

PROYEK AKHIR

**STUDI EKSPERIMEN PERBANDINGAN PERFORMANSI
DENGAN *HEAT EXCHANGER* DAN TANPA *HEAT
EXCHANGER* PADA *COLD STORAGE* TIPE *MULTISTAGE***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh:

I MADE PANDE TRISNA YOWANGGA

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN
DAN TATA UDARA**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2023**

PROYEK AKHIR

**STUDI EKSPERIMEN PERBANDINGAN
PERFORMANSI DENGAN *HEAT EXCHANGER* DAN
TANPA *HEAT EXCHANGER* PADA *COLD STORAGE*
TIPE *MULTISTAGE***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh:

I MADE PANDE TRISNA YOWANGGA
NIM. 2015223009

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN
DAN TATA UDARA**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI EKSPERIMEN PERBANDINGAN PERFORMANSI DENGAN *HEAT EXCHANGER* DAN TANPA *HEAT EXCHANGER* PADA *COLD STORAGE* TIPE *MULTISTAGE*

Oleh

I MADE PANDE TRISNA YOWANGGA
NIM. 2015223009

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Proyek Akhir
Program D3 pada Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali

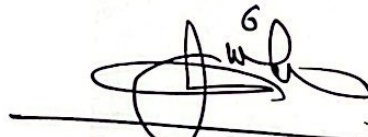
Disetujui oleh:

Pembimbing I



Ir. I Putu Sastra Negara, M.Si.
NIP. 196605041994031003

Pembimbing II



I Dewa Made Susila, S.T.,M.T.
NIP. 195908311988111001

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



LEMBAR PERSETUJUAN

STUDI EKSPERIMEN PERBANDINGAN PERFORMANSI DENGAN *HEAT EXCHANGER* DAN TANPA *HEAT EXCHANGER* PADA *COLD STORAGE* TIPE *MULTISTAGE*

Oleh

I MADE PANDE TRISNA YOWANGGA
NIM. 2015223009

Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat dilanjutkan sebagai Proyek Akhir pada hari/tanggal:
Jumat, 18 Agustus 2023

Tim Penguji

Tanda Tangan

Ketua Penguji : Ir. I Nyoman Gede Baliarta, MT
NIP : 196509301992031002



Penguji I : I Nengah Ardita, ST. MT
NIP : 196411301991031004



Penguji II : Ir. I Nyoman Sutarna, M.Erg
NIP : 195907141988031001



SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : I Made Pande Trisna Yowangga
NIM : 2015223009
Program Studi : D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara
Judul Proyek Akhir : Studi Eksperimen Perbandingan Performansi
Dengan *Heat exchanger* dan Tanpa *Heat exchanger*
Pada *Cold Storage* tipe *Multistage*

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Buku Proyek Akhir ini bebas plagiat. Apabila di kemudian hari terbukti plagiat dalam Buku Proyek Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Perundang-undangan yang berlaku.

Badung, 18 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



I Made Pande Trisna Yowangga

NIM. 2015223009

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Buku Proyek Akhir ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar - besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE., Me.Com, selaku Direktur Politeknik Negeri Bali
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, S.T., M.T, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin
4. Bapak Ir. I Wayan Adi Subagia, M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Pendingin dan Tata udara Politeknik Negeri Bali.
5. Bapak Ir. I Putu Sastra Negara, M.Si., selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Bapak I Dewa Made Susila, S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing- 2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Proyek Akhir ini.
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.
9. Kemudian terima kasih banyak untuk kakak tercinta yang telah memberikan dukungan serta perhatian kepada penulis.
10. Sahabat-sahabat, terima kasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan buku Proyek Akhir ini.
11. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian proyek akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Badung, 18 Agustus 2023
I Made Pande Trisna Yowangga

ABSTRAK

Studi eksperimen ini bertujuan untuk membandingkan performansi sistem *cold storage* tipe *multistage* dengan dan tanpa *heat exchanger*. *Cold storage* tipe *multistage* digunakan secara luas dalam industri untuk penyimpanan produk-produk yang memerlukan suhu rendah dan stabil. *Heat exchanger* dapat menjadi komponen kunci dalam meningkatkan efisiensi dan kinerja operasional *cold storage*.

Dalam penelitian ini, kami merancang dan melaksanakan serangkaian eksperimen menggunakan *cold storage* tipe *multistage* dengan varian sistem yang dilengkapi dengan *heat exchanger* dan tanpa *heat exchanger*. Eksperimen dilakukan dengan memantau parameter-parameter kritis seperti suhu udara dalam *cold storage*, konsumsi energi, dan waktu yang diperlukan untuk mencapai suhu target.

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa penggunaan *heat exchanger* pada sistem *cold storage* tipe *multistage* dapat signifikan meningkatkan performansi keseluruhan. Suhu udara dalam *cold storage* cenderung mencapai suhu target lebih cepat dan dengan konsumsi energi yang lebih rendah ketika *heat exchanger* digunakan. Efisiensi sistem juga ditingkatkan, yang berdampak pada peningkatan daya tahan produk yang disimpan. Peningkatan yang disebabkan oleh adanya *heat exchanger* sebesar 21,4%. Dari penggunaan energi, perbandingan antara menggunakan *heat exchanger* dan tidak menggunakan *heat exchanger* sebesar 20,3%.

Kata kunci : *Cold storage* tipe *multistage*, Performansi, *Heat exchanger*, Perbandingan, COP, EER

EXPERIMENTAL STUDY OF PERFORMANCE COMPARISON WITH HEAT EXCHANGER AND WITHOUT HEAT EXCHANGER IN MULTISTAGE TYPE COLD STORAGE

ABSTRACT

This experimental study aims to compare the performance of multistage type cold storage systems with and without heat exchangers. Multistage type cold storage is widely used in industry for storage of products that require low and stable temperatures. Heat exchangers can be a key component in increasing the efficiency and operational performance of cold storage.

In this study, we designed and carried out a series of experiments using multistage type cold storage with system variants equipped with heat exchangers and without heat exchangers. Experiments were carried out by monitoring critical parameters such as air temperature in cold storage, energy consumption, and time needed to reach the target temperature.

The experimental results show that the use of a heat exchanger in a multistage type cold storage system can significantly improve overall performance. The air temperature in cold storage tends to reach the target temperature more quickly and with lower energy consumption when a heat exchanger is used. System efficiency is also improved, which results in increased shelf-life of stored products. The comparison caused by the presence of a heat exchanger is 21,4%. From energy use, the comparison between using a heat exchanger and not using a heat exchanger is 20,3%

Keywords: *multistage type cold storage, performance, heat exchanger, comparison, COP, EER*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Buku Proyek Akhir ini yang berjudul “Studi Eksperimen Perbandingan Performansi Dengan *Heat exchanger* dan Tanpa *Heat exchanger* Pada *Cold Storage* tipe *Multistage*” tepat pada waktunya. Penyusunan Buku Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Diploma 3 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali. Penulis menyadari Buku Proyek Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Badung, 18 Agustus 2023

I Made Pande Trisna Yowangga

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	ii
Pengesahan oleh Pembimbing.....	iii
Persetujuan Dosen Penguji.....	iv
Pernyataan Bebas Plagiat	v
Ucapan Terima Kasih.....	vi
Abstrak dalam Bahasa Indonesia	vii
Abstract dalam Bahasa Inggris.....	viii
Kata pengantar.....	ix
Daftar isi.....	x
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	1
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.4.1 Tujuan umum.....	2
1.4.2 Tujuan khusus.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.5.1 Bagi penulis	3
1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali.....	3
1.5.3 Bagi masyarakat	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Sistem Refrigerasi.....	4
2.2 Sistem Refrigerasi Kompresi Uap	5
2.3 <i>Cold Storage Tipe Multistage</i>	7
2.4 Komponen Utama <i>Cold Storage</i>	9

2.4.1	Kompresor	9
2.4.2	Kondensor	10
2.4.3	Katup ekspansi	11
2.4.4	Evaporator	12
2.5	Komponen Tambahan	13
2.5.1	<i>Oil separator</i>	13
2.5.2	<i>Heat exchanger</i>	13
2.5.3	<i>Liquid receiver</i>	15
2.5.4	<i>Filter dryer</i>	16
2.5.5	<i>Solenoid valve</i>	16
2.5.6	<i>Sight glass</i>	17
2.5.7	Akumulator	17
2.5.8	<i>Fan motor</i>	18
2.5.9	<i>Pressure gauge</i>	18
2.6	Komponen Kontrol	19
2.6.1	<i>Pressure switch</i>	19
2.6.2	<i>Oil pressure switch</i>	20
2.6.3	<i>Oil level control</i>	20
2.7	Refrigeran	20
2.8	P-h Diagram	21
2.9	Performansi	23
2.9.1	Efek refrigerasi (ER)	24
2.9.2	Kerja kompresi (W_k)	24
2.9.3	COP (<i>coefficient of performance</i>)	24
2.9.4	KR (kapasitas refrigerasi)	25
2.9.5	P_{Input}	26
2.9.6	EER (<i>energy efficiency ratio</i>)	26
BAB III METODE PENELITIAN		27
3.1	Jenis Penelitian	27

3.2	Alur Penelitian.....	27
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	29
	3.3.1 Lokasi pembuatan proyek akhir.....	29
	3.3.2 Waktu pembuatan proyek akhir.....	29
3.4	Penentuan Sumber Data.....	29
3.5	Sumber Daya Penelitian.....	29
3.6	Instrumen Penelitian.....	30
	3.6.1 Tang <i>ampere</i>	30
	3.6.2 <i>Thermocouple</i>	31
	3.6.3 <i>Manifold gauge</i>	31
	3.6.4 <i>Stop watch</i>	31
3.7	Prosedure Penelitian.....	32
	3.7.1 Persiapan alat dan bahan.....	32
	3.7.2 Pengambilan data.....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		36
4.1	Hasil Penelitian.....	36
4.2	Pembahasan.....	37
	4.2.1 Dengan menggunakan <i>heat exchanger</i>	38
	4.2.2 Tanpa menggunakan <i>heat exchanger</i>	40
BAB V PENUTUP.....		44
5.1	Kesimpulan.....	44
5.2	Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....		45
LAMPIRAN.....		46

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Jadwal pelaksanaan penelitian proyek akhir	29
Tabel 3.2	Format pengambilan data <i>cold storage</i> tipe <i>multistage</i> dengan <i>heat exchanger</i>	35
Tabel 4.1	Data dengan menggunakan <i>heat exchanger</i>	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus refrigerasi kompresi uap ideal	6
Gambar 2.2	Diagram pemipaan <i>cold storage</i> tipe <i>multistage</i>	8
Gambar 2.3	Kompresor semi hermetik	10
Gambar 2.4	Kondensor berpendingin udara (<i>air-cooled condensor</i>).....	11
Gambar 2.5	Katup ekspansi.....	12
Gambar 2.6	Evaporator	12
Gambar 2.7	<i>Oil separator</i>	13
Gambar 2.8	<i>Heat exchanger</i>	14
Gambar 2.9	<i>Liquid receiver</i>	16
Gambar 2.10	<i>Filter dryer</i>	16
Gambar 2.11	<i>Selenoid valve</i>	17
Gambar 2.12	<i>Sight glass</i>	17
Gambar 2.13	Akumulator.....	18
Gambar 2.14	<i>Fan motor</i>	18
Gambar 2.15	<i>Pressure gauge</i>	19
Gambar 2.16	<i>Pressure switch</i>	19
Gambar 2.17	<i>Oil pressure switch</i>	20
Gambar 2.18	<i>Oil level control</i>	20
Gambar 2.19	Refrigeran R22	21
Gambar 2.20	P – h Diagram	22
Gambar 2.21	P-h diagram <i>cold storage</i> tipe <i>multistage</i>	23
Gambar 3.1	Alur penelitian	28
Gambar 3.2	Tang <i>ampere</i> (<i>clamp meter</i>)	30
Gambar 3.3	Display dan kabel <i>thermocouple</i>	31
Gambar 3.4	<i>Manifold gauge</i>	31
Gambar 3.5	<i>Stop watch</i>	32

Gambar 3.6	Penempatan alat ukur pada sistem yang menggunakan <i>heat exchanger</i>	33
Gambar 3.7	Penempatan alat ukur pada sistem yang tidak menggunakan <i>heat exchanger</i>	34
Gambar 4.1	Pengambilan data pada mesin <i>cold storage</i> tipe multistage.....	36
Gambar 4.2	P-h diagram menggunakan <i>heat exchanger</i>	39
Gambar 4.3	P-h diagram tanpa menggunakan <i>heat exchanger</i>	41
Gambar 4.4	Grafik perbandingan.....	42



POLITEKNIK NEGERI BALI

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berjalannya waktu, mesin – mesin dibuat semakin canggih agar dapat memudahkan pekerjaan manusia. Pada Politeknik Negeri Bali, mahasiswa akan mendapatkan kesempatan untuk magang di suatu perusahaan seperti hotel, bengkel, pabrik atau lainnya, yang dimana tempat tempat tersebut pastinya memiliki mesin atau alat yang modern untuk meningkatkan nilai pasar dari tempat tersebut. Seperti halnya di hotel, diperlukannya sebuah mesin atau alat untuk menyimpan makanan dan minuman dalam jangka waktu yang lama, maka oleh itu sebuah sistem refrigerasi dengan nama *cold storage* dibuat.

Sistem refrigerasi ini sangat penting karena dapat mempertahankan kesegaran makanan, minuman, dan produk lainnya dalam jangka waktu yang lama dengan suhu penyimpanan dibawah 0°C, salah satu alat yang dapat mencapai suhu tersebut adalah *cold storage* dengan tipe *multistage*. *Cold storage* tipe *multistage* merupakan *cold storage* yang menggunakan 2 kompresor yang dirangkai seri dengan tujuan untuk mendapatkan temperatur yang lebih rendah dibandingkan dengan *cold storage* pada umumnya. Pada mesin pendingin, COP (*Coefficient Of Performance*) digunakan untuk mengetahui performa dari mesin pendingin tersebut. Adapula komponen dari mesin tersebut yang dapat mambahkan performansi dari sistem tersebut, salah satunya ialah *Heat Exchanger*. Dalam hal ini penulis akan melakukan studi eksperimen perbandingan performansi dengan *heat exchanger* dan tanpa *heat exchanger* pada *cold storage* tipe *multistage*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibuat, maka, rumusan masalah yang dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Bagaimana performansi *cold storage* tipe *multistage* dengan *heat exchanger* ?

2. Bagaimana performansi *cold storage* tipe *multistage* tanpa *heat exchanger* ?

1.3 Batasan Masalah

Dalam pembahasan Buku proyek akhir ini masalah yang di bahas adalah bagaimana penulis mengetahui perbandingan performansi dengan menggunakan *heat exchanger* dan tanpa menggunakan *heat exchanger* pada *Cold Storage* tipe *Multistage*.

1.4 Tujuan Penelitian

Dengan adanya proyek akhir ini, penulis memiliki tujuan yang diharapkan dapat tercapai kedepannya. Berikut tujuan yang diharapkan dapat tercapai kedepannya :

1.4.1 Tujuan umum

Sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan D3 pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

1.4.2 Tujuan khusus

1. Untuk mengetahui performansi *cold storage* tipe *multistage* dengan *heat exchanger*
2. Untuk mengetahui performansi *cold storage* tipe *multistage* tanpa *heat exchanger*

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat setelah melakukan penelitian tentang studi eksperimen perbandingan performansi dengan *heat exchanger* dan tanpa *heat exchanger* pada *cold storage* tipe *multistage*. adalah sebagai berikut :

1.5.1 Bagi Penulis

1. Dengan melakukan penelitian ini maka dapat menyelesaikan proyek akhir agar nantinya diharapkan menambah wawasan dan pengetahuan mahasiswa sehingga nantinya dapat di aplikasikan di lapangan atau di masyarakat.

2. Untuk menambah pengetahuan dan wawasan tentang pendinginan khususnya tentang pengawetan produk.
3. Dapat dipakai sebagai dasar atau landasan untuk penelitian selanjutnya.

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali

1. Hasil pengujian ini nantinya dapat menambah wawasan mahasiswa di bidang pengujian dan bermanfaat bagi semua mahasiswa khususnya Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara
2. Dapat menambah koleksi bahan bacaan dan dapat dipergunakan sebagai acuan bagi mahasiswa Politeknik Negeri Bali, khususnya pada Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara.

1.5.3 Bagi Masyarakat

1. Hasil pengujian dapat memberikan pengetahuan baru bagi banyak kalangan masyarakat.
2. Dari hasil penelitian ini di harapkan dapat penyelesaian masalah peningkatan mutu produk yang membutuhkan pengawetan.



POLITEKNIK NEGERI BALI

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam Buku Proyek Akhir ini, dapat diambil beberapa kesimpulan terkait perbandingan performansi antara penggunaan *Heat Exchanger* dan tanpa menggunakan *Heat Exchanger* pada Cold Storage tipe Multistage:

1. **Dengan *Heat Exchanger*** : Dari analisis yang dilakukan dalam laporan proyek akhir, menghasilkan COP sebesar 2,8
2. **Tanpa *Heat Exchanger*** : Dari analisis yang dilakukan dalam laporan proyek akhir, menghasilkan COP sebesar 2,2

terlihat bahwa penggunaan *Heat Exchanger* pada sistem *Cold Storage* tipe *Multistage* dapat meningkatkan efisiensi sistem secara keseluruhan. *Heat Exchanger* membantu untuk mentransfer panas antara berbagai tahap pendinginan, mengurangi kerja kompresor, dan mengoptimalkan penggunaan energi. Dengan presentasi peningkatan sebesar 21,4%.

5.2 Saran

Dalam penyusunan proyek akhir ini penulis mempunyai beberapa saran kepada pembaca untuk dipertimbangkan/diketahui adalah sebagai berikut :

- 1) Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan alat ukur yang sudah di kalibrasi, sehingga hasil pengukuran terbaca semua
- 2) Untuk kedepannya mungkin adanya penambahan beban yang dilakukan pada sistem dengan *Heat Exchanger* dan tanpa *Heat Exchanger* ini.



POLITEKNIK NEGERI BALI

DAFTAR PUSTAKA

- Ade Verliandri, Suryadimal. (2022). *Analisa Performance Sistem Pendingin Mini Chiller Kapasitas 1,5 PK*. Universitas Bung Hatta. Diakses pada tanggal: 19 Januari 2023
- Azridjal Aziz. (2008). *Pengembangan Cold Storage Hemat Energi Sebagai Mesin Refrigerasi Hibrida Memanfaatkan Panas Buang Kondensor pada Drying Room menggunakan Refrigeran Hidrokarbon Substitusi R-22*. Universitas Riau. Diakses pada tanggal: 22 Januari 2023
- Azridjal Aziz. (2009). *Pengembangan Energy Efficient Residential Air Conditioning Systems Dengan Encapsulated Ice Thermal Energy Storage Berbasis Mesin Refrigerasi Kompresi Uap Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon Substitusi R-22 Yang Ramah Lingkungan*. Universitas Riau. Diakses pada tanggal: 22 Januari 2023.
- Indratono, Yuli Setyo. (2006) *Perkembangan Terkini Teknologi Refrigerasi*. <http://www.beritaiptek.com>, Diakses pada tanggal: 22 Januari 2023
- Jeffrey Bastanta. (2012). *Mengenal Alat Proses "Shell and Tube Heat Exchanger"*. Teknik Kimia Universitas Diponegoro. Diakses pada tanggal 15 Januari 2023
- Muchlisin, Riadi. (2019). *Komponen dan Prinsip Kerja Refrigerasi*. <https://www.kajianpustaka.com/2019/05/komponen-dan-prinsip-kerja-refrigerasi.html>. Diakses pada tanggal: 18 Januari 2023.
- Rahmat, M.R. (2015). *Perancangan Cold Storage Untuk Produk Reagen*. Universitas Islam 45 Bekasi. Diakses pada tanggal 13 Januari 2023.
- Sam.(2009).*Multistage Refrigeration Systems*. [http:// www.refrigeratordiagrams.com/refrigeration-systems-and-applications/-refrigeration-cycles-and-systems/multistage-refrigeration-systems.html](http://www.refrigeratordiagrams.com/refrigeration-systems-and-applications/-refrigeration-cycles-and-systems/multistage-refrigeration-systems.html). Diakses pada tanggal: 23 Januari 2023.
- Sucipto, T. (2016). *Mengenal Cold Storage*. <https://www.indotara.co.id/mengenal-cold-storage&id=630.html>. Diakses pada tanggal: 19 Januari 2023.

LAMPIRAN






Lampiran I : Dokumentasi pengambilan data



POLITEKNIK NEGERI BALI
JURUSAN TEKNIK MESIN

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022/2023

NAMA	: I. I. Pute Sastha Negara I Made Pande Trisna Gwang
NIM	: 2015223009
PROGRAM STUDI	: DS Teknik Pendingin dan Tata Udara
PEMBIMBING	: Ir. I. Pute Sastha Negara, M. Si.
	(i/II)

NO.	TGL/BLN/THN	URAIAN PERKEMBANGAN	PARAF PEMBIMBING
1.	04/03/2023	Analisis Judul	
2.	13/03/2023	Bab I, let Peta Kelangkaan sumber material & tenaga	
3.	11/04/2023	Bab II, let Analisa, masalah hingga, bahan, proses	
4.	12/04/2023	Bab III, Analisa metode produksi	
5.	9/05/2023	let dan proses akhir, dan pembuatan dan data	
6.	11/05/2023	Substansi Perencanaan dan data akhir	