

TUGAS SARJANA
BIDANG KONVERSI ENERGI
“PENGARUH DEBIT UDARA FCU TERHADAP KOEFISIEN PERPINDAHAN KALOR
MESIN PENDINGIN MINI CHILLER”

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Program Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta

Dibuat Oleh :

ICHSAN
1710017211038



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2022

**LEMBARAN PENGESAHAN PENGUJI
TUGAS SARJANA**

**“PENGARUH DEBIT UDARA FCU TERHADAP KOEFISIEN PERPINDAHAN KALOR
MESIN PENDINGIN MINI CHILLER”**


*Telah diuji dan dipertahankan pada Sidang Tugas Sarjana
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta
pada Tanggal 10 Februari 2022 dengan Dosen-dosen Penguji*

Oleh:

Ichsan
NPM: 1710017211038


Disetujui Oleh:

Ketua Sidang

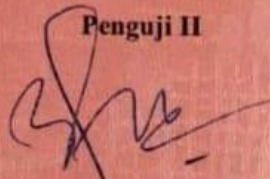

Ir. Suryadimal S.T., M.T.
NIDN: 1029067002

Diketahui Oleh:

Penguji I


Drs. Ir. Mulyanef., M.Sc.
NIDN: 0002085903

Penguji II


Dr. Burmawi, S.T., M.Si.
NIDN: 0027126901

**LEMBARAN PENGESAHAN
TUGAS SARJANA**

**“PENGARUH DEBIT UDARA FCU TERHADAP KOEFISIEN PERPINDAHAN KALOR
MESIN PENDINGIN MINI CHILLER”**

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Program Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh:

Ichsan
1710017211038

Disetujui Oleh:

Pembimbing I

Ir. Survadimal S.T., M.T.
NIDN: 1029067002

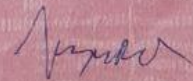
Diketahui Oleh:

**Dekan
Fakultas Teknologi Industri**



Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.
NIDN: 1012097403

**Ketua
Jurusan Teknik Mesin**



Dr. Ir. Yovial Mahvoeddin RD., M.T.
NIDN: 1013036202

ABSTRAK

Sistem *Mini water chiller* terdiri dari dua siklus yaitu siklus primer dan siklus sekunder. Pada siklus primer yang bertindak sebagai fluida kerja adalah refrigeran dan pada siklus sekunder yang bertindak sebagai fluida kerja adalah air. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penyerapan panas oleh udara terhadap air pendingin yang terjadi pada FCU. Penelitian ini dilakukan dengan menganalisa perpindahan kalor yang terjadi di FCU pada sistem *mini water chiller* tersebut. Dengan memvariasikan kecepatan udara dan laju masa air di FCU. Dimana nilai laju aliran masa air 0,178 m³/min, 0,196 m³/min, 0,128 m³/min, 0,226 m³/min, 0,247 m³/min dengan memvariasikan kecepatan udara di FCU 40-60 m/s. Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa laju aliran masa air berpengaruh terhadap kerja kompresor dimana terjadi kenaikan daya kompresor seiring bertambahnya penyerapan masa air oleh udara di FCU sekitar 3,9%, Efek refrigerasi mempunyai trend menurun seiring dengan bertambah laju aliran masa air . Pada laju aliran masa 0,128 efek refrigerasi nilai tertinggi sebesar 164,4 kJ/kg dan terendah 163,4 kJkg, kemudian naik lagi mencapai 163,6 kJkg , hal ini diduga disebabkan karena penyerapan energi di fcu bertambah besar. Jika dibandingkan dengan memperlambat kecepatan udara yang melewati FCU maka pengaruh perubahan laju aliran masa air terhadap koefisien perpindahan kalor akan meningkat.

Kata kunci : Mini water chiller, laju aliran massa, perpindahan kalor, FCU, siklus primer, siklus sekunder.

ABSTRAC

Mini water chiller system consists of two cycles, namely the primary cycle and the secondary cycle. In the primary cycle, which acts as the working fluid is refrigerant and in the secondary cycle, which acts as the working fluid is water. The purpose of this study was to determine the absorption of heat by air against cooling water that occurs in the FCU. This research was conducted by analyzing the heat transfer that occurs in the FCU in the mini water chiller system. By varying the air velocity and water mass rate in the FCU. Where the value of the mass flow rate of water is 0.178 m³/min, 0.196 m³/min, 0.128 m³/min, 0.226 m³/min, 0.247 m³/min by varying the air velocity in the FCU from 40-60 m/s. From this study, it was found that the mass flow rate of water affects the compressor work where there is an increase in compressor power as the absorption of water mass by the air in the FCU increases around 3.9%, the refrigeration effect has a decreasing trend as the mass flow rate of water increases. At the mass flow rate of 0.128, the highest refrigeration effect was 164.4 kJ/kg and the lowest was 163.4 kJ/kg, then it rose again to 163.6 kJ/kg, this is thought to be due to an increase in energy absorption in the fcu. When compared to slowing down the air velocity passing through the FCU, the effect of changes in the mass flow rate of water on the heat transfer coefficient will increase.

Keyword : *Mini Water Chiller, Mass Flow Rate, Heat Transfer, Fan Coil Unit, Primary Cycle, Secondary Cycle*

HALAMAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ichsan.

NIM : 1710017211038.

Program Studi : Strata-1 Teknik Mesin.

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Debit Udara FCU Terhadap Koefisien
Perpindahan Kalor Mesin Pendingin Mini Chiller.

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul di atas adalah benar hasil karya sendiri kecuali yang bereferensi dan dinyatakan sumbernya pada referensi yang tertera dalam daftar pustaka.

Padang, 1 Februari 2022

Saya yang menyatakan,

Ichsan

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Sujud Syukur Pada Sang Maha, Allah SWT
Terima Kasihku Pada Pembawa Cahaya Penuntun, Nabi Muhammad SAW
Kecup Indah Untuk Pembimbing Kehidupan Manusia, Alqur'an
Maha Suci Engkau, Tidak Ada Pengetahuan Kami
Kecuali Yang Engkau Ajarkan Kepada Kami
Sesungguhnya Engkaulah
Yang Maha Mengetahui Lagi Maha Bijaksana*

(Al Baqarah: 32)

*Sesungguhnya Sesudah Kesulitan Itu Ada Kemudahan
Maka Apabila Kamu Telah Selesai Dalam Suatu Urusan
Kerjakanlah Dengan Sungguh – Sungguh Urusan Yang Lain
Dan Hanya Kepada Allah- Lah Kamu Berharap
...Ya Tuhanku Tunjukilah Aku Untuk Mensyukuri Nikmat Engkau
Yang Telah Engkau Berikan kepadaku Dan Kepada Ibu dan Bapakku
Dan Supaya Aku Dapat Berbuat Amal Yang Shaleh Yang Engkau Ridhoi...*

(QS : Al – Ahqaaf : 15)

*Yaa Allah... Yaa Rohmaan... Yaa Rohiim... Alhamdulillah
Hari Ini Aku Merasa Lega Dan Dapat Tersenyum Serta
Bersyukur Padamu ya Allah
Atas Hari Yang Telah Engkau Janjikan Jadi Milikku
Karena-Mu Yaa Allah Aku Mampu Meraih Gelar Kesarjanaan
Segelintir Harapan Dan Keberhasilan Telah Ku Gapai
Namun Seribu Tantangan Masih Harus Ku Hadapi
Hari Ini Merupakan Langkah Awal Bagiku
Meraih Cita – Cita, Maka Dari Itu Aku Mohon Pada-Mu Yaa Allah
Tunjukilah Aku Dan Bimbinglah Aku Dalam Rahmat-Mu...*

Ibu Dan Ayah...

Kasihmu Begitu Tulus Dan Suci

Demi Harapan Dan Cita-cita Anakmu

Pengorbananmu Adalah Langkah Masa Depanmu Rintangan

Dan Tantanganmu Adalah Pelita Hidupku Dengan Segala Kerendahan Dan

Ketulusan Hati Kupersembahkan Buah Goresan Pikiran Ini

Keharibaan Bapak (Mustafa Hamid) Dan Ibu (Sariani)

Tercinta Yang Merupakan Semangat

Hidup Bagi Ku.

Terima Kasih atas ilmu yang telah bapak/ibu berikan kepadaku, bimbingan dan juga dorongan sehingga aku bisa menyelesaikan pendidikan Stara satu (S1) ini, untuk bapak, Suryadimal, S.T, M.T selaku pembimbing saya dalam menjalani tugas akhir yang telah membimbing saya dari awal hingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir saya ini, dan tak lupa juga saya berterimakasih kepada seluruh Bapak/ Ibu dosen teknik mesin Universitas Bung Hatta, Bapak Iqbal, S.T.,M.T, ibu Dr.Ir. Wenny Martiana, M.T, bapak Ir Mulyanef, M.Sc., pak Dr. Yovial Mahjoedin, M.T, pak Dr. Burmawi, S.T.,M.Si., pak Ir Kaidir, M.Eng. M.T, pak Ir Duskiardi, M.T pak Rizki Arman, S.T.,M.T pak Dr.Ir Edi septe S.,M.T. dan saya ucapkan beribu-ribu terimakasih.

Untuk Ayah dan Ibu, Uda Anhar S.Pd, kakak Yelvina Andriani, S.E, kakak Rahmilasari, S.E, kakak Tuti, Bg David, Bg caputra, dan salwa nasyita rahim, Ryyanka Adelard Devano, berkat do'a restu darimu saya bisa menyelesaikan semuanya, terimakasih telah mensupport saya untuk menyelesaikan pendidikan S-1 untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik, yang tidak hentinya menyemangati dan memotivasi hingga saya bisa diwisuda, dan harapan saya semoga hal ini bisa menambah semangat bagi keluarga saya untuk mendapatkan kehidupan yang lebih bahagia dunia-akhirat, Aaaminn.....

Special Thanks To My Beloved Qatrun Nada A.Md.T, berkat do'a dan semangat darimu aku dapat menyelesaikan pendidikan Strata-1 Teknik Mesin, Terimakasih sayang yang telah sabar dan mendengarkan keluh kesahku yang selama ini aku ceritakan kepadamu di tiap malam ku, dan semoga untuk kedepan nya kita saling support untuk masa depan kita berdua, dan aku berharap ini merupakan awal dari perjalanan kita untuk menggapai impian kita berdua, Stay With Me My love hingga semua impian kita terkabulkan, tetap semangat dan tetap sabar menghadapi apa yang kita lalui, dan jangan pernah berubah, tetaplah menjadi Nada yang selalu aku kenal "LOVE YOU SO MUCH MY CABI'S. QATRUN NADA A.Md.T,"

And Special Thanks To Big Family Jambak, khususnya untuk Ayah dan Ibu terimakasih banyak telah menerimaku dan yang telah membuatku semangat untuk menyelesaikan semuanya, semoga semua kebaikan ibu dan ayah di balas oleh Allah SWT, untuk Rahma dan Agi tetap semangat menyelesaikan pendidikan nya semoga cita-cita nya tercapai dan bisa buat bangga ayah dan ibu beserta kakak Nada dan Kakak Ulya Aamin....

Untuk Sahabat-Sahabtku Tercinta

Teknik Mesin Angkatan 2017 yang senasib dan seperjuangan

buat senior dan junior Teknik Mesin

Persahabatan Yang Indah Ini Tidak Akan Pernah Putus.

Sahabat Adalah Orang Yang Mengulurkan Tangan Disaat Kita

Susah Mengangkat Kita Saat Kita Terjatuh Dan

Membawa Kebahagiaan

Disaat Senang

Untuk Angkatan 2017 Teknik Mesin

Yang masih berjuang tanpa di sebut nama nya satu per satu tetap semangat dan jangan Pernah putus asa untuk meraih cita-cita

Semoga kita semua menjadi orang Sukses

Terimalah Semua Ini Sebagai Bakti Dan Bukti Cintaku

Atas Segala Doa Dan Kasih Sayang Yang Telah Diberikan Kepadaku

Semoga Rahmat Allah Yang Ku Terima

Menjadi Cahaya Dalam Kehidupanku Dan Kehidupan Kita Semua

Amin Ya Robbal Alamin....

Padang, 01 Februari 2022

ICHSAN

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu wa ta'ala. yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, serta berkat petunjuk-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi .tugassarjana ini merupakan pengajuan judul untuk pembuatan tugas sarjana sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin. Adapun judul dari skripsi tugas sarjana ini adalah“Pengaruh Debit Udara FCU Terhadap Koefisien Perpindahan Kalor Mesin Pendingin Mini Chiller “

Sehubungan dengan telah selesainya tugas sarjana ini, yang mana tak terlepas dari bantuan beberapa pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Rektor Universitas Bung Hatta bapak Prof. Dr. Tafdil Husni, S.E, M.B.A
2. Dekan FTI ibuk Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T
3. Ketua Program Studi Teknik Mesin Bapak Dr. Ir. Yovial Mahyoeddin RD., M.T
4. Dosen Pembimbing Bapak. Suryadimal S.T.,M.T.
5. Dosen Prodi Teknik Mesin dan Tenaga Kependidikan FTI
6. Kepada orang tua yang mendoakan serta mensupport
7. Teman Teman dan Semua pihak yang telah membantu penulis dalam pembuatan tugas sarjana ini Semoga bantuan yang telah diberikan baik moril maupun materil dibalas oleh Allah Subhanahu wa ta'ala dengan pahala yang berlipat ganda.

Demikian skripsi ini penulis buat semoga bermanfaat dan dapat digunakan sebagaimana mestinya.Penulis berharap agar kiranya sarjana ini dapat diterima.

Padang , 1 Februari 2022

Ichsan

DAFTAR ISI

LEMBARAN PENGESAHAN PENGUJI	Error! Bookmark not defined.
LEMBARAN PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN ORISINALITAS	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GRAFIK	xiv
BAB I	
PENDAHULUAN	
1.1 <i>Latar Belakang</i>	1
1.2 <i>Rumusan Masalah</i>	4
1.3 <i>Tujuan Penelitian</i>	4
1.4 <i>Batasan Masalah</i>	4
1.5 <i>Manfaat Penelitian</i>	4
1.6 <i>Sistematika Penelitian</i>	5
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>Mesin Pendingin</i>	6
2.2 <i>Chiller</i>	7
2.3 <i>Komponen Utama chiller</i>	9
2.4 <i>Sistem Pengondisian Udara Kompresi Uap</i>	15
2.5 <i>Refrigerant</i>	21
2.6 <i>Alat Penukar Kalor (Heat Exchanger) Shell and Tube</i>	25
2.7 <i>Perpindahan Kalor</i>	27
2.8 <i>Entalpy</i>	31
2.9 <i>Pengertian Termodinamika</i>	31

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1	<i>Diagram Alir Penelitian</i>	34
3.2	<i>Waktu dan tempat</i>	35
3.3	<i>Alat dan Skema Penelitian</i>	35
3.3.1	<i>Alat yang digunakan untuk penelitian :</i>	35
3.3.2	<i>Spesifikasi Komponen-komponen Alat Mini Chiller</i>	36
3.3.3	<i>Skema Alat Uji</i>	42
3.4	<i>Alat Ukur Yang Digunakan</i>	43
3.5	<i>Prosedur Pengambilan Data</i>	49
3.6	<i>Perhitungan Unit Sistik Primer (Sistik Kompresi Uap)</i>	53
2.7.	<i>Perhitungan Sistik Sekundar FCU</i>	57

BAB IV

PEMBAHASAN DAN ANALISA

4.1	<i>Data Pengujian</i>	61
4.2	<i>Pengelohan Data</i>	64
4.3	<i>Analisis Data</i>	67

BAB V

KESIMPULAN

5.1	<i>Kesimpulan</i>	73
-----	-------------------------	----

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Air Cooled System	7
Gambar 2. 2 Water Cooled.....	8
Gambar 2. 3 kompresor	9
Gambar 2. 4 Kondensor	10
Gambar 2. 5 Alat Ekspansi.....	11
Gambar 2. 6 Evaporator	11
Gambar 2. 7 Water Pump	12
Gambar 2. 8 Cooling Tower (Sumber: <i>Newin cooling tower.com</i>).....	13
Gambar 2. 9 FCU	13
Gambar 2. 10 Air Handling Unit (AHU)	14
Gambar 2. 11 Ducting	14
Gambar 2. 12 Water Tank Supply.....	15
Gambar 2. 13 Siklus Kompresi Uap Standar	16
Gambar 2. 14 Diagram T-S (a) dan Diagram P-H (b).....	17
Gambar 2. 15 Daur Refrigerasi	18
Gambar 2. 16 Refrigerant R-22.....	25
Gambar 2. 17 Shell-Tube Tipe <i>Counter Flow</i>	25
Gambar 2. 18 Bentuk Perpindahan Kalor	27
Gambar 2. 19 Sistem Termodinamika.....	32
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	34
Gambar 3. 2 Alat Uji Mini Chiller	35
Gambar 3. 3 Kompresor Full Hermetic 1.5 Hp.....	36
Gambar 3. 4 Kodensor	37
Gambar 3. 5 Thermal Expansion Valve	37
Gambar 3. 6 Receiver Tank.....	38
Gambar 3. 7 Filter Dryer	39
Gambar 3. 8 Sight Glass.....	39
Gambar 3. 9 Shell Tube (Water Cooling)	40
Gambar 3. 10 Blower FCU	41
Gambar 3. 11 Skema Alat Uji Mini Chiller	42
Gambar 3. 12 Thermometer Digita Dual Input	43
Gambar 3. 13 Termometer Digital Mini	44
Gambar 3. 14 Ampermeter.....	45
Gambar 3. 15 Voltmeter.....	46
Gambar 3. 16 Pressure Gauge	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1Konduktivitas Bahan	29
Tabel 4. 1 Data Sistim Primer.....	61
Tabel 4. 2 Data Sistem Sekunder	63
Tabel 4. 3 Entalphi Dan Entropi Dari Tabel Dan Grafik Refrigeran	64
Tabel 4. 4 Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor	66

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Laju Massa Air- Daya Kompresor	67
Grafik 4. 2 Laju Masa Air-Efek Refrigerasi (Bean Evaporator)	68
Grafik 4. 3 Laju Masa Air-COP	69
Grafik 4. 4 Perbandingan Laju Masa Air- Kerja Kompresor	69
Grafik 4. 5 Perbandingan COP-Laju Masa Air	70
Grafik 4. 6 Koefisien Perpindahan Kalor- Laju Masa Air	71
Grafik 4. 7 Koefisien Perpindahan Kalor- Laju Masa Air	72