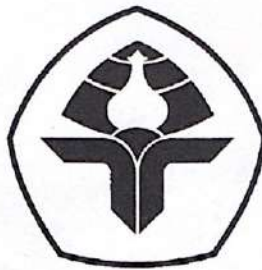


PROYEK AKHIR

**PENGUJIAN KINERJA TEMPERATUR DAN ENERGI
COLD STORAGE TENAGA SURYA**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I DEWA MADE PERMADI

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

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2022

PROYEK AKHIR

**PENGUJIAN KINERJA TEMPERATUR DAN ENERGI
COLD STORAGE TENAGA SURYA**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I DEWA MADE PERMADI
NIM. 1915223040

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

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGUJIAN KINERJA TEMPERATUR DAN ENERGI *COLD STORAGE* TENAGA SURYA

Oleh

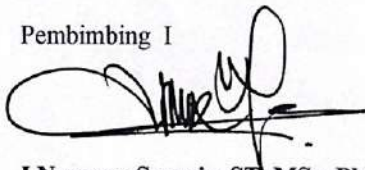
I DEWA MADE PERMADI

NIM. 1915223040

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan
Program Studi D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara
pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali

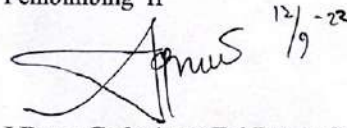
Disetujui oleh:

Pembimbing I



I Nyoman Suamir, ST, MSc, PhD.
NIP. 196503251991031002

Pembimbing II



I Dewa Gede Agus Tri Putra, ST, MT.
NIP. 197611202003121001

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg.
NIP. 196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGUJIAN KINERJA TEMPERATUR DAN ENERGI *COLD STORAGE* TENAGA SURYA

Oleh

I DEWA MADE PERMADI
NIM. 1915223040

Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk
dapat dicetak sebagai Buku Proyek Akhir pada hari/tanggal:
Selasa, 30 Agustus 2022

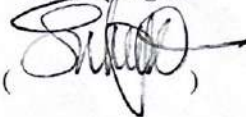
Tim Penguji

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

Penguji II : Dr. Made Ery Arsana, ST, MT.
NIP : 196709181998021001

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

Tanda Tangan

()

()

()

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : I Dewa Made Permadi

NIM : 1915223040

Program Studi : D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara

Judul Proyek Akhir : Pengujian Kinerja Temperatur dan Energi *Cold Storage*
Tenaga Surya

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Buku Proyek Akhir ini bebas plagiat. Apabila dikemudian 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, 30 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan



I Dewa Made Permadi

NIM. 1915223040

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, MeCom, selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, MErg, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, ST, MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak Ir. I Wayan Adi Subagia, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara.
5. Bapak I Nyoman Suamir, ST, MSc, PhD, 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 Gede Agus Tri Putra, ST, MT, 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. Kepada 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. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proyek Akhir tahun 2022 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
11. Sahabat-sahabat 6B TPTU, terima kasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan buku Proyek Akhir ini.
12. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Proyek Akhir ini yang tidak bisa peneliti sebutkan satu persatu. Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Semoga Buku Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

Badung, 30 Agustus 2022
I Dewa Made Permadi

ABSTRAK

Bali merupakan salah satu tempat wisata yang paling banyak di datangi oleh wisatawan dari berbagai negara. Oleh karena itu perangkat pariwisata harus memberikan pelayanan terbaik kepada wisatawan yang berkunjung, salah satu cara yang bisa dilakukan adalah dibidang refrigerasi yang bisa digunakan untuk proses penataan udara, pendinginan dan pengawetan produk. Seiring berjalannya waktu energi akan terus diperlukan, maka dari itu diperlukannya energi yang alami dan dapat digunakan berkelanjutan salah satunya energi surya. Dengan permasalahan tersebut dibuat inovasi dalam alat refrigerasi yang menggunakan energi matahari bertujuan untuk mengurangi pemakaian energi non terbarukan.

Dalam proyek akhir ini penulis akan mencari kinerja temperatur *cold storage* tenaga surya dalam menjaga temperatur produk di dalam ruangan pendingin. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Refrigerasi, Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Dari penelitian ini di peroleh hasil kinerja temperatur kabin 1.34°C , temperatur produk 2.78°C , temperatur udara masuk evaporator 3.32°C , temperatur udara keluar evaporator 0.71°C dan daya total 1.66 kWh.

Kata kunci: *cold storage*, sistem refrigerasi, kinerja temperatur, energi.

PERFORMANCE TESTING TEMPERATURE AND ENERGY COLD STORAGE SOLAR POWER

ABSTRACT

Bali is one of the most visited tourist attractions by tourists from various countries. Therefore, tourism equipment must provide the best service to visiting tourists, one way that can be done is in the field of refrigeration which can be used for the process of air conditioning, cooling and product preservation. As time goes on, energy will continue to be needed, therefore, natural and sustainable energy is needed, one of which is solar energy. With these problems, innovations were made in refrigeration equipment that uses solar energy aimed at reducing the use of non-renewable energy.

In this final project the author will look for the temperature performance of solar cold storage in maintaining the product temperature in the cooling room. This research was conducted at the Refrigeration Laboratory, Mechanical Engineering, Bali State Polytechnic.

From this research, the results obtained are 1.34°C cabin temperature performance, 2.78°C product temperature, 3.32°C evaporator inlet air temperature, 0.71°C evaporator exit air temperature and 1.66 kWh total power.

Keywords: *cold storage, refrigeration system, temperature performance, energy.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Buku Proyek Akhir ini yang berjudul Pengujian Kinerja Temperatur dan Energi *Cold Storage* Tenaga Surya 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, 30 Agustus 2022
I Dewa Made Permadi

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	viii
Abstract dalam Bahasa Inggris	ix
Kata Pengantar	x
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar	xv
Daftar Lampiran	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.4.1 Tujuan Umum	2
1.4.2 Tujuan Khusus	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
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 <i>Cold Storage</i>	4
2.3 Siklus Refrigerasi	5
2.3.1 Proses Kerja Siklus Refrigerasi Kompresi Uap	6

2.4 Komponen Utama Sistem Refrigerasi	6
2.4.1 Kompresor	7
2.4.2 Kondensor	7
2.4.3 Katup Ekspansi	8
2.4.4 Evaporator	9
2.5 Komponen Tambahan Sistem Refrigerasi	10
2.6 Refrigeran	15
2.7 Pengertian Energi	15
2.8 Pengertian Energi Matahari	16
2.9 Pengertian Panel Surya	16
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Jenis Penelitian	18
3.2 Alur Penelitian	18
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	20
3.3.1 Lokasi Pembuatan Proyek Akhir	20
3.3.2 Waktu Pembuatan Proyek Akhir	20
3.4 Penentuan Sumber Data	20
3.5 Sumber Daya Penelitian	21
3.5.1 <i>Cold Storage</i>	21
3.5.2 Panel Surya Tipe <i>On-Grid</i>	22
3.5.3 Spesifikasi PLTS	23
3.5.4 Ruang Kontrol Sistem PLTS	24
3.6 Instrumen Penelitian	24
3.6.1 <i>Thermocouple</i>	24
3.6.2 <i>Tang Ampere</i>	25
3.6.3 <i>Data Logger</i>	25
3.6.4 <i>Power Meter Analyser</i>	26
3.6.5 Unit Komputer	26
3.7 Prosedur Penelitian	26
3.7.1 Langkah Persiapan	27
3.7.2 Langkah Pengambilan Data	27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Hasil Penelitian	29
4.1.1 Penempatan Produk di Dalam <i>Cold Storage</i>	29
4.1.2 Penempatan Alat Ukur	30
4.1.3 Data Hasil Pengujian	30
4.1.4 Data Temperatur Kabin	33
4.1.5 Data Temperatur Air Out dan Air In	33
4.1.6 Data Power Total	34
4.1.7 Data Daya Cycling	34
4.2 Pembahasan	35
BAB V PENUTUP	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	38

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian Proyek Akhir	20
--	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Refrigerasi Uap	5
Gambar 2.2 Kompresor	7
Gambar 2.3 Kondensor	8
Gambar 2.4 Katup Ekspansi	9
Gambar 2.5 Evaporator	9
Gambar 2.6 <i>Filter Drier</i>	10
Gambar 2.7 <i>Cold Storage Controller</i>	11
Gambar 2.8 <i>Differential Pressure Control</i>	12
Gambar 2.9 <i>Liquid Receiver</i>	12
Gambar 2.10 <i>Accumulator</i>	13
Gambar 2.11 <i>Sight Glass</i>	13
Gambar 2.12 <i>Fan Motor</i>	14
Gambar 2.13 <i>Timer Delay Relay</i>	14
Gambar 2.14 Refrigeran	15
Gambar 2.15 Energi Matahari	16
Gambar 2.16 Panel Surya	17
Gambar 3.1 Alur Penelitian	19
Gambar 3.2 <i>Cold Storage</i>	21
Gambar 3.3 Spesifikasi <i>Condensing Unit</i>	22
Gambar 3.4 PLTS Panel Surya Tipe <i>On Grid</i>	22
Gambar 3.5 Instalasi Panel Surya <i>Cold Storage</i>	23
Gambar 3.6 Spesifikasi PLTS Panel Surya	23
Gambar 3.7 Ruang Kontrol Sistem PLTS	24
Gambar 3.8 <i>Thermocouple</i>	24
Gambar 3.9 Tang Amper	25
Gambar 3.10 <i>Data Logger</i>	25

Gambar 3.11 <i>Power Analyzer</i>	26
Gambar 3.12 Unit Komputer	26
Gambar 4.1 Penempatan Produk	29
Gambar 4.2 Peletakan Alat Ukur <i>Thermocouple</i>	30
Gambar 4.3 Pengambilan Data Pada <i>Cold Storage</i>	30
Gambar 4.4 Grafik Temperatur Produk Rak	31
Gambar 4.5 Grafik Temperatur Produk Bawah	32
Gambar 4.6 Grafik Temperatur Kabin	33
Gambar 4.7 Grafik Temperatur Air Out dan Air In	33
Gambar 4.8 Grafik Daya Total	34
Gambar 4.9 Grafik Daya Cycling	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Lembaran Bimbingan Pembimbing I	39
Lampiran 2: Lembaran Bimbingan Pembimbing II	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bali merupakan salah satu tempat wisata yang paling banyak didatangi oleh wisatawan dari berbagai negara. Oleh karena itu perangkat pariwisata harus memberikan pelayanan terbaik kepada wisatawan yang berkunjung, salah satu cara yang bisa dilakukan adalah di bidang refrigerasi yang bisa digunakan untuk proses penataan udara, pendinginan dan pengawetan produk. Dalam hal pengawetan produk ada beberapa alat seperti *cool room*, *showcase*, *freezer* dan lain-lain. *Cold storage* adalah sebuah ruangan yang dirancang khusus untuk menyimpan produk makanan dalam jumlah yang besar dengan tujuan mempertahankan kesegaran produk. *Cold storage* biasanya dibangun mengikuti rancangan bangunan gedung dan kapasitas penyimpanan yang diperlukan oleh setiap perusahaan.

Seiring berjalannya waktu energi akan terus diperlukan, 85% di wilayah Indonesia masih menggunakan energi primer dari bahan fosil seperti batu bara dan minyak bumi yang memiliki dampak negatif terhadap lingkungan dan akan habis jika digunakan berkelanjutan. Maka dari itu diperlukannya energi yang alami dan dapat digunakan berkelanjutan salah satunya energi surya. Di Indonesia memiliki potensi untuk mewujudkan sistem refrigerasi dengan energi listrik bertenaga matahari, sehingga sangat cocok menggunakan energi terbarukan seperti panel surya (*solar cell*). Pemilihan sumber daya listrik terbarukan bertujuan untuk mengurangi pemakaian energi yang masih menggunakan sumber energi listrik primer dari bahan bakar fosil. *Solar cell* merupakan sebuah hamparan semikonduktor yang dapat menyerap photon dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik.

Dengan adanya inovasi tersebut cukup mengurangi pemakaian energi primer karena pada siang hari panas dari matahari akan diubah menjadi energi listrik oleh

panel surya, jadi pemakaian energi primer akan berkurang. Untuk mengetahui kinerja mesin refrigerator yang menggunakan tenaga surya maka diperlukan test “Pengujian Kinerja Temperatur dan Energi *Cold Storage* Tenaga Surya”. Penelitian ini juga diperlukan sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara Jurusan Teknik Mesin di Politeknik Negeri Bali.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian Proyek Akhir ini adalah:

1. Bagaimana kinerja energi *cold storage* tenaga surya dalam memanfaatkan sumber energi terbarukan?
2. Bagaimana kinerja temperatur *cold storage* tenaga surya dalam menjaga temperatur produk di dalam ruangan pendingin (*cold room*)?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis hanya membahas tentang:

1. Pengujian dilakukan untuk *cold storage* tenaga surya yang sudah dikembangkan di Lab Refrigerasi Politeknik Negeri Bali.
2. Pengaturan operasional *cold storage* berdasarkan pengaturan dengan sistem kontrol AK-CC 550.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini terdiri atas tujuan umum dan tujuan khusus yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

1.4.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan umum dari penelitian ini dapat dirinci sebagai berikut:

1. Untuk memenuhi salah satu persyaratan akademik dalam menyelesaikan pendidikan pada jenjang Diploma III Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara di Politeknik Negeri Bali.

2. Untuk mengaplikasikan ilmu-ilmu yang selama ini diperoleh dari mengikuti perkuliahan baik secara teori maupun praktik di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

1.4.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari penelitian ini dapat dirinci sebagai berikut:

1. Dapat menguji dan menentukan kinerja *cold storage* tenaga surya dalam memanfaatkan sumber energi terbarukan.
2. Dapat mengidentifikasi kinerja temperatur *cold storage* tenaga surya dalam menjaga temperatur produk di dalam ruangan pendingin (*cold room*).

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil pengujian kinerja temperatur dan energi *cold storage* tenaga surya ini diharapkan dapat bermanfaat bagi penulis, instansi pendidikan khususnya di Politeknik Negeri Bali, dan juga bagi masyarakat pada umumnya.

1.5.1 Bagi Penulis

Pengujian kinerja temperatur *cold storage* tenaga surya ini sebagai sarana untuk menerkan dan mengembangkan ilmu-ilmu yang di dapat selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali, baik secara teori maupun praktik. Selain itu merupakan syarat dalam menyelesaikan pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali

Sebagai bahan pendidikan atau ilmu pengetahuan di bidang refrigerasi dikemudian hari dan sebagai salah satu pertimbangan untuk dapat dikembangkan lebih lanjut.

1.5.3 Bagi Masyarakat

Agar masyarakat dapat mengetahui karakteristik kinerja sistem tenaga surya yang dapat diaplikasikan dengan *cold storage*.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pengujian yang dilakukan di Lab Refrigerasi Terapan 1 terhadap sistem refrigerasi *cold storage* dapat di simpulkan bahwa dari hasil pengujian kinerja temperatur dan energi *cold storage* tenaga surya didapatkan hasil bahwa *cold storage* dapat beroperasi dengan baik memanfaatkan sumber energi tenaga surya. Dengan rata rata sebagai berikut:

- a. Temperatur Kabin = 1.34°C
- b. Temperatur Produk = 2.78°C
- c. Temperatur Udara Masuk Evaporator = 3.32°C
- d. Temperatur Udara Keluar Evaporator = 0.71°C
- e. Daya Total = 1.66 kWh

5.2 Saran

Dalam pembuatan proyek akhir ini penulis mempunyai beberapa saran yang diharapkan dapat dipakai sebagai masukan:

1. Dalam penggunaan dan pembacaan alat ukur, saat melakukan pengujian diharapkan mahasiswa teliti dan fokus dalam pembacaan alat ukur dan dalam pengolahan data agar mendapatkan hasil akurat.
2. Utamakan kesehatan dan keselamatan kerja untuk kita, rekan kerja, dan lingkungan agar dalam kondisi baik dan aman.

DAFTAR PUSTAKA

- De, D. 2018. *Cara Kerja Sistem Cool Room atau Cold Storage*. Terdapat pada: <https://teknisibali.com/cara-kerja-sistem-cold-room-atau-cold-storage/>. Diakses tanggal 3 Januari 2022.
- Makalah Refrigerasi*. 2015. Terdapat pada: <https://dokumen.com/document/makalah-refrigerasi.html>. Diakses tanggal 3 Januari 2022.
- Samosir, C, P. 2016. *Pengertian panel surya*. Terdapat pada: <https://eprints.polsri.ac.id/3888/3/BAB%20II.pdf>. Diakses tanggal 14 Januari 2022.
- Sembiring, A. 2018. *Makalah Cold Storage*. Terdapat pada: <https://dokumen.site/download/makalah-cold-storage-a5b39ef68d1330>. Diakses tanggal 16 Januari 2022.