

**TUGAS SARJANA**  
**BIDANG KONVERSI ENERGI**  
**“PERBANDINGAN PENGARUH EFEK ALIRAN *COUNTER FLOW* DAN  
*PARAREL FLOW* TERHADAP *EXERGY* DAN *PERFORMANCE* PADA  
FCU MESIN PENDINGIN *MINI WATER CHILLER REFRIGERANT R32*”**

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

**Oleh :**

**LAZUARDI ABDILLAH**  
**NPM 2010017211001**



**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS BUNG HATTA**  
**PADANG**  
**2024**

**LEMBARAN PENGESAHAN PENGUJI**

**TUGAS SARJANA**

**“PERBANDINGAN PENGARUH EFEK ALIRAN *COUNTER FLOW* DAN  
*PARAREL FLOW* TERHADAP *EXERGY* DAN *PERFORMANCE* PADA  
FCU MESIN PENDINGIN *MINI WATER CHILLER REFRIGERANT R32*”**

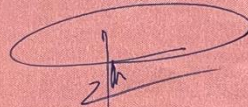
*Telah Diuji Dan Dipertahankan Pada Sidang Tugas Sarjana  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta  
Pada Tanggal 21 Agustus 2024 Dengan Dosen-dosen Penguji*

**Oleh:**

**Lazuardi Abdillah**  
**2010017211001**

*Disetujui Oleh:*

**Ketua Sidang**



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

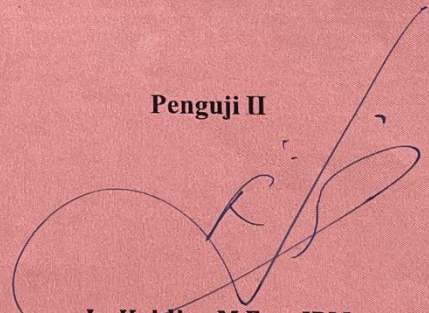
*Mengetahui:*

**Penguji I**



**Ir. Iman Satria, S.T., M.T., IPM., Asean.Eng**  
**NIDN : 1031077301**

**Penguji II**



**Ir. Kaidir., M.Eng. IPM**  
**NIDN : 0003076301**

LEMBARAN PENGESAHAN

TUGAS SARJANA

“PERBANDINGAN PENGARUH EFEK ALIRAN *COUNTER FLOW* DAN  
*PARAREL FLOW* TERHADAP *EXERGY* DAN *PERFORMANCE* PADA FCU MESIN  
PENDINGIN MINI WATER CHILLER REFRIGERANT R32”

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan*

*Program Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin*

*Fakultas Teknologi Industri*

*Universitas Bung Hatta*

*Oleh:*

**Lazuardi Abdillah**  
2010017211001

*Disetujui Oleh:*

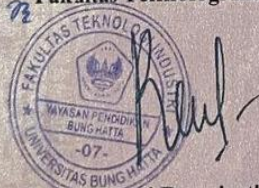
**Pembimbing**



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

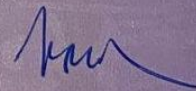
*Mengetahui:*

**Dekan  
Fakultas Teknologi Industri**



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

**Ketua  
Jurusan Teknik Mesin**



**Dr. Ir. Yovial Mahyoeddin RD., M.T**  
NIDN: 101303620

## KATA MUTIARA

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

(QS : Al – Insyirah : 6 – 7 )

...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 Depan Rintangan

Dan Tantanganmu Adalah Pelita Hidupku Dengan Segala Kerendahan Dan

Ketulusan Hati Kupersembahkan Buah Goresan Pikiran Ini

Kehadiran Ayah (Riadi) Dan ibu (Nanilbia)

Tercinta Yang Merupakan Semangat

Hidup Bagi Ku.

Terima Kasih atas segala dorongan,

serta Do'a Selama Ini Dan Doa Yang Tak Putus-putusnya Dari kedua orang tua ku  
dan kakakku ( Apt. Endang Sri Nengsih, S.fram)

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 Dr. Ir. Yovial Mahjoedin RD.,M.T ,Ibu Dr. Ir. Wenny Martiana, M.T  
,Bapak Drs. Mulyanef, S.T., M.Sc. ,Pak Dr. Ir Edi septe S.,M.T., Pak Dr.  
Burmawi, S.T.,M.Si., Pak Ir Kaidir, M.Eng. Ir. Pak Suryadimal, S.T., M.T., IPM  
,Pak Ir Duskiardi, M.T Pak Ir. Risky Arman, S.T.,M.T Pak Iqbal, S.T., M.T dan  
aku ucapkan beribu-ribu terimakasih.

Untuk Sahabat-Sahabtku Tercinta

Teknik Mesin Angkatan 2020 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 2018 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....

***Wassalam,***

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Lazuardi Abdillah', with a horizontal line drawn through the middle of the signature.

***Lazuardi Abdillah***

## KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang mana penulis telah dapat menyelesaikan penulisan proposal tugas akhir ini. Adapun judul Proposal Tugas Sarjana ini adalah **“PERBANDINGAN PENGARUH EFEK ALIRAN *COUNTER FLOW* DAN *PARAREL FLOW* TERHADAP *EXERGY* DAN *PERFORMANCE* PADA FCU MESIN PENDINGIN *MINI WATER CHILLER REFRIGERANT R32*”**

Adapun maksud dan tujuan dari penulisan Proposal Tugas Sarjana ini adalah untuk memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kepada Allah SWT
2. Orang tua saya Bapak Hanif Abdullah dan Ibu Sri Yuliani yang telah memberikan bantuan moral, materiil dan semangat serta Do'a dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Ibu Prof. Diana Kartika selaku Rektor Universitas Bung Hatta.
4. Ibu Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
5. Bapak Dr. Ir. Yovial Mahyoeddin, RD., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
6. Bapak Ir. Suryadimal, S.T., M.T., IPM selaku Dosen Pembimbing yang telah mencurahkan ilmu kepada saya yang tidak berhingga.
7. Seluruh Staff dan Karyawan Universitas Bung Hatta.
8. Rekan-rekan Jurusan Teknik Mesin angkatan 2020 yang berperan banyak memberikan pengalaman dan pembelajaran selama dibangku kuliah Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta, *see you on top, guys*.

9. Nona pemilik NIM F0I021054 yang telah bersamai penulis selama proses penyusunan Proposal Tugas Sarjana ini, serta terima kasih telah menjadi *support system* terbaik.

10. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan namanya satu persatu, atas bantuannya baik langsung maupun tidak langsung dalam penulisan Proposal Tugas Sarjana Ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan Proposal Tugas Sarjana ini masih banyak kekurangannya, untuk itu penulis sangat mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang positif demi kelengkapan dan kesempurnaan laporan Proposal Tugas Sarjana ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga laporan ini dapat bermanfaat serta dapat menambah wawasan pembaca maupun bagi penulis sendiri.

Padang, 01 Agustus 2024



*Penulis*



**PERNYATAAN KEASLIAN ISI LAPORAN SKRIPSI  
(TUGAS SARJANA)**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lazuardi Abdillah

NIM :2010017211001

Program Studi : Strata-1 Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : Perbandingan Pengaruh Efek Aliran *Counter Flow* Dan *Pararel Flow* Terhadap *Exergy* Dan *Performance* Pada FCU Mesin Pendingin *Mini Water Chiller Refrigerant R32*.

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul di atas adalah benar hasil karya sendirikecuali yang bereferensi dan dinyatakan sumbernya pada referensi yang terteradalam daftar pustaka.

Padang, 01 Agustus 2024

Saya yang menyatakan,



Lazuardi Abdillah

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	2
<b>BAB I</b> .....	1
<b>PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	4
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	5
<b>1.4 Batasan Masalah</b> .....	5
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	5
<b>1.6 Sistematika Penulisan</b> .....	6
<b>BAB II</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>2.1 Landasan Teori</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>2.2. Siklus Refrigerasi</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>2.3. Mesin Pendingin</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>2.3.1 Refrigeran (Zat Pendingin)</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>2.4. Komponen Mesin Pendingin</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>2.5 Analisa Sistem Kompresi Uap</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>2.6 Prinsip Perpindahan Kalor</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>2.7 Konsep Termodinamika</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>2.7.1 Proses Termodinamika</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>2.7.2 Hukum Hukum Termodinamika</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>2.7.3 Exergy</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>2.8. Alat Penukar Kalor</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>BAB III</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>3.1 Diagram Penelitian</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>3.1.1 Penjelasan Diagram Alir</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>3.2 Waktu dan Tempat</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>3.3 Bahan dan Alat Uji</b> .....	Error! Bookmark not defined.

3.1.2 Skema Alat Uji .....	Error! Bookmark not defined.
3.4 Alat Ukur Yang Digunakan.....	Error! Bookmark not defined.
3.5 Prosedur Pengambilan Data.....	Error! Bookmark not defined.
<b>BAB IV .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>PEMBAHASAN DATA DAN ANALISIS .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>4.1 Data Pengujian .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>4.2 Pengolahan Data Sifat Fisik berdasarkan Tabel termodinamika ...</b>	<b>Error!</b> Bookmark not defined.
<b>4.3 Analisis Performance Sistim Primer Mesin Pendingin...</b>	<b>Error!</b> Bookmark not defined.
<b>4.3.1 Pembahasan dari Analisis Data Kinerja Sistim Primer Mesin Pendingin .....</b>	<b>Error!</b> Bookmark not defined.
<b>4.4 Analisa Kinerja Sistim Sekunder FCU.....</b>	<b>Error!</b> Bookmark not defined.
<b>4.5 Analisa Exergy pada Mesin Pendingin .....</b>	<b>Error!</b> Bookmark not defined.
<b>4.5.1 Exergy di Kompresor (<i>Exg</i>) .....</b>	<b>Error!</b> Bookmark not defined.
<b>4.5.2 Exergy diKondensor .....</b>	<b>Error!</b> Bookmark not defined.
<b>4.5.3 Exergy di Evaporator.....</b>	<b>Error!</b> Bookmark not defined.
<b>4.5.4 Total exergy yang terjadi pada sistim'mesin pendingin.....</b>	<b>Error!</b> Bookmark not defined.
<b>4.5.5 Efisiensi exergy Mesin Pendingin .....</b>	<b>Error!</b> Bookmark not defined.
<b>4.6 Pembahasan Exergy.....</b>	<b>Error!</b> Bookmark not defined.
<b>BAB V.....</b>	<b>Error!</b> Bookmark not defined.
<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>Error!</b> Bookmark not defined.
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>Error!</b> Bookmark not defined.
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>Error!</b> Bookmark not defined.
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>Error!</b> Bookmark not defined.

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Cara Kerja Kompresi Uap.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 2 Sistem Pendingin Absorpsi.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 3 Siklus Kompresi Uap.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 4 Diagram Tekanan – Entalpi (P-h).....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 5 Komponen Siklus Kompresi Uap.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 6 Tabung R32.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 7 Kompresor AC.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 8 Kondensor.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 9 Evaporator.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 10 Katup Ekspansi.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 11 Jenis Chiller.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 12 Chiller Sistem.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 13 Sistem Alir Cooled Chiller.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 14 Siklus Kompresi Uap Aktual.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 15 Konduksi Pada Logam.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 16 Konveksi Dalam Ketel.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 17 Radiasi.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 18 Hukum ke 0 Termodinamika.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 19 Hukum ke 1 Termodinamika.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 20 Hukum ke 2 Termodinamika.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 21 Sistem Terisolasi.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 22 Sistem Penurunan Eksergi.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 23 Heat Exchanger aliran sejajar (a) dan berlawanan arah (b).....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 24 Heat Exchanger Aliran Menyilang Dengan Sirip (a) dan (b) Tanpa Sirip.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 25 Heat Exchanger Aliran Berlawanan Arah (1) dan (2) Searah.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 26 Heat Exchanger Aliran Silang (3) dan (4) Berlawanan.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 28 Temperatur saluran masuk dan keluar....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 2 Mini Water Chiller.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 3 Skema Alat Uji.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 4 Termometer Krisbow Dual Input.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 5 Termometer Digital Mini.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 6 Ampermeter.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 7 Voltmeter.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 8 Pressure Gauge.....	Error! Bookmark not defined.

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Tipe Freon.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 2 Nilai Konduktivitas Bahan .....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 1 Data Sistim Primer dengan Aliran Silang-Sejajar .....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 2 Data Sistim Primer dengan Aliran Silang-Sejajar .....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 3 Data Sistim Sekunder FCU Aliran Silang -Sejajar .....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 4 Data Sistim Sekunder FCU Aliran Silang -Sejajar .....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 5 Data entaphi dan entropi.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 6 Analisis Semua Data.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 7 Exergi 1 .....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 8 Exergi 2 .....	Error! Bookmark not defined.

## DAFTAR GRAFIK

- Grafik 4. 1 Pengaruh Daya Kompresor Vs Laju masa fluida..... Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4. 2 Laju Pelepasan Kalor di Kondensator.....Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4. 3 Laju masa air-Efek refrigerasi (Beban Evaporator).. Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4. 4 COP.....Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4. 5 Perbandingan Laju masa air-Kerja Kompresor ..... Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4. 6 Grafik Perbandingan COP - Laju masa air..Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4. 7 Koefisien Perpindahan Kalor - Laju masa air..... Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4. 8 Koefisien Perpindahan Kalor - Laju masa air..... Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4. 9 Kalor sensible air.....Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4. 10 Grafik Kalor Sensible Udara.....Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4. 11 Perbandingan Kalor Sensible Air terhadap Udara.. Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4. 12 Distribusi Temperatur FCU .....Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4. 13 Distribusi Temperatur LMTD di FCU.....Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4. 14 Efisiensi FCU .....Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4. 15 Exergy.....Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4. 17 Efisiensi Exergi .....Error! Bookmark not defined.**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam beberapa tahun terakhir masalah penghematan *energy* menjadi topik yang hangat untuk dibicarakan, khususnya pada sistim penyegaran udara dibangunan gedung. *Trend* perkembangan kehidupan manusia era global secara umum membutuhkan sistim pendingin yang hemat *energy*, tetapi kenyataannya yang menurut informasi 50% total *energy* bangunan gedung digunakan untuk fasilitasi sistim penyegaran udara yang disebabkan tinggi temperatur udara di Bumi sebagai efek penipisan lapisan ozon maupun perubahan iklim global (Phu, 2019).

Oleh karena itu, berbagai solusi coba diusulkan untuk menghemat energi dan mengurangi kebutuhan daya sistem pendingin udara, seperti sistem penyimpanan es, pendinginan penyerapan/panas sistem pompa dan sistem pompa pendingin/panas yang digerakkan oleh mesin gas atau turbin gas dengan gabungan sistem dingin, panas dan listrik (Zhang et al., 2018).

Sistim pendingin dengan kapasitas pendinginan menengah hingga kapasitas besar saat ini banyak menggunakan sistim pendingin sistim *Chiller. Water Chiller* pada mesin pendingin berfungsi sebagai siklus utama untuk mendinginkan fluida air didalam sistim pendingin. Air dengan temperatur rendah yang dihasilkan tersebut, kemudian disalurkan melalui *Fan Coil Unit*. Mesin *refrigerasi* yang memiliki kerja yang baik adalah mesin mesin yang memiliki nilai COP yang tinggi (Reynaldi & Koswara, 2012).

Berdasarkan penelitian (Effendy, 2005) Kinerja sebuah mesin pendingin dipengaruhi oleh banyak *factor* utama seperti: temperatur, tekanan, laju aliran masa fluida, koefisien perpindahan kalor, kecepatan udara pendinginan relatif dikondensor. Koefisien prestasi mesin pendingin dapat di pengaruhi laju aliran masa air pendingin dan temperature kondensasi sehinga *flow rate* berkurang (Basri, 2009).

Analisis *Exergy* merupakan alat yang ampuh dalam merancang, dan menilai kinerja optimal suatu alat perpindahan kalor di mesin pendingin. (Ahamed et al., 2011) analisis *exergy* dimaksudkan untuk mengidentifikasi kinerja ideal dari kerangka termal. Penggunaan kata *exergy* dikemukakan oleh Bosjankovic pada tahun 1960, Trepp pada tahun 1961, dan Baehr pada tahun 1962, dan sejak saat itu "*exergy*" telah disiapkan sebagai "kapasitas kerja" suatu mesin (Santoso & Hasan Basri, 2011).

Analisis *exergy* dan *energy* di *evaporator* maupun di FCU akan berbeda hasilnya jika tipe aliran fluida sejajar menurut (Zhu et al., 2019) dan parameter yang berdampak optimal dalam pengoperasian *chiller* diberikan antara lain konsentrasi *refrigeran* dan air suhu.

Menurut (Lu et al., 2005) dan (Ma et al., 2008) menjelaskan bahwa potensi penghematan energi cukup besar di *evaporator* yang disusun secara seri dan dikembangkan tanpa dimensi untuk koefisien korelasi untuk laju aliran massa *refrigerant* R32 dan koefisien perpindahan panas zat pendingin sebagai fungsi geometri dan parameter operasional.



Menurut (Hidayat et al., 2015) kinerja mesin pendingin dilakukan oleh banyak para ahli. Komang dkk, 2010, juga melakukan penelitian efisiensi *energy* dengan sistem pendingin ruangan pendingin *water chiller* dimana metode ini mendapatkan nilai kinerja pendingin dengan penggunaan full sistem lebih rendah dari pada kinerja pendingin *half* sistem.

Hasil penelitian Farid Ahmad, 2016 menyatakan bahwa kondisi termal lingkungan sekitar seperti perbedaan temperatur udara luar sekitar atau lingkungan sangat mempengaruhi performansi mesin pendingin *chiller*, konsumsi energi dan ditemukan setiap kenaikan temperatur lingkungan akan mengurangi laju pendinginan yang terjadi sehingga kinerja mesin pendingin akan berkurang secara drastis.

Untuk memprediksi kinerja termal suatu air *chiller* dalam kondisi berbeda, model struktur permukaan perpindahan panas kondensor dan *evaporator* harus diketahui dengan jelas (Vera-García et al., 2010).

Menurut penelitian Suryadimal, dan Muhammad Zaki Amien beban pendingin berpengaruh terhadap COP (*Coeffecient Of Performance*) mesin pendingin di pagi hari, siang-sore hari, dan malam hari dimana semakin besar beban pendingin nilai COP yang didapat akan semakin kecil. Hal ini dikarenakan semakin besar beban maka panas yang diserap evaporator semakin besar dan ini akan menaikkan kerja alat mesin pendingin (Muhammad Zaki Amien, Suryadimal, 2019)

Besaran *performance* mesin pendingin yang penting juga seperti EER. *Energy Efficiency Ratio* adalah parameter untuk mengetahui *performance* dari mesin *refrigerasi* tersebut. Nilai EER menyatakan kemampuan mesin pendinginan pada

*Cooling Load* tertentu membutuhkan konsumsi energi listrik yang diperlukan oleh kompresor. Semakin besar EER maka semakin baik kinerja mesin pendingin seperti *mini water chiller*.

Gusriani, Suryadimal, Rizky Arman melakukan pengujian mesin pendingin kompresi uap pada keadaan normal dan dengan memvariasikan kecepatan putaran pada kondensor. Dari pengujian tersebut menunjukkan bahwa nilai perbandingan Waktu Pengujian terhadap COP pada pagi hari dengan nilai 13,18 %, pada siang hari 17,01 %, pada sore hari 17,11 % dan pada malam hari 23,16 %. Dan untuk nilai perbandingan Waktu Pengujian terhadap EER pada pagi hari dengan nilai 13,19 %, pada siang hari 16,96 %, pada sore hari 17,20 % dan pada malam hari 23,16 %. Disimpulkan bahwasanya perbandingan waktu pengujian terhadap COP dan EER nilai tertinggi di dapat pada pengujian malam hari dengan nilai COP dan EER 23,16 %.

Salah satu yang menjadi persoalan adalah bagaimana mendapatkan distribusi temperatur rendah yang diinginkan dan kecepatan udara pendinginann relatif dan pengaruh koefisien perpindahan kalor dengan merubah pola aliran kecepatan udara pendingin pada kondensor sehingga akan diperoleh harga koefisien prestasi yang lebih besar (Effendy, 2015).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis akan melakukan penelitian Bagaimana efek dan pengaruh perubahan aliran sejajar dan aliran silang terhadap *exergy* dan *Performance* Mesin pada mesin *mini chiller* di *Fan Coil Unit*.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Menganalisis perpindahan *exergy* dan *energy* dengan variasi pengaruh perubahan aliran sejajar dan aliran silang di *Fan Coil Unit* (FCU) pada mesin pendingin mini *water chiller*.
2. Menganalisis nilai *Performance* terbaik mesin pendingin *mini water chiller* dan melakukan analisis perbandingan *performance* jika tipe aliran bervariasi.

### **1.4 Batasan Masalah**

Adapun Batasan masalah laporan ini adalah sebagai berikut:

1. Mesin Pendingin *Mini Water Chiller* dengan temperatur pendinginan di *evaporator* 6-10 *Celsius*
2. Kompresor Jenis *Hermitik* dengan Daya 2 Hp
3. *Refrigeran* yang di gunakan R.32
4. Media Pendingin FCU sisi dalam pipa air dingin *temperatur* maksimal 10 derajat *Celsius* dan udara dialirkan eksternal kondisi aliran laminar dan turbulen.
5. Tipe aliran di FCU sejajar (*pararel flow*) dan berlawanan arah (*counter flow*)

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian yakni untuk mengetahui aplikasi tentang tipe aliran yang akan mempengaruhi performa mesin pendingin *mini water chiller* dan mengetahui tahapan serta langkah langkah selama penelitian serta kebutuhan alat ukur yang digunakan. Secara khusus yakni :

1. Mengetahui factor tipe aliran fluida di FCU yang dapat menyebabkan perubahan *exergi* dan *energy* serta pengaruh kenaikan dan penurunan performa pada mesin pendingin *mini chiller*.

2. Mengetahui perbandingan nilai *performa* mesin pendingin *mini water chiller* dengan bervariasikan temperatur air pendingin di FCU menggunakan fluida pendingin yang bersirkulasi sesuai tipe aliran.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Dalam Sistim proposal penelitian tugas sarjana ini ide penelitian diperoleh setelah membaca artikel maupun teori yang relevan tentang kertetarikan saya selama kuliah dengan mesin pendingin khususnya tipe *mini water chiller*. Untuk lebih *focus* pada penulisan tugas akhir dalam waktu yang sudah ditentukan maka sistematika dalam penulisan ini, yaitu sebagai berikut :

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Dalam bagian bab ini terdiri dari membahas latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian serta sistematika penulisan proposal penelitian.

### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam bagian kajian terkait teori yang mendasari penyusunan proposal skripsi secara umum, khususnya yang berhubungan dengan system mesin pendingin *mini water chiller*.

### **BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini mengkaji tentang kerangka berfikir pelaksanaan penelitian, waktu dan tempat, alat ukur, dan serta bahan yang digunakan pada tahap selanjutnya.

### **BAB IV : PEMBAHASAN DATA DAN ANALISIS**

Pada Bab ini menguraikan hasil perhitungan dan perhitungan dan pengujian untuk memperoleh hasil yang diinginkan.

## BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada Bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan dari keseluruhan proses penyusunan Tugas Akhir.

