diagram	35
Gambar 3.21	Sistem elektris alat pengujian	36
Gambar 4.1	Grafik arus listrik terhadap waktu	39
Gambar 4.2	Grafik temperatur HS terhadap waktu	40
Gambar 4.3	Grafik tekanan HS terhadap waktu	41
Gambar 4.4	Grafik temperatur LS terhadap waktu	42
Gambar 4.5	Grafik tekanan LS terhadap waktu	43
Gambar 4.6	Grafik tekanan discharge HS terhadap temperatur	44
Gambar 4.7	Grafik tekanan discharge LS terhadap temperatur	45
Gambar 4.8	Grafik tekanan <i>discharge</i> HS terhadap kapasitas refrigerasi	46
Gambar 4.9	Grafik tekanan <i>discharge</i> LS terhadap kapasitas refrigerasi	47
Gambar 4.10	Grafik tekanan <i>discharge</i> HS terhadap COP	48
Gambar 4.11	Grafik tekanan <i>discharge</i> LS terhadap COP	49
Gambar 4.12	Grafik tekanan <i>discharge</i> HS terhadap COP <i>cascade</i>	50
Gambar 4.13	Siklus refrigerasi HS pada diagram p-h	51
Gambar 4.14	Siklus refrigerasi LS pada diagram p-h	52

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Nilai ODP dan GWP Beberapa Refrigeran	11
Tabel 3.1 Penempatan termometer	28
Tabel 3.2 Penempatan pressure gage	28
Tabel 3.3 Hasil kalibrasi termometer	32



DAFTAR SINGKATAN

COP	<i>coefficient of performance</i> [-]
GWP	global warming potential
h	entalpi (kJ/kg)
HS	<i>high-stage</i>
LS	<i>low-stage</i>
\dot{m}	laju aliran massa (kg/s)
η_{is}	efisiensi isentropis [-]
ODP	<i>ozon depletion potential</i>
P	daya kompresor (kW)
q	kalor (kJ/kg)
Q	kapasitas kalor (kW)
RH	relative humidity
w	kerja kompresor (kJ/kg)

Subscript

comp	kompresor
cond	kondenser
evap	evaporator
in	masuk
is	isentropis
out	keluar
xv	alat ekspansi
H	keluar kondenser
L	masuk evaporator

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Tabel data pengujian waktu <i>steady</i>	58
Lampiran 2 Tabel data pengujian variasi tekanan	58

