

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KINERJA *COLD STORAGE* UNTUK
PENYIMPANAN SAYUR DAN BUAH KAPASITAS 2
TON**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I GEDE DARMAYUDA

NIM. 2215223008

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

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2025

ABSTRAK

Teknologi pendinginan *Cold Storage* memiliki peranan penting dalam sektor pertanian untuk mempertahankan kesegaran serta kualitas sayur dan buah selama proses penyimpanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem *Cold Storage* berkapasitas 2 ton refrigerasi dengan menggunakan refrigeran R404A. Evaluasi dilakukan terhadap beberapa parameter utama, meliputi nilai *Coefficient of Performance* (COP), *superheat*, *subcooling*, serta laju aliran massa refrigeran. Pengambilan data dilakukan secara langsung di fasilitas *Cold Storage* milik Politeknik Negeri Bali dengan memanfaatkan alat ukur seperti *thermocouple*, *pressure gauge*, *clamp meter*, dan *data logger*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mencapai suhu hingga -5°C , dengan nilai COP berada pada rentang efisiensi yang kurang optimal. Parameter *superheat* dan *subcooling* juga menunjukkan nilai yang belum ideal, yang mengindikasikan bahwa sistem belum bekerja secara maksimal. Kesimpulannya, sistem *Cold Storage* berkapasitas 2 ton ini dapat mempertahankan suhu penyimpanan ikan secara efektif dan berkontribusi dalam menjaga kualitas hasil pertanian.

Kata kunci: *Cold Storage*, Sayur dan buah, COP, *Superheat*, *Subcooling*, R404A

ABSTRACT

Cold storage refrigeration technology plays an important role in the agricultural sector to maintain the freshness and quality of vegetables and fruits during the storage process. This study aims to evaluate the performance of a 2-ton refrigeration capacity cold storage system using R404A refrigerant. The evaluation was carried out on several key parameters, including the Coefficient of Performance (COP), superheat, subcooling, and refrigerant mass flow rate. Data collection was conducted directly at the cold storage facility of Politeknik Negeri Bali, utilizing measuring instruments such as thermocouples, pressure gauges, clamp meters, and data loggers. The test results showed that the system was able to reach a temperature of up to -5°C , with the COP value falling within a less-than-optimal efficiency range. The superheat and subcooling parameters also exhibited values that were not ideal, indicating that the system was not operating at maximum efficiency. In conclusion, the 2-ton capacity cold storage system can effectively maintain the fish storage temperature and contribute to preserving the quality of agricultural products.

Keywords: *Cold storage, Vegetables and fruits, COP, Superheat, Subcooling, R404A*

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
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.....	2
1.5 Tujuan 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 Siklus Kompresi Uap	4
2.3 Diagram P-h	6
2.4 Cold Storage.....	7

2.5	Komponen Utama Cold Storage	7
2.6	Komponen Pendukung Cold Storage	9
2.7	Efek Refrigerasi	12
2.8	Work Kompresi (w_k)	13
2.9	Coefficient Of Performance (COP).....	13
2.10	Superheat dan Subcooling.....	13
2.11	Laju Aliran Massa Refrigerant	14
BAB III METODE PENELITIAN		15
3.1	Jenis Penelitian.....	15
3.2	Alur Penelitian	15
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	16
3.4	Penentuan Sumber Data	16
3.5	Instrumen Penelitian.....	17
3.6	Prosedur Penelitian.....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		22
4.1	Pengambilan Data	22
4.1.1	Penempatan Titik Thermocouple	22
4.2	Hasil Data Pengujian.....	24
4.2.1	Analisis Perhitungan / Pengolahan Data	26
4.3	Superheat dan Subcooling.....	29
4.4	Perhitungan Laju Aliran Masa Refrigerant	31
BAB V PENUTUP		33
5.1	Kesimpulan	33
5.2	Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....		34
LAMPIRAN.....		36

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Waktu Pelaksanaan.....	16
Tabel 3. 2 Waktu Pelaksanaan.....	21

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Siklus Kompresi Uap	5
Gambar 2. 2 Diagram P-h	6
Gambar 2. 3 Kompresor	7
Gambar 2. 4 Kondensor	8
Gambar 2. 5 Katup Ekspansi.....	8
Gambar 2. 6 Evaporator	9
Gambar 2. 7 Filter Dryer.....	10
Gambar 2. 8 Oil Separator	11
Gambar 2. 9 Akumulator.....	11
Gambar 2. 10 Thermostat.....	12
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	15
Gambar 3. 2 Cold Storage	17
Gambar 3. 3 Outdoor Unit Cold Storage	17
Gambar 3. 4 Termokopel.....	18
Gambar 3. 5 Pressure Gauge.....	19
Gambar 3. 6 Data Logger.....	19
Gambar 3. 7 Penggunaan Data Logger	20
Gambar 4. 1 Pemasangan Termokopel.....	22
Gambar 4. 2 Titik T1	23
Gambar 4. 3 Titik T2	23
Gambar 4. 4 Titik T3	24
Gambar 4. 5 Titik T4.....	24
Gambar 4. 6 Grafik Temperature Cold Storage	24
Gambar 4. 7 Data h1, h2, h3, h4, ER, WK, dan COP	27
Gambar 4. 8 P-h Diagram	27
Gambar 4. 9 Data h1, h2, h3, h4	28
Gambar 4. 10 Konfersi Titik Jenuh PL	29
Gambar 4. 11 Konfersi Titik Jenuh PH.....	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Temperature T1, T2, T3, dan T4.....	36
Lampiran 2. Data PL, PH, Ampere, dan Volt.....	44
Lampiran 3. Cold Storage	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri pertanian dan distribusi makanan segar menuntut adanya sistem penyimpanan yang handal untuk menjaga kualitas produk hingga sampai ke konsumen. Hal ini tidak hanya bermanfaat bagi produsen dan distributor, tetapi juga bagi konsumen yang menginginkan sayur dan buah segar dalam kondisi terbaik. Penyimpanan sayur dan buah segar merupakan aspek penting dalam rantai pasokan agrikultur, yang berdampak langsung pada kualitas produk dan kepuasan konsumen. Dalam konteks peningkatan permintaan akan produk segar, diperlukan sistem penyimpanan yang efektif untuk menjaga kesegaran dan mencegah kerusakan. Cold storage atau penyimpanan dingin menjadi solusi yang semakin diperlukan di berbagai sektor, terutama dalam distribusi makanan, (Rahmat, M. R. 2015).

Namun, meskipun potensi dan manfaat cold storage besar, banyak fasilitas penyimpanan yang masih menghadapi tantangan terkait efisiensi operasional, penggunaan energi, dan biaya operasional yang tinggi. Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisa kinerja cold storage yang digunakan untuk penyimpanan sayur dan buah, dengan kapasitas tertentu, untuk mengetahui apakah sistem penyimpanan tersebut berjalan optimal dan memberikan manfaat sesuai dengan yang diharapkan

Kinerja dari sistem refrigerasi dapat diketahui dari nilai COP nya. Semakin besar nilai COP nya maka semakin baik unjuk kerja/ kinerja dari sistem refrigerasi tersebut. COP merupakan singkatan dari Coefficient of Performance, yaitu perbandingan antara efek refrigerasi dengan kerja dari kompressor. Atau bisa dikatakan juga sebagai perbandingan antara energi yang diserap evaporator dengan energi yang dibutuhkan kompressor. Untuk menentukan nilai COP pada sistem refrigerasi dimana parameter – parameter yang dipakai adalah suhu masuk

kompresor, suhu keluar kompresor, suhu keluar kondensor / masuk katup ekspansi, suhu keluar ekspansi / temperatur evaporator (Suamir 2015).

Oleh karena itu tujuan analisis cold storage untuk penyimpanan sayur dan buah kapasitas 2 ton dilakukan agar dapat mengetahui kinerja dari mesin cold storage. Pada penelitian ini meliputi pencarian COP, superheat, subcooling, dan laju aliran refrigerant.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana melakukan perhitungan COP dan analisis kinerja cold storage kapasitas 2 ton ?
2. Bagaimana superheat, subcooling dan laju aliran refrigerant yang dihasilkan cold storage kapasitas 2 ton ?

1.3 Batasan Masalah

1. Menganalisis kinerja sistem cold storage kapasitas 2 ton.
2. Perhitungan dan analisis kinerja cold storage kapasitas 2 ton.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan proyek akhir terdiri atas tujuan umum dan tujuan khusus yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

1.4.1 Tujuan Umum

1. Sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Pendidikan di Program Studi D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
2. Penelitian ini juga bertujuan untuk menambah wawasan mahasiswa terhadap perkembangan teknologi yang semakin maju.

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Mampu mengetahui kinerja COP *cold storage* kapasitas 2 ton
2. Mampu mengetahui nilai superheat, subcooling, dan laju aliran refrigerant *cold storage* kapasitas 2 ton.

1.5 Tujuan Penelitian

Penulis berharap hasil pengujian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1.5.1 Bagi Penulis

1. Yaitu dengan pengujian ini maka akan dapat menyelesaikan proyek tugas akhir, nantinya diharapkan dapat menambah pengetahuan dan wawasan mengenai kinerja cold storage.
2. Pengujian ini bermanfaat untuk sebagai sarana untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang didapat selama mengikuti perkuliahan selama mengikuti di Politeknik Negeri Bali khususnya Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara.

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali

1. Adanya pengembangan peralatan praktek di Laboratorium Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
2. Dapat menambah koleksi bahan bacaan dan dapat dipergunakan sebagai acuan bagi mahasiswa Politeknik Negeri Bali, khususnya Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara.

1.5.3 Bagi Masyarakat

1. Hasil penelitian dapat memberikan pengetahuan baru bagi banyak kalangan masyarakat.
2. Agar masyarakat dapat mengetahui kinerja dari cold storage.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian analisis kinerja sistem cold storage kapasitas 2 ton atau yang dimaksud 2 ton refrigerasi (TR) dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kinerja sistem berdasarkan nilai COP 2,61 dengan pengujian tanpa beban menunjukkan kinerja sistem berjalan tidak efisien, nilai 3 sampai 4 adalah nilai standar baik dalam kategori pengujian.
2. Nilai *superheat* yang diperoleh sebesar 24,7 °C, jauh di atas kisaran ideal 6–16 °C, menunjukkan kemungkinan adanya kekurangan refrigerant. Nilai *subcooling* sebesar 1,5 °C masih berada dalam kisaran normal *cold storage* dengan R404A (1–5 °C), yang artinya proses kondensasi berjalan normal. Jumlah massa refrigerant yang mengalir / berpindah pada suatu titik per satuan waktu pada sistem adalah 0,033006 kg/s.

5.2 Saran

Sebagai pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini, beberapa saran berikut dapat dipertimbangkan:

1. Penggunaan alat ukur yang memiliki tingkat akurasi lebih tinggi dianjurkan untuk meningkatkan ketepatan dalam pengujian.
2. Bagi penelitian selanjutnya, penelitian dapat dikembangkan dengan penelitian pengujian dengan beban sayur dan buah mengetahui bagaimana hasil dari nilai COP, *superheated*, *subcooling* dan laju aliran massa refrigerant, lalu bandingkan dengan pengujian tanpa beban.
3. Melakukan perawatan rutin pada komponen utama seperti *compressor*, *condenser*, dan *evaporator* untuk mencegah penurunan performa akibat kotoran atau kerak pada permukaan perpindahan panas

DAFTAR PUSTAKA

- Arman, M. M. (2020). Kajian Simulasi Subcooled Dan Superheated Pada Sistem Refrigerasi Uap Dengan R22 Dan R32. *Seminar Nasional Industri Dan Teknologi (SNIT)*.
- Cahyadi, C. I. (2025). Analisa Perbandingan Suhu Dan Arus Air Conditioner Menggunakan Refrigerant R32 Dengan R410a. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 13(1).
- Charisa, A. A., Utomo, B., & Syaifudin, S. (2019). Incubator Analyzer Portabel Berbasis Pemrograman Visual Dilengkapi Penyimpanan Ke Sd Card. *Jurnal Teknokes*, 12(2), 29-35.
- Firman, M. A. (2019). Refrigerasi Dan Pengkondisian Udara. *Garis Putih Pratama*.
- Irawan, R., Andrizal, A., & Basri, I. Y. (2015). Perbandingan Coefficient Of Performance (Cop) Refrigerant R-134a Dengan Refrigerant Mc-134 Pada Sistem Pengkondisian Udara Mobil. *Automotive Engineering Education Journals*, 4(2).
- Jiwatami, A. M. A. (2022). Aplikasi Termokopel Untuk Pengukuran Suhu Autoklaf. *Lontar Physics Today*, 1(1), 38-44.
- Jo, W. (2020). Analisa Efisiensi Daya Kompresor Pada Mesin Trainer Cold Storage. *Jurnal Teknik Mesin Mercuri Buana*, 8(2), 77-85.
- Pauzan, M., & Yanti, I. (2022). Analisis Jenis-Jenis Kerusakan Pada Charger Handphone Dengan Menggunakan Multimeter Digital Dan Osiloskop Sebagai Alat Pengujiannya. *Gema Wiralodra*, 13(1), 72-92.
- Pranoto, A., Al Kindi, H., & Pramono, G. E. (2023). Analisis Pengaruh Cleaning Tubing Kondensor Terhadap Performa Sistem Refrigerasi Mesin Water Cooled Chiller Kapasitas 650tr. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 14(1), 351-362.

- Rahmat, M. R. (2015). Perancangan Cold Storage Untuk Produk Reagen. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 3(1), 16-30.
- Setyadi, C. H., Negara, I., & Sugina, I. (2022). *Studi Eksperimen Untuk Meningkatkan Efek Refrigerasi Pada Cold Storage Tipe Multistage* (Doctoral Dissertation, Politeknik Negeri Bali).
- Suamir, I.N. 2015. E-Book Teknologi Refrigerasi. Modul Pembelajaran Politeknik Negeri Bali, Badung Bali 12 Februari 2019
- Tilqadri, L. N., Nofitra, I., & Yetri, Y. (2021). Identifikasi Kerusakan Dan Perbaikan Refrigerator Freezer Ar763. *Jtrm (Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Manufaktur)*, 3(1), 45-58.
- Azmi, R. B. (2024). *Rancang Bangun Prototype Cold Storage* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Gresik).
- Bunganaen, W. (2022). Simulasi Termodinamika Pengaruh Temperatur Subcooling di Kondensor Terhadap Kinerja Cold Storage. *LONTAR J. Tek. Mesin Undana*, 9(02), 40-46.
- Solka, G., Hidayat, N., Andrizal, A., & Lapis, R. (2023). Analisis Coefficient of Performance (COP) Trainer Sistem Pengkondisian Udara pada Putaran 2970 rpm. *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, 1(1), 51-66.
- Tarawneh, M., Jawarneh, A. M., Tlilan, H., Ababneh, A., & Al-Migdady, A. (2019). Investigation of the effect of superheating on the performance of a refrigeration system using low temperature different refrigerant blends in porous media. *Heat Transfer - Asian Research*, 48(6), 2216–2236.