

ANALISA SISTEM MESIN COLDSTORAGE 100 TON PT. PERIKANAN NUSANTARA (PERSERO)

M. Yusuf Arnold¹, Lalak Indiyono^{2 *}, Ahmad Seta³, Devi Susiati⁴

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin – Universitas 45 Surabaya

⁴Program Studi Teknik Industri – Universitas 45 Surabaya

Email: yusufarnol74@gmail.com

ABSTRAK

Coldstorage adalah sebuah perangkat unit mesin dan ruangan yang digunakan untuk menyimpan suatu barang atau produk dengan dilengkapi sistem berpendingin udara yang diatur dengan suhu tertentu yang disesuaikan dengan kebutuhan suhu dari produk tertentu supaya durasi penyimpanan lebih tahan lama. PT. Perikanan Nusantara (Persero) Surabaya Branch mempunyai fasilitas aset gudang dengan dilengkapi dengan sistem pendingin *coldstorage* untuk penyimpanan ikan dengan pengaturan suhu -18 °C dan akan rencana digunakan untuk penyimpanan bawang merah dengan pengaturan suhu -2 °C dengan tanpa merubah perangkat dari mesin *coldstorage*.

Dengan beberapa perhitungan analisa perhitungan beban serta performa dari kinerja mesin *coldstorage* maka didapatkan hasil rencana mengubah pengaturan suhu *coldstorage* dari -18 °C menjadi suhu -2 °C untuk penyimpanan bawang merah merupakan suatu pemborosan energi serta pemborosan biaya tagihan listrik yang di ambil dari beban daya energi listrik yang terpakai.

Apabila pengaturan suhu *coldstorage* dari -18 °C dirubah menjadi -2 °C maka perlu dilakukan perubahan pengaturan pada perangkat ekspansi serta mengganti perangkat compressor khusus untuk chiller agar efisiensi energi serta beban tagihan biaya listrik tidak boros.

Kata Kunci : *Chiller, Coldstorage, Frezzer*

PENDAHULUAN

Dengan semakin berkembangnya teknologi pada era modern ini, banyak berbagai terobosan teknologi yang telah tercipta dari para ahli teknologi, serta semakin banyak perkembangan – perkembangan yang terjadi pada teknologi yang telah diciptakan.

Sistem pendingin (*refrigeration*) merupakan terobosan teknologi modern yang saat ini semakin dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan dan kenyamanan hidup manusia serta sebagai upaya untuk mengawetkan berbagai macam produk makanan [1]. Di era saat ini banyak perangkat sistem pendingin yang dikembangkan, sebagai contoh yang telah beredar pada masyarakat umum yaitu *Air Conditioner* (AC), *refrigerator* (lemari es), dsb. Adapun perangkat pendingin yang kembangkan untuk kebutuhan industri yaitu *coldstorage* (gudang pendingin), *air blast freezer* (mesin pembeku), dsb [2].

Dengan berdirinya perusahaan BUMN PT. Perikanan Nusantara (Persero) yang bergerak pada bisnis pangan dalam bidang penangkapan ikan laut dan penyerapan tangkapan ikan dari para nelayan. PT. Perikanan Nusantara (Persero) membangun beberapa fasilitas *coldstorage freezer* dan mesin pembeku *air blast freezer* untuk mendukung kelancaran usaha bisnisnya.

PT. Perikanan Nusantara (Persero) adalah salah satu Badan Usaha Milik Negara yang bergerak di bidang perikanan. PT. Perikanan Nusantara (Persero) memiliki fasilitas

gudang *coldstorage* berjenis *frezzer* di beberapa wilayah bisnisnya diseluruh Indonesia, dimana fasilitas *coldstorage* ini digunakan untuk mengawetkan produk hasil perikanan laut yang sudah dibekukan dengan *temperature* ruangan -20°C hingga -25°C . Salah satu wilayah bisnis dari PT. Perikanan Nusantara (Persero) yang menggunakan fasilitas *coldstorage* adalah cabang Surabaya yang berlokasi di Komplek Pergudangan Safe n Lock Blok Q3009 km 5,5 Lingkar Timur Sidoarjo [3][1]. Gudang *coldstorage* milik PT. Perikanan Nusantara (Persero) Surabaya Branch ini mempunyai kapasitas penyimpanan 250 ton dengan 2 ruangan berkapasitas 100 ton dengan *setting temperatur* -18°C hingga -25°C dan 1 ruangan berkapasitas 50 ton dengan *setting temperatur* -30°C hingga -35°C .

Fasilitas *coldstorage* milik PT. Perikanan Nusantara (Persero) Surabaya Branch digunakan untuk menyimpan produk perikanan laut dalam kondisi beku yang siap untuk dipasarkan dan didistribusikan ke berbagai wilayah di Jawa Timur serta memenuhi permintaan pasar ekspor.

Dengan fasilitas *coldstorage* 250 ton yang digunakan untuk menyimpan produk perikanan laut dalam kondisi beku dengan suhu -18°C ini perusahaan ada rencana untuk disewakan pada perusahaan mitra yang akan digunakan untuk *chiller* penyimpanan bawang merah dengan pengaturan suhu *coldstorage* -2°C dengan kapasitas ruang 100 Ton. Dengan pengaturan suhu *coldstorage* yang di *setting chiller* ini piranti ekspansi tidak ada yang dirubah dalam pengaturannya, akan tetapi hanya *setting temperature* yang ada pada *thermostat* saja yang akan dirubah. Dengan latar belakang diatas, penulis melakukan penelitian dan analisa untuk mengetahui berapa tingkat efisiensi apabila perubahan pengaturan suhu tersebut dilakukan agar dapat disampaikan ke perusahaan untuk menjadi bahan pertimbangan dalam pelaksanaan operasional *coldstorage*.

TINJAUAN PUSTAKA

Coldstorage

Coldstorage merupakan suatu mesin pendingin yang digunakan untuk menyimpan suatu produk dalam suhu tertentu, sehingga kualitas produk tetap terjaga [4]. *Coldstorage* adalah gudang yang di lengkapi dengan sistem pendingin ruangan yang mempunyai kapasitas tertentu dan kebutuhan *temperature* tertentu dengan menyesuaikan *temperature* produk yang akan disimpan dan dijaga kestabilan *temperature* produknya dalam waktu tertentu sebagai upaya untuk pengawetan produk dengan metode pendinginan. *Coldstorage* biasa digunakan oleh industri yang bergerak dibidang pangan untuk mengawetkan produk sebelum didistribusikan kepada konsumen [5].



Gambar 1. Ruang Coldstorage

Dalam pengoperasiannya *coldstorage* terbagi menjadi dua jenis yaitu *freezer* dan *chiller*.

Freezer

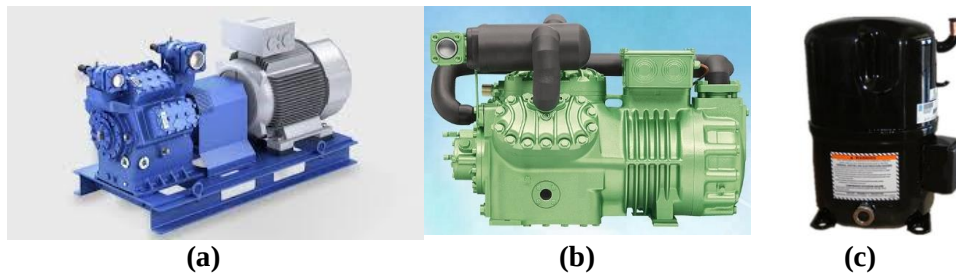
Freezer adalah ruangan *coldstorage* yang sistem pengoperasiannya diatur dengan *temperature* beku berkisar pada -10°C hingga *temperature* target -30°C [6]. Ruangan *freezer* banyak digunakan untuk menyimpan produk dan menjaga kestabilan temperaturnya dalam kondisi beku untuk mempertahankan kualitas produk agar awet dalam kurun waktu tertentu hingga produk digunakan atau di konsumsi.

Chiller

Chiller adalah ruangan *coldstorage* yang sistem pengoperasiannya diatur dengan *temperature* dingin di bawah *temperature* ruangan yang berkisar pada 5°C hingga -2°C [7]. *Chiller* digunakan untuk menyimpan produk kering akan tetapi tidak dalam kondisi beku untuk diawetkan agar produk tetap dalam kondisi segar dengan waktu tertentu.

Kompresor

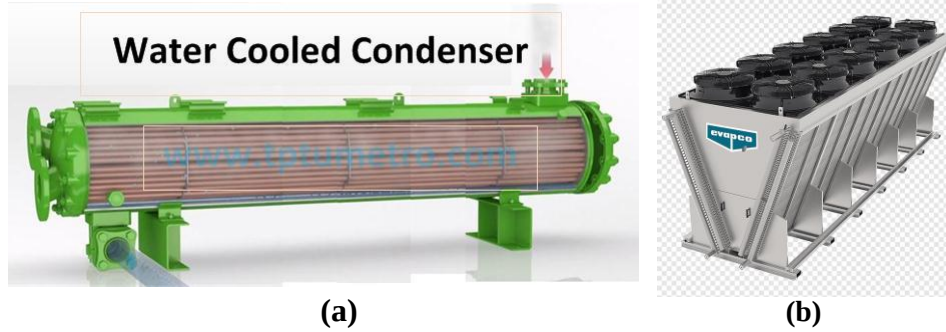
Kompresor adalah piranti unit yang bekerja dengan mengompresi bahan *refrigerant* dan memompa bahan *refrigerant* untuk bersikulasi pada *system* pendingin guna memindahkan kalo dari suatu tempat ke tempat yang lain [8]. Berdasarkan tipe bentuknya *compressor* terdiri dari *compressor open type*, *compressor semi hermetic* dan *compressor hermetic*.



Gambar 2. (a) Kompresor Open Type, (b) Kompresor Semi Hermetic, (c) Kompresor Hermetic

Kondensor

Kondensor adalah perangkat unit yang bekerja untuk melepaskan kalor dari sistem pendingin dan sebagai media pengembunan dari *refrigerant* berbentuk gas menjadi *liquid* [9]. Berdasarkan media untuk melepas kalor kondensor terdiri dari kondensor *shell n tube* dengan media pelepasan kalor menggunakan sirkulasi air, dan kondensor dengan media pelepasan kalor menggunakan hembusan angin yang di bantu dengan *fan*.



Gambar 3. (a) Kondensor *Shell and Tube*, (b) Kondensor *Fan*

Ekspansi

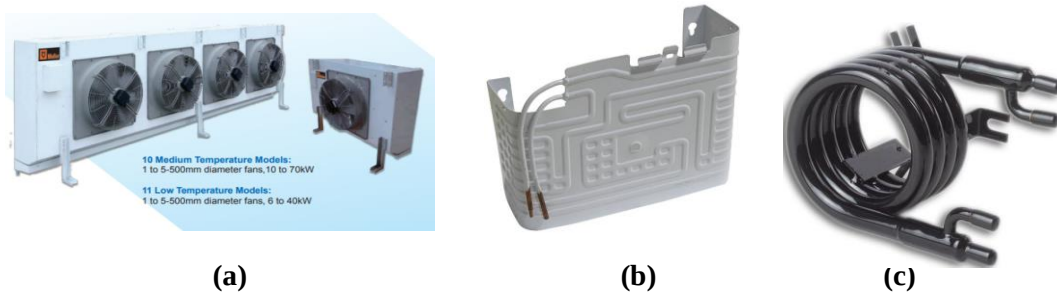
Ekspansi adalah alat injeksi yang berfungsi untuk mengatur kandungan *liquid refrigerant* pada evaporator [10]. Komponen ini yang mempengaruhi kinerja dari penyerapan kalor pada sistem pendingin dan berfungsi untuk mengkabutkan *liquid refrigerant* di *evaporator* agar proses penyerapan kalor dan penguapan *refrigerant* pada sistem lebih efektif.



Gambar 4. *Expansion Valve*

Evaporator

Evaporator adalah perangkat unit yang terdiri dari sistem pipa berisi *refrigerant* yang bekerja untuk menyerap kalor pada objek atau ruangan dan sebagai media untuk penguapan *liquid refrigerant* [11]. Untuk pelepasan kalor *evaporator* terdiri dari beberapa jenis yaitu *evaporator plate and tube*, *evaporator fin and tube*, *evaporator tube in tube*.



Gambar 5. (a) *Evaporator Fin In Tube*, (b) *Evaporator Plate In Tube*, (c) *Evaporator Tube In Tube*

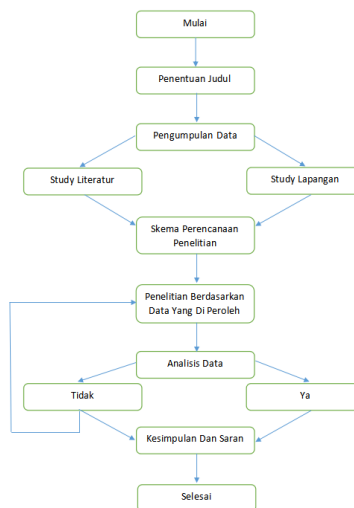
METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah suatu kegiatan ilmiah dalam menganalisa sebuah data dan menemukan hasil secara aktual untuk di jadikan sebuah data baru sebagai tambahan pengetahuan sebuah teori. Suatu proses cara atau metode sistematis dalam melakukan kegiatan analisa dan penelitian disebut dengan metodologi. Sedangkan penelitian adalah proses kegiatan mencari suatu hasil secara actual dengan cara menyelidiki dan mengamati objek yang diteliti. Sebuah kegiatan penelitian didasari pada keinginan manusia untuk membuktikan suatu teori matematis dan sebuah analisa untuk didapatkan hasilnya secara fakta nyata.

Agar data bisa dianalisis maka data tersebut harus dipecahkan dahulu menjadi beberapa bagian (menurut element dan strukturnya), kemudian menggabungkan Bersama memperoleh pemahaman yang baru. Analisa data merupakan proses paling vital dalam sebuah penelitian. Hal ini berdasarkan argumentasi bahwa dalam analisa inilah data diperoleh peneliti bisa diterjemahkan menjadi hasil yang sesuai dengan kaidah ilmiah. Maka dari itu, perlu kerja keras, daya kreatifitas dan kemampuan intelektual yang tinggi agar mendapat hasil yang memuaskan. Analisa data berasal dari hasi pengumpulan dat. Sebab data yang telah terkumpul, bila tidak dianalisis hanya menjadi barang yang tidak bermakna. Oleh karena itu, analisis data disini berfungsi untuk membaeri makna yang terkandung dalam data itu.

Dalam menganalisis data yang didapat dari sebuah percobaan dan kegiatan penelitian. Maka akan menghasilkan sebuah kesimpulan yang menjadi sebuah study referensi baru bagi mahasiswa.

Pelaksanaan penelitian merupakan kegiatan percobaan dengan objek yang akan diteliti. Dalam pelaksanaan penelitian ini maka kesimpulan dan hasil dapat diperoleh. Hasil dari penelitian bila berhasil maka bisa langsung memberikan hasil dan kesimpulan pada penelitian. Apabila hasil dari sebuah penelitian gagal, maka akan mengulang percobaan kembali sesuai dengan data yang telah diperoleh, dan bila hasilnya tetap gagal, maka bisa langsung membuat sebuah kesimpulan



Gambar 6. Diagram Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pelaksanaan dilapangan didapatkan data dari spesifikasi mesin *coldstorage* yang disajikan pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Tabel Data Coldstorage

Tabel Data Coldstorage		
1	Tipe compressor	Kompressor Bitzer semi hermetik 30 HP 6GE34Y
2	Tipe refrigerant	R 404a
3	Luas Ruang Coldstorage	11 m x 9,1 m
4	Tipe Evaporator	Gutner SGHF 045.2H/27
5	Tipe Kondensor	Gutner G250
6	Tipe Expansion valve	Danfoss 1T, Orifice 8T

Dengan spesifikasi mesin *coldstorage* diatas maka didapatkan hasil data nilai arus dan tegangan listrik dengan mengambil data menggunakan tang amper yang disajikan dengan tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Tabel Uji Coldstorage

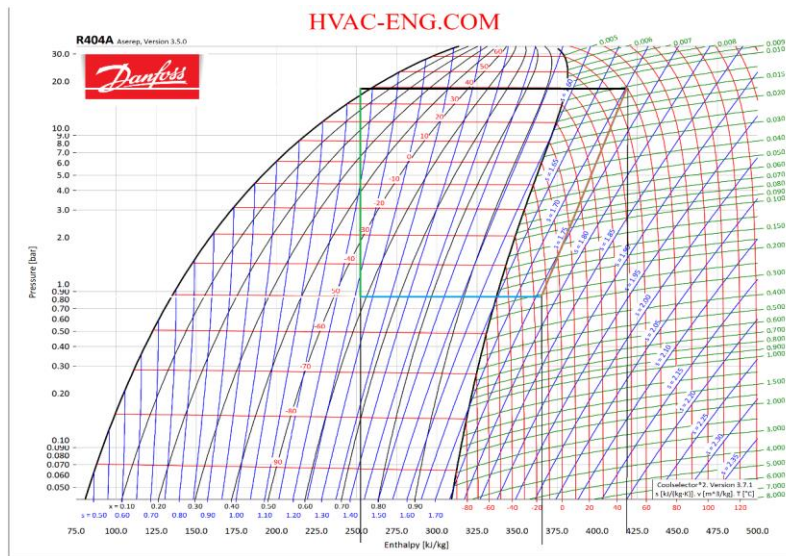
No	Titik Uji	R	S	T
1	Arus Kompresor (A)	14,26	15,85	15,88
2	Arus seluruh sistem <i>coldstorage</i> (A)	33,7	37,1	33,7
3	Tegangan Kompresor	380 V	380 V	380 V

Dengan spesifikasi mesin *coldstorage* diatas juga didapatkan hasil data *temperatur* (T1, T2, dsb) serta nilai tekanan *refrigerant* (P1, P2, dsb) dari beberapa titik tertentu yang disajikan pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Tabel Uji Coldstorage

1	<i>Temperature</i> Ruang Coldstorage	-18°C
2	<i>Temperature</i> Pipa Evaporator Coldstorage	-50°C
3	<i>Temperature</i> Pipa keluar evaporator	-20°C
4	<i>Temperature</i> Pipa Kondensor Coldstorage	50°C
5	<i>Temperature</i> Pipa keluar kondensor	36°C
6	<i>Temperature</i> Kompresor Coldstorage	70°C
7	<i>Temperature</i> luar ruangan <i>coldstorage</i> pada siang hari	34°C
8	Tekanan sebelum masuk kompresor	10 Psi = 0,69 Bar
9	Tekanan keluar kompresor	270 Psi = 18,6 bar

Dengan data tekanan *refrigerant* dan *temperature* diatas maka bisa dikonversikan pada tabel diagram Ph untuk dapat menentukan entalpi dari siklus *refrigeration* yang disajikan pada gambar 7 dibawah ini.



Gambar 7. Diagram Alur Penelitian

Dengan nilai entalpi yang dikonversikan menggunakan diagram dan dengan 2 tabel *superheated Vapor* serta tabel Saturasi *Refrigerant* diatas (kotak kuning dalam halaman 34-36), maka didapat nilai entalpi yang ditunjukkan oleh tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Data Entalpi Chiller

NO	Titik Uji	Nilai Entalpi (kJ/kg)
1	h_1	368,7
2	h_2	406,6
3	h_3	280,1
4	h_4	280,1

Dengan data entalpi diatas maka dapat dihitung beberapa analisa perhitungan *coldstorage* dengan *setting chiller* sebagai berikut.

Kinerja kompressor

$$W_{in} = h_2 - h_1 \quad (1)$$

$$W_{in} = 406,6 \text{ kJ/kg} - 368,7 \text{ kJ/kg} = 37,9 \text{ kJ/kg}$$

Kalor yang dilepas kondensor

$$Q_{out} = h_2 - h_3 \quad (2)$$

$$Q_{out} = 406,6 \text{ kJ/kg} - 280,1 \text{ kJ/kg} = 126,5 \text{ kJ/kg}$$

Kalor yang diserap *Evaporator*

$$Q_{in} = h_1 - h_4 \quad (3)$$

$$Q_{in} = 368,7 \text{ kJ/kg} - 280,1 \text{ kJ/kg} = 88,6 \text{ kJ/kg}$$

COP aktual

$$COP_{aktual} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \quad (4)$$

$$COP_{aktual} = \frac{368,7 \text{ kJ/kg} - 280,1 \text{ kJ/kg}}{406,6 \text{ kJ/kg} - 368,7 \text{ kJ/kg}} = 2,3$$

COP ideal

Untuk COP ideal perumusan menggunakan satuan standar internasional yaitu derajat kelvin (°K) (1 °C = 273 °K) maka didapatkan hasil yang disajikan dengan tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Konversi Suhu

No		°C	°K
1	Temperature evaporator	-13	260,15
2	Temperature kondensor	60	333,15

Maka dengan data temperature diatas dapat dihitung COP ideal mesin coldstorage menggunakan rumus dibawah ini.

$$COP_{ideal} = \frac{T_e}{T_c - T_e} \quad (5)$$

$$COP_{ideal} = \frac{260,15}{333,15 - 260,15} = 3,56$$

Efisiensi Mesin Pendingin

$$Efisiensi = \frac{COP_{aktual}}{COP_{ideal}} \times 100\% \quad (6)$$

$$Efisiensi = \frac{2,3}{3,56} \times 100\% = 0,6\%$$

Laju Aliran Refrigerant

$$m = \frac{P}{W_{in}} \quad (7)$$

$$m = \frac{380 \text{ v} \times 19,33 \times 0,9 \times 1,73}{37,9 \text{ kJ/kg}} = 301,7 \text{ kg/s}$$

Analisa Perhitungan Beban Ruangan *Chiller*

Perhitungan Kalor Yang Melewati Dinding Dan Atap

Dari data tabel spesifikasi ukuran ruangan diatas maka dapat diketahui luas ruangan sebagai berikut :

Dinding Utara : $11\text{m} \times 4\text{m} = 44\text{m}^2$

Dinding Timur : $9,1\text{m} \times 4\text{m} = 36,4\text{m}^2$

Dinding Selatan : $11\text{m} \times 4\text{m} = 44\text{m}^2$

Dinding Barat : $9,1\text{m} \times 4\text{m} = 36,4\text{m}^2$

Atap : $9,1\text{m} \times 11\text{m} = 100,1\text{m}^2$

Koefisien perpindahan panas konveksi dinding: $8,3 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$

Koefisien perpindahan panas konveksi atap: $6,1 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$

Koefisien material dinding dan atap :

0,5mm galvalume $k = 25 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$

200mm polyurethane $k = 0,023 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$

Dari data yang telah diperoleh diatas maka dapat dihitung sebagai berikut

$$Q_{wall} = \frac{A (\Delta T)}{\frac{1}{h_a} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \frac{x_3}{k_3} + \frac{1}{h_b}} \quad (8)$$

$$Q_{wall} = \frac{160,8 (36)}{\frac{1}{8,3} + \frac{0,0005}{25} + \frac{0,2}{0,023} + \frac{0,0005}{25} + \frac{1}{8,3}} = 645,02 \text{ kW}$$

$$Q_{atap} = \frac{A (\Delta T)}{\frac{1}{h_a} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \frac{x_3}{k_3} + \frac{1}{h_b}} \quad (9)$$

$$Q_{atap} = \frac{100,1 (36)}{\frac{1}{6,1} + \frac{0,0005}{25} + \frac{0,2}{0,023} + \frac{0,0005}{25} + \frac{1}{6,1}} = 403,54 \text{ kW}$$

Perhitungan Kalor Dari Produk Bawang Merah

Dalam perhitungan beban kalor dari produk yang disimpan dalam ruangan *coldstorage* yang rencana akan berisi Produk Bawang Merah dengan data yang disajikan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 6. Tabel Beban

No.	Jenis Produk	Jumlah (kg)	Konstanta	Temperatur Produk ($^\circ\text{C}$)
1	Bawang Merah	100.000	3,765	10

Dengan data tabel diatas maka dapat dihitung beban kalor dari produk yang disimpan dalam ruangan *coldstorage* dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$Q_{s,produk} = m.C_p. \Delta T \quad (10)$$

Perhitungan beban kalor dari produk Bawang Merah

$$Q_{s,produk} = 100.000 / 3,765 \times [-2 - (10)] = 2.213,36 \text{ kW}$$

Dengan data analisa perhitungan dari beban kalor piranti *coldstorage*, beban kalor dari dinding *coldstorage* dan beban kalor produk maka dapat dihitung beban total dari ruangan *coldstorage* dengan setting *Chiller* sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Q_{total} &= Q_{wall} + Q_{atap} + Q_{produk} + Q_{piranti} \\ Q_{total} &= 645,02 + 403,54 + 2.213,36 + 13,29 \\ Q_{total} &= 3275,21 \text{ Kw} \end{aligned} \quad (11)$$

Analisa Perhitungan Kapasitas Pendinginan Dengan Setting Chiller

Dengan data yang sudah didapatkan dari hasil analisa perhitungan dan data yang diambil dari lapangan maka dapat dihitung kapasitas pendinginan dari *coldstorage* PT. Perikanan Nusantara (Persero) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_e &= m (h_1 - h_4) \\ Q_e &= 301,7 \text{ kg/s} \times (368,7 \text{ kJ/kg} - 280,1 \text{ kJ/kg}) \\ &= 26.730,62 \text{ Kw} \end{aligned} \quad (12)$$

Analisa Perhitungan Biaya Listrik Coldstorage

Perhitungan Biaya Listrik Coldstorage

Dengan data yang telah didapat dari perhitungan maupun pengambilan data dari studi yang dilaksanakan dilapangan maka dapat dihitung biaya listrik yang akan dikeluarkan oleh perusahaan dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} E_{coldstorage} &= P \times 24 \text{ jam} \times 30 \text{ hari} \\ E_{coldstorage} &= 9452,42 \text{ W} \times 24 \text{ jam} \times 30 \text{ hari} \\ &= 6.805,742 \text{ kW} \end{aligned} \quad (13)$$

Dengan besaran biaya listrik yang dihitung dan dikalikan dengan biaya listrik per kWh Rp 1.444,- , dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Biaya Listrik} &= E_{coldstorage} \times \text{Biaya listrik setiap kWh} \\ \text{Biaya Listrik} &= 6.805,742 \times \text{Rp } 1.444,- \\ &= \text{Rp } 9.827.491,45,- \end{aligned} \quad (14)$$

Analisa Perhitungan Biaya Listrik Coldstorage Dengan Setting Chiller

Dengan data yang telah didapat dari perhitungan maupun pengambilan data dari studi yang dilaksanakan dilapangan maka dapat dihitung biaya listrik yang akan dikeluarkan oleh perusahaan dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 E_{coldstorage} &= P \times 24 \text{ jam} \times 30 \text{ hari} \\
 E_{coldstorage} &= 11.436,79 \text{ W} \times 24 \text{ jam} \times 30 \text{ hari} \\
 &= 8.234,488 \text{ Kw}
 \end{aligned}
 \tag{15}$$

Dengan besaran biaya listrik yang dihitung dan dikalikan dengan biaya listrik per kWh Rp 1.444,- , dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Listrik} &= E_{coldstorage} \times \text{Biaya listrik setiap kWh} \\
 \text{Biaya Listrik} &= 8.234,488 \text{ kW} \times \text{Rp 1.444,-} \\
 &= \text{Rp 11.890.600,-}
 \end{aligned}
 \tag{16}$$

Dengan besaran analisa perhitungan biaya listrik dengan *setting freezer* diatas dan biaya listrik dari tagihan listrik bulanan PT. Perikanan Nusantara (Persero) yang dibayarkan bulan Juli sebesar Rp 12.547.003,- yang artinya beban biaya listrik lebih besar daripada analisa perhitungan biaya listrik dikarenakan beberapa faktor lain.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Hasil dari perhitungan performa *coldstorage* PT. Perikanan Nusantara (Persero) dengan *setting freezer* disajikan dalam data sebagai berikut.

Tabel 7. Performa Coldstorage dengan Setting Freezer

No	Jenis Perhitungan	Hasil
1.	W_{in}	55,6 kJ/kg
2.	Q_{out}	161,5 kJ/kg
3.	Q_{in}	105,9 kJ/kg
4.	COP_{aktual}	1,9
5.	COP_{ideal}	2,23
6.	Efisiensi	0,72%
7.	Laju Refrigerant	163 kg/s
8.	Beban Kalor Ruangan	10.807,85 kW
9.	Kapasitas Pendinginan Ruangan	17.212 kW

Dengan tabel hasil diatas, coldstorage kapasitas 100 ton ikan dengan *setting temperature* beku memiliki beban kalor sebesar 10.807,85 kW, yang diserap oleh daya pendinginan ruangan coldstorage dengan kapasitas pendinginan 17.212 kW. Dengan hasil demikian beban kalor ruangan coldstorage mencapai 60% dari kapasitas pendinginan ruangan coldstorage.

- Hasil dari perhitungan performa *coldstorage* PT. Perikanan Nusantara (Persero) dengan *setting chiller* disajikan dalam data sebagai berikut.

Tabel 8. Performa Coldstorage dengan Setting Chiller

No	Jenis Perhitungan	Hasil
1.	W_{in}	37,9 kJ/kg
2.	Q_{out}	126,5 kJ/kg
3.	Q_{in}	88,6 kJ/kg
4.	COP_{aktual}	2,3
5.	COP_{ideal}	3,56
6.	Efisiensi	0,6%
7.	Laju Refrigerant	301,7 kg/s
8.	Beban Kalor Ruangan	3275,1 kW
9.	Kapasitas Pendinginan Ruangan	26.730,62 kW

Dengan tabel hasil diatas, coldstorage kapasitas 100 ton dengan *setting temperature* ruangan -2 °C yang direncanakan untuk penyimpanan bawang putih memiliki beban kalor sebesar 3275,1 kW, yang diserap oleh daya pendinginan ruangan *coldstorage* dengan kapasitas pendinginan 26.730,62 kW. Dengan hasil demikian beban kalor ruangan *coldstorage* mencapai 12,25% dari kapasitas pendinginan ruangan *coldstorage* yang merupakan pemborosan energi lebih besar daripada *setting temperature freezer* -18 °C.

- Hasil dari analisa perhitungan beban dan biaya listrik disajikan dalam data sebagai berikut.

Tabel 9. Beban dan Biaya Listrik

No	Jenis Perhitungan	Hasil
1.	Energi <i>Coldstorage freezer</i>	6.539,025 kW
2.	Energi <i>Coldstorage chiller</i>	11.436.79 kW
3.	Biaya Listrik <i>Freezer</i>	Rp 9.442.352,-
4.	Biaya Listrik <i>Chiller</i>	Rp 11.890.600,-

Dengan tabel hasil diatas, coldstorage kapasitas 100 ton dengan *setting temperature freezer* -18 °C dan *setting temperature chiller* -2 °C didapatkan perbandingan lebih mahal biaya *setting temperature chiller* -2 °C dengan nominal Rp 11.890.600,- yang merupakan pemborosan biaya operasional.

Saran

Dengan hasil dari analisa perhitungan tentang performa dan biaya listrik dengan *setting freezer* dan *setting chiller* sangat tidak disarankan coldstorage digunakan untuk menyimpan bawang merah dengan *setting chiller* karena energi yang digunakan lebih besar daripada untuk menyimpan ikan dengan *setting freezer*. Apabila mesin akan digunakan untuk penyimpanan bawang merah maka harus dilakukan perbaikan settingan pada katup ekspansi pada evaporator *coldstorage*. Serta penggantian perangkat unit compressor yang khusus untuk sistem *chiller* yang mempunyai daya listrik compressor yang kecil dan menyesuaikan kapasitas kompressornya

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Prasetyo, M. Z. L. Abrori, and A. Pujianto, “Pengoperasian Mesin Pendingin Untuk Coldstorage Penyimpanan Ikan Beku Di Pt. Dwi Bina Utama Sorong,” *Bul. Jalanidhitah Sarva Jivitam*, vol. 3, no. 1, p. 19, 2021, doi: 10.15578/bjsj.v3i1.10539.
- [2] L. D. Pdspkp and K. Kelautan, “PENGELOLAAN COLD STORAGE 1 . 000 TON DI MUARA BARU JAKARTA: PERSPEKTIF EKONOMI KELEMBAGAAN BARU,” vol. 14, no. 2, pp. 1–15, 2024.
- [3] “PT. Perikanan Indonesia,” 2022. <https://www.perikananindonesia.co.id/>.
- [4] Purbatin Hari and Biantoro Agung Wahyudi, “Perencanaan perhitungan beban pendinginan ruang frozen dengan kapasitas 100 ton per Hari pada pergudangan penyimpanan berpendingin,” *J. Tek. Mesin*, vol. 12, no. 1, pp. 68–72, 2023, [Online]. Available: <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=b19c2303051523ccJmltdHM9MTcyNTU4MDgwMCZpZ3VpZD0zOTA5NzY2My01OTk5LTY3N2YtMDM5MS02NTkwNThjZjY2NWmmaW5zaWQ9NTIzMq&pptn=3&ver=2&hsh=3&fclid=39097663-5999-677f-0391-659058cf665c&psq=PERENCANAAN+PERHITUNGAN+BEBAN+PENDINGINAN+RUANG+FROZEN+DENGAN+KAPASITAS+100+TON+PER+HARI+PADA+PERGUDANGAN+PENYIMPANAN+BERPENDINGIN&u=a1aHR0cHM6Ly9wdWJsaWthc2kubWVyY3VidWFuYS5hYy5pZC9pbmRleC5waHAvanRtL2FydGljbGUvdmlldy8xNTk5MA&ntb=1>.
- [5] P. Ikan, K. M. Mina, and J. Niaga, “Analisa Kebutuhan Listrik Akibat Modifikasi Kapal,” 2018.
- [6] A. Murtono, P. N. I. Kalangi, and F. E. Kaparang, “Analisis beban pendingin cold storage PT. Sari Tuna Makmur Aertembaga Bitung, Sulawesi Utara,” *J. Ilmu Dan Teknol. Perikan. Tangkap*, vol. 2, no. 2, pp. 89–93, 2016, doi: 10.35800/jitpt.2.2.2015.10114.
- [7] A. D. Cappenberg, “Analisis Chiller Dengan Menggunakan R123 Dan R134a Pada Kinerja Pendinginan,” *J. Kaji. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 1, pp. 48–57, 2020, doi: 10.52447/jktm.v5i1.3979.
- [8] Syawaluddin and M. Yusuf, “Perencanaan Kompresor Piston Pada Tekanan Kerja Max 2 N/mm²,” ___, vol. __, no. __, pp. 18–29, 2011.
- [9] S. Siagian, “Analysis Of Condensor Performance Analysis Of A Cooling System Using Freon R-134 A Based On A Cooling Fan Running Variation,” *J. BINA Tek.*, vol. II, no. 2, pp. 124–130, 2015, [Online]. Available: <https://ejournal.upnvj.ac.id/BinaTeknika/article/view/104>.
- [10] I. R. Izzuddin A, Aziz A, “Pengaruh Katup Ekspansi Termostatik Dan Pipa Kapiler Terhadap Performansi mesin Pendingin Siklus kompresi Uap menggunakan Refrigerant hidrokarbon,” vol. 21, no. September, pp. 44–51, 2016.
- [11] A. R. Y. Bachtiar and K. Putra, “Menggunakan Variasi Alat Ekspansi Thermostatic Expansion Valve (Txv),” *Skripsi Inst. Teknol. Sepuluh Nop.*, 2018.