

TUGAS AKHIR

***MEASUREMENT OF EVAPORATION HEAT TRANSFER COEFFICIENT OF
REFRIGERANT R-134A IN A SMOOTH VERTICAL PIPE WITH COOLING
LOAD VARIATION***

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat
Strata-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



DISUSUN OLEH:

ARYA YUDA HANDIKA
20130130166

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2018

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, Januari 2018

Arya Yuda Handika
20130130166

PERSEMBAHAN

MAN JADDA WAJADA

Siapa bersungguh-sungguh pasti berhasil

MAN SHABARA ZHAFIRA

Siapa yang bersabar pasti beruntung

MAN SARA ALA DARBI WASHALA

Siapa menapaki jalan-Nya akan sampai ke tujuan

Tugas akhir ini kupersembahkan untuk:

*Sang Maha Pemberi Petunjuk “ALLAH SWT”
yang telah memberikan segala nikmat, hidayah dan inayah-Nya
jadikanlah hambamu ini
hamba yang selalu dekat dengan-Mu,
hamba yang selalu mendapat ridho-Mu,
hamba yang mendapatkan surga firdaus-Mu.*

*Sang Pengemban Misi Suci, “Rasulullah Muhammad SAW”
atas segala ajarannya, sehingga aku menjadi mengerti makna kehidupan yang
sesungguhnya, masukkanlah aku dalam golongan ummatmu dan berilah aku
syafa'atmu kelak di yaumul hisab*

*Ayahanda dan Ibunda tercinta
yang telah memberikan segala kasih sayang,
do'a, motivasi dan perhatiannya yang tanpa pamrih*

*Adikku tercinta yang telah memberikan cahaya terang sebagai motivasi
dalam hidupku dan dalam setiap langkahku*

Sahabat-sahabatku yang telah memberikan makna dalam hidupku

Almamaterku dan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

MOTTO

*“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan
maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan)
kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan yang lain)
dan kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap”
(Q.S. Al-Insyiroh :6-8)*

*“Bila kau tak tahan lelahnya belajar, maka kau harus tahan menanggung
kebodohan”
(Imam Syafi’i)*

*“Bekerjalah untuk duniamu seakan-akan akan hidup selamanya
dan
Bekerjalah untuk akhiratmu seakan-akan esok hari kau tiada”
(Rasulullah Muhammad SAW)*

*Orang yang tidak pernah melakukan kesalahan adalah orang yang tidak mencoba
sesuatu yang baru
(Anonim)*

*Sukses tidak datang dari apa yang diberikan oleh orang lain, tapi datang dari
keyakinan dan kerja keras kita sendiri
(Anonim)*

*Biarkan orang lain meremehkanmu tapi jangan biarkan dirimu meremehkan diri
sendiri
(Anonim)*

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatulloohi Wabarokatuhu

Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “PENGUKURAN KOEFISIEN PERPINDAHAN KALOR EVAPORASI REFRIGERANT R-134a DI DALAM SALURAN HALUS VERTIKAL DENGAN VARIASI KAPASITAS BEBAN PENDINGINAN”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Selama proses penyelesaian dan penulisan skripsi, banyak pihak yang memberikan bantuan baik secara moril maupun materil kepada penulis, sehingga dengan segala kerendahan hati penulis sampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta Bapak Budi Susanto dan Ibu Deslinar atas kesabaran dalam mendidik penulis serta doa dan dukungan yang telah diberikan demi keberhasilan dan kesuksesan penulis.
2. Bpk. Berli Paripurna Kamil, S.T., M.M., M.Eng.Sc, Ph. selaku ketua jurusan Teknik Mesin UMY.
3. Bpk. Tito Hadji Agung S., S.T., M.T selaku dosen pembimbing skripsi I yang telah banyak memberi motivasi serta bimbingan, baik selama proses perkuliahan maupun penyelesaian skripsi.
4. Bpk. Thoharudin, S.T., M.T selaku dosen pembimbing skripsi II yang telah memberi arahan, bantuan, dan saran atas penyelesaian skripsi.

5. Bpk. Muhammad Nadjib, S.T., M.Eng selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Staff Pengajar, Laboratorium dan Tata Usaha Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
7. Grup refrigerasi, Arif, Anis, Akhid, Nala, Kabul, Erjati, Sahlan, yang telah mendukung dan membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
8. Teman-teman Teknik Mesin UMY khususnya angkatan 2013, yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terimakasih atas dukungannya.
9. Pihak-pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, terimakasih atas dukungan dan semangatnya.

Dengan kerendahan hati penulis sadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, maka diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi khasanah ilmu pengetahuan khususnya bidang Teknik Mesin.

وَالشُّكْرُ لِلَّهِ وَالرَّحْمَةُ لِلَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Yogyakarta, Januari 2018

Arya Yuda Handika
20130130166

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
<i>PERSEMBAHAN</i>	iii
<i>MOTTO</i>	iv
INTISARI	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I.....	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Batasan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Tujuan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Manfaat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.6 Sistematika Penulisan.....	Error! Bookmark not defined.
BAB II.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 Tinjauan Pustaka	Error! Bookmark not defined.
2.2 Dasar Teori.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Perpindahan Kalor	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 Perpindahan Kalor Konduksi(Stedi Satu Dimensi)	Error! Bookmark not defined.
2.2.5. Perpindahan kalor pada <i>Heat Exchanger</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2.6. Beda Teratur Rata-rata Logaritmik (LMTD) .	Error! Bookmark not defined.
2.2.7. Laju Perpindahan Kalor	Error! Bookmark not defined.
2.2.8. Koefisien Perpindahan Kalor Evaporasi	Error! Bookmark not defined.

2.2.9.	Pola Aliran	Error! Bookmark not defined.
2.2.10.	Beban Pendingin	Error! Bookmark not defined.
2.2.11.	Sistem beban pendingin	Error! Bookmark not defined.
2.2.12.	Kompresor.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.12.	Kondensor	Error! Bookmark not defined.
2.2.13.	Katup Ekspansi	Error! Bookmark not defined.
2.2.14.	Evaporator (Penguap)	Error! Bookmark not defined.
BAB III		Error! Bookmark not defined.
METODE PENELITIAN.....		Error! Bookmark not defined.
3.1	Bahan yang akan di gunakan.....	Error! Bookmark not defined.
3.2	Skema Alat Uji	Error! Bookmark not defined.
3.3	Peralatan Pengujian	Error! Bookmark not defined.
1.	Kompresor	Error! Bookmark not defined.
2.	Kondensor	Error! Bookmark not defined.
3.	Evaporator	Error! Bookmark not defined.
4.	Katup Ekspansi	Error! Bookmark not defined.
5.	Motor Listrik	Error! Bookmark not defined.
6.	Inverter	Error! Bookmark not defined.
7.	Filter Dryer	Error! Bookmark not defined.
8.	MCB (<i>Mini Circuit Breaker</i>).....	Error! Bookmark not defined.
9.	<i>Pressure Gauge</i>	Error! Bookmark not defined.
10.	Pompa Air.....	Error! Bookmark not defined.
11.	Katub (<i>Valve</i>).....	Error! Bookmark not defined.
12.	<i>Manometer Air Raksa</i>	Error! Bookmark not defined.
13.	<i>Rotameter Air</i>	Error! Bookmark not defined.
14.	<i>Manifold</i>	Error! Bookmark not defined.
15.	<i>Thermoreader</i>	Error! Bookmark not defined.
16.	<i>Sight Glass</i> (Kaca Pendukung)	Error! Bookmark not defined.

17.	<i>Anemometer</i>	Error! Bookmark not defined.
18.	<i>Voltage Regulator</i>	Error! Bookmark not defined.
19.	<i>Manifold</i>	Error! Bookmark not defined.
20.	<i>Multimeter</i>	Error! Bookmark not defined.
21.	Tang Ampere	Error! Bookmark not defined.
22.	Pipa Kapiler	Error! Bookmark not defined.
23.	Pipa Paralon (PVC).....	Error! Bookmark not defined.
24.	<i>Heater</i> dan Seksi Uji.....	Error! Bookmark not defined.
25.	<i>Blower</i>	Error! Bookmark not defined.
26.	<i>Orifice</i>	Error! Bookmark not defined.
3.4	Diagram Aliran Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.5	Kalibrasi Termokopel.....	Error! Bookmark not defined.
3.6	Kalibrasi <i>Orifice</i>	Error! Bookmark not defined.
3.7	Tes Kebocoran.....	Error! Bookmark not defined.
3.8	Pengisian <i>Refrigeran</i>	Error! Bookmark not defined.
3.9	Prosedur Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.9.1	Persiapan.....	Error! Bookmark not defined.
3.9.2	Tahap Pengujian	Error! Bookmark not defined.
3.9.3	Tahap Pengambilan Data	Error! Bookmark not defined.
3.9.4	Parameer yang digunakan dalam perhitungan	Error! Bookmark not defined.
3.10	Rencana Analisis Data	Error! Bookmark not defined.
BAB IV		Error! Bookmark not defined.
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		Error! Bookmark not defined.
4.1	Hasil Penelitian	Error! Bookmark not defined.
4.2	Perhitungan.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.1	Perhitungan Beban Pendingin (<i>Cooling Load</i>)....	Error! Bookmark not defined.
4.2.2	Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor (h_{evap})	Error! Bookmark not defined.

4.3 Pembahasan	Error! Bookmark not defined.
BAB V	Error! Bookmark not defined.
KESIMPULAN DAN SARAN.....	Error! Bookmark not defined.
5.1 Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2 Saran.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Grafik hubungan antara COP dengan beban pendingin pada LPG dan R12 (Yudha, 2013). **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.2 Grafik hubungan waktu pendinginan terhadap temperature cold box untuk setiap variasi beban pendingin (Anwar, 2010). **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.3 Grafik hubungan beban pendingin terhadap COP (Anwar, 2010). **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.4 Grafik $x-h_{TP,eksp.}$ untuk berbagai tekanan evaporasi **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.5 Grafik kapasitas beban pendingin (Colling Load) terhadap nilai koefisien perpindahan kalor evaporasi (Nala, 2017) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.6 Perpindahan kalor pada dinding datar (Kurniawan, 2007) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.7 Perpindahan kalor pada silinder (pipa) (Kurniawan, 2007) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.8 Penukar kalor tipe plat datar yang melukiskan aliran lintang. ... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.9 Pemanas udara aliran lintang yang melukiskan aliran lintang dengan satu fluidanya bercampur dan fluida lainnya tak bercampur (Firman, 2014) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.10 Diagram penukar kalor sederhana (Kurniawan, 2007) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.11 Penukar kalor shell and tube dengan sekat-sekat (baffles) Segmen (Haryanto, 2015) **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.12 Regenerative heat exchanger (Haryanto, 2015)**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.13 Cooling Tower (Haryanto, 2015).....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.14 Profil temperatur aliran berlawanan (counter flow) (Haryanto, 2015)
.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.15 Profil temperatur aliran searah (parallel flow) (Haryanto, 2015)**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.16 Grafik faktor koreksi (F) untuk 1 shell pass dan 2 atau kelipatan tube pass (Cengel, 2003).....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.17 Skema perpindahan Kalor Evaporasi (Cengel, 2003)**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.18 Konfigurasi pipa vertikal dengan arah aliran kebawah (Collier, 1994)
.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.19 Konfigurasi pipa vertikal dengan arah aliran keatas (Collier, 1994)
.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.20 Distribusi pola aliran saluran pipa horisontal (Collier, 1994).. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.21 Skema beban pendingin (Syahputra, 2012)**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.22 Skema refrigerasi siklus kompresi uap.(Urieli, tanpa tahun)... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.23 Kompresor torak (Electronic, 2011) ..**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.24 Kompresor rotary (Electronic, 2011)**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.25 Kondenser**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.26 Katup Ekspansi**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.27 Evaporator**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.1 Skema alat uji.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.2 Kompresor NIPPONDENSO 10P15C	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.3 Kondenser	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.4 Evaporator	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.5 Katup Ekspansi	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.6 Motor Listrik	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.7 Inverter 3 Phase Merk CHINT	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.8 Filter Dryer	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.9 MCB(Mini Circuit Breaker).....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.10 (a) Pressure gauge high pressure	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.11 Pompa Air	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.12 Katup (Valve).....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.13 Manometer Air Raksa.	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.14 Rotameter Air.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.15 Manifold.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.16 Thermoreader	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.17 Sight Glass	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.18 Anemometer	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.19 Voltage Regulator	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.20 Manifold.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.21 Multimeter.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.22 Tang Ampere.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.23 Pipa Kapiler.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.24 Pipa Paralon (PVC).....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.25 Heater dan Seksi Uji	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.26 Skema seksu uji.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.27 Blower	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.28 Orifice	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.29 Skema Orifice	Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.30 Diagram Aliran Penelitian.....**Error! Bookmark not defined.**
 Gambar 3.31 Diagram Aliran Penelitian(Lanjutan)**Error! Bookmark not defined.**
 Gambar 3.32 Diagram Aliran Penelitian (lanjutan)**Error! Bookmark not defined.**
 Gambar 3.33 Skema Manometer (Kurniawan, 2013)**Error! Bookmark not defined.**
 Gambar 3.34 Grafik hubungan beda tekanan ΔP rata-rata orifice dengan bilangan Re
**Error! Bookmark not defined.**
 Gambar 3.35 Grafik hubungan bilangan Re dengan koefisien curah (C)..... **Error!
 Bookmark not defined.**

Gambar 4.1 Grafik hubungan antara nilai q'' dengan kapasitas beban pendingin
 (colling load).....**Error! Bookmark not defined.**
 Gambar 4.2 Grafik hubungan antara nilai T_{wi} dengan kapasitas beban pendingin
 (Colling Load).....**Error! Bookmark not defined.**
 Gambar 4.3 Grafik hubungan antara T_{sat} dengan beban pendingin (Colling load).
**Error! Bookmark not defined.**
 Gambar 4.4 Grafik hubungan antara $T_{wi} - T_{sat}$ dengan kapasitas beban pendingin
 (cooling load).....**Error! Bookmark not defined.**
 Gambar 4.5 Grafik koefisien perpindahan kalor evaporasi (h_{evap}) dengan beban
 pendingin (cooling load).....**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pengambilan data awal.....	74
Tabel 4.2 Kaliberasi data temperature.....	77
Tabel 4.3 Hasil Pengamatan untuk mencari nilai Cooling load.....	80
Tabel 4.4 Hasil Pengamatan untuk mencari nilai h_{evap}	81

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Kalibrasi Orifice.....	98
LAMPIRAN 2 Kalibrasi Termokopel	99
LAMPIRAN 3 Daftar Notasi Dan Singkatan.....	100
LAMPIRAN 4 Keterangan Temperatur.....	101