

SKRIPSI

**ANALISIS KINERJA SISTEM *COLD STORAGE*
PENYIMPANAN IKAN SEGAR
DENGAN KAPASITAS 2 TON**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

I KOMANG DHEVA STARISMA PUTRA ADNYANA
NIM. 2115234025

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Teknologi pendinginan *cold storage* memiliki peranan vital dalam sektor perikanan untuk menjaga kesegaran dan kualitas ikan selama proses penyimpanan. Penelitian ini bertujuan mengetahui performa sistem *cold storage* berkapasitas 2 ton refrigerasi dengan *refrigerant* R404A. Analisis dilakukan terhadap sejumlah parameter utama yaitu nilai *coefficient of performance* (COP), temperatur gas *superheated*, temperatur cairan *subcooling*, serta laju aliran massa *refrigerant*. Pengambilan data dilakukan di lokasi *cold storage* milik Kelompok Nelayan Bintang Samudra yang berlokasi di Desa Pengambengan, Kabupaten Jembrana, Bali, dengan menggunakan alat ukur seperti *thermocouple*, *pressure gauge*, *clamp meter*, *volt meter*, *sensor temperatur* dan *data logger*. Pengambilan data pada temperatur T1 (masuk evaporator - keluar kondensor), T2 (keluar kompresor - masuk kondensor), T3 (keluar kondensor - masuk ekspansi), dan T4 (keluar ekspansi - masuk evaporator), diambil datanya per-30 detik melalui *thermocouple* yang terhubung pada *data logger*. Sedangkan data temperatur ruangan, tekanan *refrigerant* (*pressure gauge*), arus listrik dan tegangan dicatat setiap 5 menit. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mencapai temperatur ruangan -25°C dari temperatur awal yaitu 16°C dalam kurun waktu 3 jam. Nilai COP sistem berada di rentang ideal antara 2,3 – 2,5 yaitu 2,4. Sedangkan nilai temperatur gas *superheated* ditemukan 13,48°C dan temperatur cairan *subcooling* 3,5°C, kedua nilai tersebut berada di rentang temperatur ideal yaitu temperatur gas *superheated* nilai idealnya antara 6°C - 16°C dan temperatur cairan *subcooling* 1°C - 5°C. Jadi, kinerja sistem *cold storage* dengan kapasitas 2 ton ini mampu menjaga temperatur penyimpanan secara optimal dan siap berkontribusi dalam menjaga kualitas hasil tangkapan perikanan.

Kata kunci : *cold storage*, ikan segar, COP, gas *superheated*, cairan *subcooling*, *mass flow rate*, R404A

ABSTRACT

Cold storage cooling technology plays a vital role in the fisheries sector to maintain the freshness and quality of fish during storage. This research aims to evaluate the performance of a cold storage system with a capacity of 2 tons of refrigeration using refrigerant R404A. The analysis focused on several key parameters, including the coefficient of performance (COP), superheated gas temperature, subcooled liquid temperature, and refrigerant mass flow rate. Data collection was carried out at the cold storage facility owned by the Bintang Samudra Fishermen Group in Pengambangan Village, Jembrana Regency, Bali, using measuring instruments such as thermocouples, pressure gauges, clamp meters, voltmeters, temperature sensors, and a data logger. Measurements of T1 (evaporator inlet – condenser outlet), T2 (compressor outlet – condenser inlet), T3 (condenser outlet – expansion inlet), and T4 (expansion outlet – evaporator inlet) were recorded every 30 seconds using thermocouples connected to the data logger, while room temperature, refrigerant pressure, current, and voltage were noted every 5 minutes. The test results showed that the system was able to reduce the room temperature from 16°C to -25°C within 3 hours. The system COP was found to be in the ideal range of 2.3–2.5, with an average value of 2.4. The superheated gas temperature was recorded at 13.48°C and the subcooled liquid temperature at 3.5°C, both within the ideal ranges of 6–16°C and 1–5°C, respectively. Therefore, the 2-ton cold storage system demonstrated optimal performance in maintaining storage temperature and is reliable for preserving the quality of fishery products.

Keywords : *cold storage, fresh fish, cop, superheated gas, subcooling liquid, mass flow rate, R404a*

DAFTAR ISI

Halaman Judul	ii
Pengesahan oleh Pembimbing	iii
Persetujuan Dosen Penguji	iv
Pernyataan Bebas Plagiat.....	v
Ucapan Terima Kasih	vii
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.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.4.1 Tujuan Umum.....	3
1.4.2 Tujuan Khusus	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.5.1 Manfaat bagi penulis.....	3
1.5.2 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali	4
1.5.3 Manfaat bagi masyarakat	4
BAB II. LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Pengertian Analisis.....	5

2.2	Pengertian Refrigerasi.....	5
2.3	Siklus Kompresi Uap	6
2.4	<i>Superheated</i> dan <i>Subcooling</i>	9
2.5	Laju Aliran Massa <i>Refrigerant</i>	10
2.6	Pengertian <i>Cold Storage</i>	11
2.7	Faktor – Faktor Pertimbangan Analisis Sistem Kerja <i>Cold Storage</i>	11
2.8	Komponen Utama <i>Cold Storage</i>	13
2.8.1	Kompresor	13
2.8.2	Kondensor.....	13
2.8.3	Katup Ekspansi	14
2.8.4	Evaporator.....	15
2.7	Komponen Tambahan Pada Sistem <i>Cold Storage</i>	16
2.8	<i>Refrigerant Slider</i>	20
2.9	P-h Diagram	21
2.10	Jenis Refrigerant.....	23
BAB III. METODE PENELITIAN.....		25
3.1	Jenis Penelitian.....	25
3.2	Alur Penelitian	26
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian	27
3.4	Penentuan Sumber Data	27
3.5	Sumber Daya Penelitian.....	29
3.6	Instrumen Penelitian.....	29
3.7	Prosedur Penelitian.....	30
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		34
4.1	Pengambilan Data	34
4.1.1	Penempatan Titik <i>Thermocouple</i>	34
4.2	Hasil Data Pengujian	37
4.3	Analisis Perhitungan / Pengolahan Data	43

4.3.1	Perhitungan P-h Diagram.....	43
4.3.2	<i>Superheat</i> dan <i>Subcooling</i>	47
4.3.3	Perhitungan Laju Aliran Masa <i>Refrigerant</i>	50
BAB V.	PENUTUP	53
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA		55
LAMPIRAN		57

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jadwal kegiatan penelitian skripsi	27
Tabel 3. 2 Pengambilan data untuk pengujian komponen <i>cold storage</i>	28
Tabel 3. 3 Pengambilan data untuk pengujian temperatur <i>cold storage</i>	28
Tabel 3. 4 Pengambilan data untuk pengujian tegangan, arus, <i>pressure gauge</i>	29
Tabel 4. 1 Pengambilan data temperatur komponen <i>cold storage</i>	37
Tabel 4. 2 Pengambilan data temperatur komponen <i>cold storage</i>	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Siklus kompresi uap.....	7
Gambar 2. 2 <i>cold storage</i>	11
Gambar 2. 3 kompresor <i>cold storage</i>	13
Gambar 2. 4 Kondensor <i>cold storage</i>	14
Gambar 2. 5 Katup ekspansi <i>cold storage</i>	15
Gambar 2. 6 Evaporator <i>cold storage</i>	15
Gambar 2. 7 Filter <i>dryer cold storage</i>	16
Gambar 2. 8 Oil separator <i>cold storage</i>	17
Gambar 2. 9 <i>Liquid receiver cold storage</i>	17
Gambar 2. 10 <i>Solenoid valve cold storage</i>	18
Gambar 2. 11 <i>Sight glass cold storage</i>	18
Gambar 2. 12 <i>Thermostat cold Storage</i>	19
Gambar 2. 13 Dual <i>pressure control switch</i> LPG & HPG	20
Gambar 2. 14 Aplikasi <i>refrigerant slider</i>	21
Gambar 2. 15 P-h diagram.....	22
Gambar 2. 16 <i>refrigerant</i> R404A	23
Gambar 2. 17 Visualisasi 3D <i>cold storage</i>	25
Gambar 2. 18 Alur Penelitian	26
Gambar 3. 1 <i>Thermocouple</i>	31
Gambar 3. 2 <i>Pressure gauge</i>	31
Gambar 3. 3 <i>Data Logger</i>	32
Gambar 3. 4 Penggunaan <i>Data Logger</i>	32
Gambar 4. 1 Pemasangan <i>thermocouple</i>	34
Gambar 4. 2 titik <i>thermocouple</i> T2	35
Gambar 4. 3 titik <i>thermocouple</i> T1	35
Gambar 4. 4 titik <i>thermocouple</i> T4	36
Gambar 4. 5 titik <i>thermocouple</i> T3	36

Gambar 4. 6 <i>high pressure</i>	36
Gambar 4. 7 <i>low pressure</i>	36
Gambar 4. 8 Grafik temperatur pengujian <i>cold storage</i>	39
Gambar 4. 9 Grafik fenomena temperatur T1 dan T4	42
Gambar 4. 10 Grafik pengujian temperatur ruangan	42
Gambar 4. 11 langkah 1 perhitungan p-h diagram	44
Gambar 4. 12 langkah 2 perhitungan p-h diagram	45
Gambar 4. 13 langkah 3 perhitungan p-h diagram	46
Gambar 4. 14 aplikasi <i>refrigerant slider</i> tekanan rendah.....	48
Gambar 4. 15 aplikasi <i>refrigerant slider</i> tekanan tinggi	49
Gambar 4. 16 titik <i>superheated</i> dan <i>subcooling</i>	50
Gambar 4. 17 Perhitungan faktor daya.....	51
Gambar 4. 18 Perhitungan nilai <i>enthalpy</i>	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data pengujian temperatur T1, T2, T3, dan T4	57
Lampiran 2 Data pengujian temperatur ruangan, regangan, arus, <i>pressure gauge</i>	67
Lampiran 3 Gambar komponen <i>cold storage</i> yang belum terinstal	68
Lampiran 4 Gambar pengelasan sekaligus pemasangan komponen <i>cold storage</i>	69
Lampiran 5 Pengambilan data di lokasi	70
Lampiran 6 Perhitungan P-h diagram manual	71

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara maritim, dimana wilayahnya sebagian besar didominasi lautan serta kondisi geografisnya berupa kepulauan. Sektor perikanan merupakan salah satu komponen penting dalam perekonomian suatu negara, terutama di Indonesia yang memiliki garis pantai yang luas dan potensi perikanan yang melimpah. Ikan merupakan bahan biologis yang apabila tidak memperoleh perlakuan tertentu setelah ditangkap dan diangkat dari air, maka akan mengalami penurunan kualitas ke arah membusuk (Zulkarnain dkk, 2013).

Ikan yang didinginkan akan tetap segar selama disimpan di tempat bersuhu rendah. Pendinginan ikan dilakukan dengan menurunkan suhu hingga mencapai -20 derajat celcius sampai dengan -25 derajat celcius (Wahyu Trenggono, 2024). Oleh karena itu, perlu diadakan suatu teknik yang dapat dilakukan untuk mempertahankan kesegaran ikan supaya tetap awet dan layak dikonsumsi. Penyimpanan ikan segar yang efektif sangat diperlukan untuk meminimalkan kerugian akibat pembusukan dan memastikan distribusi produk perikanan berkualitas tinggi ke pasar.

Untuk menangani kasus tersebut maka perlu adanya suatu teknologi untuk memastikan produk – produk hasil laut memiliki kualitas dan kuantitas hasil yang maksimal dan memiliki kondisi yang sesuai dengan standar mutu yang ada. Untuk mendinginkan pada proses pengolahan ikan hampir semua perusahaan menggunakan mesin pendingin. Penggunaan mesin pendingin pada industri perikanan dianggap paling efisien dalam proses penurunan suhu produk apabila dibandingkan dengan metode lain. Jumlah bahan pangan seperti ikan yang sangat besar perlu adanya pendinginan yang memastikan agar ikan tetap segar dan memiliki standar yang baik, *cold storage* menjadi solusi yang efektif untuk hal ini. Melalui penerapan teknologi ini, suhu penyimpanan dapat dijaga pada level optimal, sehingga proses pembusukan dapat diperlambat dan umur simpan ikan segar dapat

diperpanjang. Dalam kinerja dari *cold storage* ini, agar memastikan kinerja dari komponen baik atau tidaknya perlu adanya analisis agar mengetahui seberapa layak komponen dapat bekerja dengan maksimal. Metode analisis perlu adanya yang mencakup *coefficient of performance* (COP), agar mengetahui seberapa efisien mesin pendingin memakai energi (Heri Setyadi, 2022).

Secara umum, pengertian *cold storage* merupakan sebuah ruangan bermesin pendingin yang digunakan sebagai gudang untuk menyimpan barang atau produk dalam kondisi suhu rendah, memastikan kelayakan suatu bahan pangan agar awet lebih lama. Dalam hal ini agar menjaga produksi ikan segar di Indonesia menjadi berkualitas dalam pengembangannya sistem *cold storage* penyimpanan ikan segar dengan kapasitas 2 ton perlu adanya analisis untuk mengetahui kinerja dari komponen *cold storage*. Melalui penelitian ini, akan dilakukan analisis mendalam terhadap sistem kerja dari *cold storage* penyimpanan ikan berkapasitas 2 ton dan 2 ton yang dimaksud adalah kapasitas pendinginan 2 ton refrigerasi dengan jenis *refrigerant* yaitu R404A. Penelitian dilakukan yaitu berdasarkan analisis kinerja sistem yang dilakukan tanpa beban. Analisis kinerja sistem dilakukan tanpa beban agar mengetahui bagaimana kinerja sistem dari *cold storage* bekerja sebelum diisi beban ikan, serta mengetahui kinerja *cold storage* bekerja optimal atau tidaknya sebelum ke tahap pembebanan. Hal ini juga memastikan pengujian tanpa beban apakah bisa mencapai temperatur ruangan -25°C . Dalam pengujian ini akan dilakukan pengujian kinerja sistem *cold storage* berdasarkan nilai *coefficient of performance* (COP), *superheated*, *subcooling*, dan laju aliran *massa refrigerant*, dengan nilai dari pengujian menunjukkan bagaimana sistem *cold storage* tanpa beban ikan bekerja.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat rumusan masalah yang perlu diselesaikan yaitu :

1. Bagaimana perhitungan dan nilai COP *cold storage*?
2. Bagaimana *superheated* dan *subcooling* dari *cold storage*?
3. Bagaimana laju aliran *massa refrigerant cold storage*?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih fokus dan terarah, batasan masalah dalam penelitian ini ditetapkan sebagai berikut :

1. Kapasitas pendinginan *cold storage* 2 (TR) ton refrigerasi
2. Temperatur ruangan *cold storage* yang ditargetkan untuk pengujian ini -25°C
3. Pengujian dilakukan dengan kondisi *cold storage* tanpa beban ikan.

1.4 Tujuan Penelitian

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

1.4.1 Tujuan Umum

1. Memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan D4 pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
2. Memberikan kontribusi kepada masyarakat dalam meningkatkan kualitas ikan segar dalam standar mutu.
3. Sebagai kajian ilmu pengetahuan yang didapat selama proses perkuliahan.

1.4.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari penelitian ini yaitu :

1. Mampu menghitung dan mengetahui nilai COP.
2. Mampu mengetahui *superheated* dan *subcooling* dari *cold storage*.
3. Mampu mengetahui laju aliran massa refrigerant dari *cold storage*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini bagi penulis, baik bagi institusi Politeknik Negeri Bali dan masyarakat sebagai berikut :

1.5.1 Manfaat bagi penulis

1. Meningkatkan pengetahuan dan keterampilan penulis dalam menganalisis kinerja sistem *cold storage*.
2. Sebagai sarana pengembangan ilmu – ilmu yang didapat selama

mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali baik secara teori maupun praktikum

1.5.2 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali

Hasil penelitian ini sebagai wujud nyata dari Tri Dharma perguruan tinggi untuk menerapkan dan mengembangkan ilmu pengetahuan yang di dapat selama menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali baik secara teori maupun praktikum.

1.5.3 Manfaat bagi masyarakat

1. Membantu masyarakat dalam mengetahui pendinginan skala besar yaitu *cold storage*.
2. Sebagai pengetahuan untuk masyarakat dalam upaya untuk memperpanjang daya tahan simpan ikan segar melalui penyimpanan *cold storage*.
3. Meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya perlakuan tertentu terhadap ikan setelah ditangkap dan diangkat dari air melalui penelitian kinerja sistem *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 2,4 dengan pengujian selama 3 jam menunjukkan kinerja sistem berjalan dengan baik, nilai 2,4 adalah nilai standar baik dalam kategori pengujian temperatur rendah *cold storage* yaitu -25°C
2. Nilai *superheated* berada di nilai $13,48^{\circ}\text{C}$, dengan nilai tersebut mewujudkan refrigerant dari evaporator menuju kompresor berada dalam fasa gas dengan pemanasan tambahan. Nilai *subcooling* yaitu $3,5^{\circ}\text{C}$ menunjukkan *refrigerant* dalam fasa cair mengalir menuju katup ekspansi didinginkan lebih lanjut di bawah titik kondensasinya atau titik didihnya, sehingga temperatur refrigerant turun pada fase cair.
3. Laju aliran massa *refrigerant* (*mass flow rate*) dengan nilai yang diperoleh $0,022\text{ kg/s}$. Laju aliran massa *refrigerant* dengan nilai tersebut menunjukkan bahwa sistem tidak mengalami *overloading refrigerant* yang baik dalam mendukung proses pendinginan sesuai dengan kebutuhan operasional.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini, berikut saran yang dapat dipertimbangkan :

1. Pengujian sebaiknya tetap dilakukan ketika temperatur sudah tercapai dengan menunggu sampai kompresor mati dan temperatur ruangan sudah tercapai, dalam artian masih tetap diuji agar mengetahui di temperatur ruangan ke berapa kompresor kembali hidup dan siklus refrigerasi berjalan kembali untuk mencapai temperatur -25°C .
2. Penggunaan alat ukur yang memiliki tingkat akurasi lebih tinggi dianjurkan untuk meningkatkan ketepatan dalam pengujian.
3. Bagi penelitian selanjutnya, penelitian dapat dikembangkan dengan penelitian pengujian dengan beban ikan agar mengetahui bagaimana hasil dari nilai COP, *superheated*, *subcooling* dan laju aliran massa *refrigerant*

(*mass flow rate*), lalu bandingkan dengan pengujian tanpa beban.

DAFTAR PUSTAKA

- Fajarani, R. M., Handoyo, Y., & Rahmanto, R. H. (2019). ANALISIS BEBAN PENDINGINAN PADA COLD STORAGE UNTUK PENYIMPANAN DAGING. In *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* (Vol. 7, Issue 1). <http://ejournal.unismabekasi.ac.id>
- Heri Setyadi, C. (2022). Studi Eksperimen Studi Untuk Meningkatkan Efek Refrigasi Pada *Cold Storage* Tipe Multistage. *Politeknik Negeri Bali*. <http://repository.pnb.ac.id/id/eprint/2304>
- IWayanSutarsa.(2023). *Pengaruh_Karakteristik_Dimensi_Pipa_Kapiler_Terhadap Coefficient of Performance*
- Jeon, M. J., & Lee, J. H. (2024). Experimental Investigation of R404A Indirect Refrigeration System Applied Internal Heat Exchanger: Part 2—Exergy Characteristics. *Energies*, 17(16). <https://doi.org/10.3390/en17164143>
- Kulkarni, A. & M. V. & A. D. & S. T. (2002). Effect of the Thermostatic Expansion Valve Characteristics on the Stability of a RefrigeratII.American
- Nagaraju, P., Student, P. G., Kiran Kumar, C., & Srujan Manohar, M. V. N. (2015). *Experimental Study on Performance Parameters for Refrigerants R22, R410a and R404a at Various Air Outlet Temperatures*. www.ijert.org
- 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. <https://doi.org/10.1002/htj.21481>
- Wahyu Trenggono, S. (2024). *Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 9 Tahun 2024*.
- Zulkarnain, M., Purwanti, P., & Indrayani, E. (2013). Analisis Pengaruh Nilai Produksi Perikanan Budidaya Terhadap Produk Domestik Bruto Sektor Perikanan Di Indonesia. In *Jurnal ECSOFiM* (Vol. 1, Issue 1).

- Farida, I., & Dewi, N. P. K. (2024). IDENTIFICATION OF BACTERIUM *Escherichia coli* IN PELAGIC AND DEMERSAL FISH BY CULTURE AND POLYMERASE CHAIN REACTION (PCR) METHODS. *Aurelia Journal*, 6(2), 167. <https://doi.org/10.15578/aj.v6i2.13717>
- Jeon, M. J. (2021). Experimental analysis of the r744/r404a cascade refrigeration system with internal heat exchanger. Part 1: Coefficient of performance characteristics. *Energies*, 14(18). <https://doi.org/10.3390/en14186003>
- Llopis, R., Torrella, E., Cabello, R., & Sánchez, D. (2010). Performance evaluation of R404A and R507A refrigerant mixtures in an experimental double-stage vapour compression plant. *Applied Energy*, 87(5), 1546–1553. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.10.020>
- Nair, V. (2025). A thermodynamic investigation of a cold storage facility based on a modified cascade refrigeration system. *Discover Mechanical Engineering*, 4(1). <https://doi.org/10.1007/s44245-025-00093-8>
- Selan, R. N. (2022). *Desain Cold Storage untuk Pembekuan Ikan Laut Menggunakan Perangkat Lunak Coolselector®2*. <http://ejurnal.undana.ac.id/index.php/LJTMU>
- Yilmaz, I. C., & Yilmaz, D. (2020). Optimal capacity for sustainable refrigerated storage buildings. *Case Studies in Thermal Engineering*, 22. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2020.100751>