



PERENCANAAN *COLD STORAGE* SEBAGAI PENYIMPANAN UDANG VANAME DAERAH DI KABUPATEN POHUWATO PROVINSI GORONTALO

**Rifaldo Pido*¹, *Fendy Faizal Gobel*², *Luluk Edahwati*³

¹Fakultas Teknik, Universitas Gorontalo, Gorontalo, Indonesia

²Fakultas Teknik, Universitas Gorontalo, Gorontalo, Indonesia

³Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran, Jawa Timur, Indonesia

rifaldopido813@gmail.com¹, fendyfaizal@gmail.com², Lulukedahwati@gmail.com³

Abstrak ; Perencanaan *Cold Storage* Sebagai penyimpanan Udang Vaname Daerah Di Kabupaten Pohuwato Provinsi Gorontalo. Penelitian ini menjelaskan perhitungan analisis cold storage untuk perencanaan pengawetan udang vaname di Kabupaten Pohuwato. Adapun tujuan dari penulisan ini adalah Menghitung beban pendinginan pada cold storage ikan beku, Menghitung prestasi siklus kompresi uap meliputi laju aliran massa, daya kompresor, dan COP. Penelitian ini menggunakan metode rancangan teoritis. Perancangan cold storage untuk penyimpanan produk. Data rancangan diperoleh dari hasil pengamatan dilapangan, Adapun hasil perhitungan menunjukkan bahwa Refrigeran yang digunakan Refrigeran 12 (R-12), Produk udang vaname. Beban pendingin siklus adalah sebesar 47,33 kW. Cold storage yang dirancang untuk proses pengawetan udang dengan kapasitas 13 ton, Temperatur pendingin dalam cold storage 10° C, temperature Superheated adalah 5°C, temperatur Sub cooled adalah 5° C, Temperatur refrigeran di kondensor adalah 35° C, Temperatur refrigeran di evaporator adalah 5° C, Tekanan di kondenser adalah 0,8 MPa, Tekanan di evaporator adalah 0,4 MPa sehinga diperoleh *coefficien of performance* (COP) sebesar 4,7.

Kata kunci: Perencanaan; Cold Storage; Udang Vaname

Abstract: Cold Storage Planning for Regional Vaname Shrimp Storage in Pohuwato Regency, Gorontalo Province. This study describes the calculation of cold storage analysis for planning the preservation of vannamei shrimp in Pohuwato Regency. The purpose of this paper is to calculate the cooling load on frozen fish cold storage, calculate the performance of the vapor compression cycle including mass flow rate, compressor power, and COP. This study uses a theoretical design method. Cold storage design for product storage. The design data was obtained from field observations. The calculation results showed that the Refrigerant used was Refrigerant 12 (R-12), a vannamei shrimp product. The cycle cooling load is 47.33 kW. Cold storage designed for the process of preserving shrimp with a capacity of 13 tons, Cooling temperature in cold storage is 10° C, Superheated temperature is 5° C, Sub cooled temperature is 5° C, Refrigerant temperature in the condenser is 35° C, Refrigerant temperature in the evaporator is 5° C, the pressure in the condenser is 0.8 MPa, the pressure in the evaporator is 0.4 MPa so that a coefficient of performance (COP) of 4.7 is obtained.

Keyword: Planning; cold storage; Vaname Shrimp

History & License of Article Publication:

Received: 10/04/2023 **Revision:** 15/05/2023 **Published:** 27/06/2023

DOI: <https://doi.org/10.37971/radial.vXXiXX.XXX>



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Kabupaten Pohuwato adalah salah satu diantara dari beberapa Kabupaten di Provinsi Gorontalo. Salah satu komoditi unggulan didaerah tersebut adalah potensi dari sektor perikanan. Pengembangan perikanan merupakan bagian dari pembangunan nasional dimana sasaran pokok pembangunan di bidang ekonomi sub sektor perikanan yang di laksanakan oleh bangsa indonesia sendiri, baik usaha memproduksi, pengolahan, pembudidayaan maupun pemasaran (Yapanto et al., 2021).

Berdasarkan Data Potensi dan Peluang Investasi Kabupaten Pohuwato Tahun 2020 (Pohuwato Dalam Angka 2020) bahwa sektor perikanan budidaya khususnya tambak merupakan salah satu sektor unggulan yang mempunyai peluang insvetasi yang cukup besar, dengan potensi luas areal tambak mencapai 11.490 Ha dan Produksi terbesar adalah udang yang mencapai 55,720 Ton selang Tahun 2020. Sedangkan wilayah yang memiliki potensi paling besar adalah di Kecamatan Paguat dengan produksi mencapai 12,380 Ton selang tahun 2020 (DINAS PENANAMAN MODAL, 2021).

Kesegaran ikan yang berasal dari laut tidak dapat dipertahankan dalam waktu yang cuku lama jika tidak disimpan pada tempat yang memiliki suhu yang temperaturnya sesuai dengan karakteristik ikan itu sendiri. Jika hal tersebut tidak dilakukan maka akan mempercepat pertumbuhan mikroorganisme akan terus berkembang.(Arwizet & Erizon, 2006). Perkembangan teknologi di bidang refrigerasi dan pengkondisian udara mengalami kemajuan dengan pesat seiring berkembangnya zaman. Teknologi refrigerasi memberikan banyak keuntungan bagi manusia. Salah satu penggunaan sistem refrigerasi adalah manusia untuk industri penyimpanan dan pendistribusian produk diagnostik. Sehingga produk diagnostik yang disimpan dengan sistem refrigerasi tersebut dapat terjaga kualitas dan kesegarannya sampai waktu yang lama dan saat diperlukan untuk didistribusikan kepada konsumen.(Rahmat, 2015)

Perkembangan teknologi akhirnya megakibatkan manusia mendapatkan cara agar bahan makanan yang berupa sayur- sayuran, ikan dan daging agar bertahan lebih lama. Dari sekian cara-cara yang paling baik adalah dengan cara didinginkan. Karena bahan makanan yang berupa sayur-sayuran, ikan dan daging yang sudah didinginkan akan tetap segar, tidak akan mengalami perubahan rasa, warna, aroma dan tetap terjaga ke higienisannya. Oleh karena itu penulis ingin membuat perencanaan cold storage untuk penyimpanan produk udang jenis *vaname* di Di Kabupaten Pohuwato Provinsi Gorontalo. adapun tujuan dalam studi pembuatan *Cold Storage* sebagai penunjang kebutuhan ekspor .

Kondisi yang ada dikabupaten pohuwato sendiri memiliki banyak rawa, sehingga Daerah dikabupaten pohuwato bisa dikatakan memiliki hasil udang jenis vaname yang cukup banyak. Dari hasil tangkapan tersebut masyarakat masih menggunakan metode pendinginan *Cool Box* (Kotak yang berisikan es batu), sedangkan es batu mudah mencair dan juga merusak kualitas atau ke higienisan *udang vaname* akan menurun akibat berendam didalam air saat es batunya mencair.

Dari kajian rumusan masalah diatas maka dapat diambil tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan perencanaan cold storage untuk menyimpan produk udang vaname.
- b. Menentukan besar efisiensi yang dihasilkan dari perencanaan alat tersebut.

Refrigerasi merupakan terapan dari ilmu perpindahan kalor dan termodinamika. Refrigerasi itu sendiri merupakan proses penyerapan kalor dari suatu lokasi tertentu dan pelepasan kalor tersebut akan selalu menggunakan fluida kerja yang disebut dengan *Refrigerant*, (Nurhasanah & Sudarmadi, 2019). Sistem refrigerasi ini sangat penting karena dapat mempertahankan kesegaran makanan, minuman, olahan susu maupun obat-obatan dalam jangka waktu yang cukup lama sehingga di perlukan sistem refrigerasi yang dapat mencapai suhu dibawah 0°C , salah satu alat yang dapat mencapai suhu tersebut adalah *cold storage* dengan *type multystage*, (Negara et al., 2020)

Dalam perencanaan sebuah sistim refrigerasi, hal terpenting yang harus diketahui adalah beban pendinginan, untuk mendapat beban pendingin yang tepat harus mempertimbangkan seluruh sumber kalor atau panas yang terdapat diruang pendinginan tersebut. Namun cara perhitungan yang tepat dan mencakup secara keseluruhan dari sumber beban kalor tidak mudah, karena ada beberapa sumber kalor yang sulit diramalkan dan sulit untuk dihitung, (Parenden, 2012)

Tinjauan Pustaka

Refrigerasi merupakan terapan dari ilmu perpindahan kalor dan termodinamika. Refrigerasi itu sendiri merupakan proses penyerapan kalor dari suatu lokasi tertentu dan pelepasan kalor tersebut akan selalu menggunakan fluida kerja yang disebut dengan *Refrigerant*.(Nurhasanah & Sudarmadi, 2019). Sistem refrigerasi ini sangat penting karena dapat mempertahankan kesegaran makanan, minuman, olahan susu maupun obat-obatan dalam jangka waktu yang cukup lama sehingga di perlukan sistem refrigerasi yang dapat mencapai suhu dibawah 0°C , salah satu alat yang dapat mencapai suhu tersebut adalah *cold storage* dengan *type multystage*.(Negara et al., 2020)

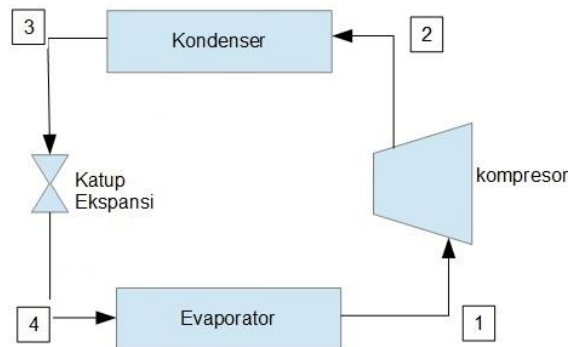
Dalam perencanaan sebuah sistim refrigerasi, hal terpenting yang harus diketahui adalah beban pendinginan, untuk mendapat beban pendingin yang tepat harus mempertimbangkan seluruh sumber kalor atau panas yang terdapat diruang pendinginan tersebut. Namun cara perhitungan yang tepat dan mencakup secara keseluruhan dari sumber beban kalor tidak mudah, karena ada beberapa sumber kalor yang sulit diramalkan dan sulit untuk dihitung.(Parenden, 2012)

Siklus Termodinamika

Secara prinsip untuk mendinginkan suatu benda, kita harus mendekatkan benda tersebut dengan sebuah permukaan atau fluida yang bertemperatur lebih rendah dari temperatur yang didinginkan. Dengan demikian energi dalam bentuk panas dapat dipindahkan dari benda ke permukaan atau fluida dingin, apabila tidak didinginkan fluida yang dipergunakan untuk dibuang maka haruslah disirkulasikan melalui system sedemikian rupa sehingga dapat dilakukan pula pembuangan energi yang diambil dari benda yang diinginkan tadi kelingkungan. Proses pengambilan energi tersebut terjadi di evaporator dengan laju perpindahan panas, sedangkan pembuangan energi dalam bentuk panas ke sekeliling tersebut terjadi di kondensor.

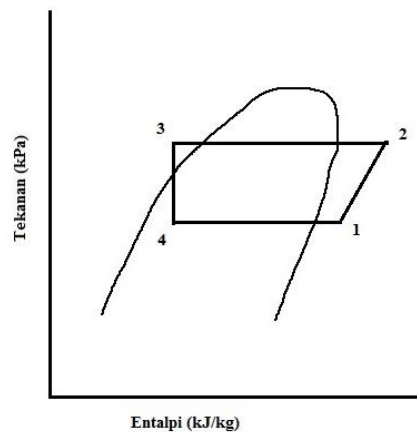
Dalam diagram entalpi – tekanan terdapat 4 (empat) proses dan terbagi dalam 2 (dua) daerah, yaitu daerah bertekanan tinggi dari outlet kompresor sampai dengan inlet katub ekspansi dan daerah bertekanan rendah dari outlet katub ekspansi sampai dengan

inlet kompresor. Dalam pembagian daerah tekanan tinggi dan daerah tekanan rendah, dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Gambar siklus refrigerasi kompresi uap, (Ajiwiguna, 2018)

Siklus termodinamika dari sebuah mesin pendingin kompresi uap yang memiliki komponen-komponen utama dapat dilukiskan dalam diagram tekanan entalpi atau diagram temperature – entropi berikut :



Gambar 2. Diagram P-h siklus refrigerasi. (Ajiwiguna, 2018)

Keterangan gambar:

1. Proses (1-2) terjadi pada kompresor. Gas refrigerant yang keluar dari evaporator lalu masuk ke kompresor, sehingga terjadilah proses kompresi. Proses kompresi menyebabkan gas refrigerant tekanan dan temperatur menjadi naik.
2. Proses (2-3) terjadi pada kondensator. Gas refrigerant yang memiliki tekanan dan suhu tinggi kemudian dikondensasikan sehingga menghasilkan refrigerant cair jenuh. Proses yang terjadi adalah pelepasan panas ke lingkungan. Proses kondensasi bekerja pada tekanan tetap.
3. Proses (3-4) terjadi pada katup ekspansi. Di sini terjadi proses throttling. Proses throttling merupakan proses terjadinya penurunan tekanan pada entalpi konstan. Saat terjadi penurunan tekanan sebagian refrigerant cair berubah menjadi gas.
4. Proses (4-1) terjadi pada evaporator. Di sini terjadi proses penguapan sehingga refrigerant berubah wujud dari cair menjadi gas yang dapat menyerap kalor udara ruangan. (Nurhasanah & Sudarmadi, 2019)

Equipment Running Time

Kapasitas mesin pendingin umumnya dinyatakan dalam Btu per jam. Disisi lain total cooling load dihitung berdasarkan waktu 24 jam atau Btu per 24 jam. Dengan demikian dapat dijabarkan besarnya kapasitas dalam Btu/jam sebagai berikut :

$$\text{Kapasitas mesin dalam Btu/jam} = \frac{\text{Total Cooling Load, Btu/24 jam}}{\text{Waktu operasi (jam)}} \dots\dots\dots(1)$$

Kalor Konduksi Melalui Dinding Kalor dari luar yang merambat secara konduksi melalui dinding per satuan waktu adalah sebagai berikut :

$$Q = (A)(U)(\Delta T) \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- Q = Kalor konduksi melalui dinding (Btu/jam)
- U = Overall Koefisien konduksi panas (Btu/jam,ft², °F)
- ΔT = Selisih temperatur diluar dan didalam ruangan (°F)

Kalor Pergantian Udara

Kalor pergantian udara (air change load) dihitung sebagai berikut :

$$\text{Air change load} = (\text{inside volume}) (\text{air change})(0,075)(h_0-h_1) \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

- Air change load = Beban penggantian udara (Btu/jam)
- Inside volume = Volume dalam dari cooling storage (ft³)
- Air change = Jumlah penggantian udara dari tabel
- h₀ = Entalpi udara luar (Btu/lb)
- h₁ = Entalpi udara dalam ruangan (Btu/lb)

Kalor Produk Bila produk (dalam hal ini udang) dari luar yang bertemperatur tinggi dimasukan ke dalam ruangan dingin maka produk ini akan melepas kalornya dan menjadi beban mesin pendingin.

Kalor sensible produk yang didinginkan di atas titik beku

Kalor produk yang didinginkan diatas kondisi beku dihitung sebagai berikut :

$$Q = (m)(c)(\Delta T) \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

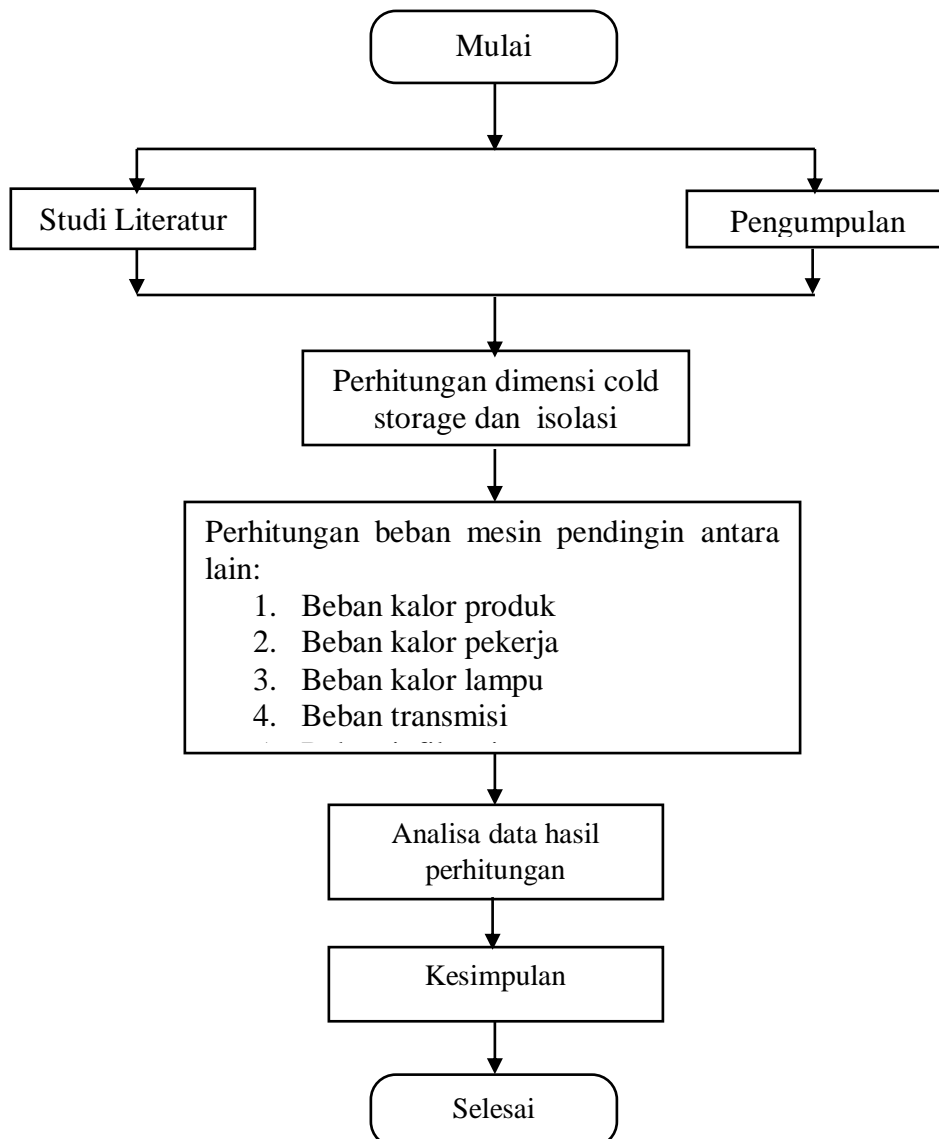
- Q = Jumlah kalor produk (Btu/jam)
- c = Panas spesifik dari produk diatas kondisi beku (Btu/lb, °F)
- ΔT = Selisih temperatur produk dan didalam ruangan (°F)

METODE

Pada penelitian ini dilakukan yaitu menggunakan metode rancangan teoritis, dalam pengerjaan perencanaan *cold storage* ada beberapa tahap yang harus dilakukan . adapun metode pengerjaan dalam perencanaan *cold storage*, Berikut ini adalah langkah-langkah yang harus dilewati dalam penelitian ini, antara lain:

Perencanaan *Cold Storage* Sebagai penyimpanan Udang Vaname Daerah Di Kabupaten Pohuwato Provinsi Gorontalo (Pido)

1. Studi Literatur : Mengumpulkan informasi serta mempelajari referensi berupa buku, makalah dan jurnal penelitian sebelumnya.
2. Pengumpulan data : Data penunjang yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu proyeksi jumlah produksi udang
3. Perhitungan beban pendingin untuk *cold storage* : Berdasarkan data proyeksi jumlah produksi udang di Kabupaten Pohuwato Provinsi Gorontalo, akan dilakukan perhitungan beban pendingin yang hasilnya akan digunakan untuk desain cold storage.
4. Analisa kondisi instalasi *Cold Storage* : bertujuan untuk mengetahui spesifikasi peralatan yang akan digunakan dan aturan-aturan yang harus dipenuhi dalam pembuatan *Cold Storage*.
5. Desain *Cold Storage*: Proses dilakukan analisa dan perhitungan untuk kebutuhan *Cold Storage*
6. Kesimpulan : Setelah langkah-langkah penelitian ini dilalui dapat ditarik satu kesimpulan dalam penelitian ini.



Gambar diagram alir penelitian

Tabel 1.1 Data Produksi Udang

Pada penelitian ini data yang digunakan merupakan data dari Dinas Perikanan Kabupaten Pohuwato Tahun 2020. Dari data tersebut sampel ikan udang yang digunakan dalam merencanakan sistem pendinginan pada *cold storage*.

Tabel 1.1 Data jumlah total produksi udang pada masing-masing Kecamatan yang berada di Kabupaten Pohuwato Pada Tahun 2020.

NO	KECAMATAN	JUMLAH TOTAL PRODUKSI (Ton)
1	Paguat	12
2	Marisa	11
3	Duhiadaa	3
4	Patilanggio	2
5	Randangan	3
6	Wanggarasi	3
7	Lemito	5
8	Popayato timur	4
9	Popayato	6
10	Popayato timur	5
TOTAL		56

Sumber: Dinas Perikanan Kabupaten Pohuwato Tahun 2020

Pembahasan Hasil Penelitian

Konstruksi yang dirancang adalah berbentuk balok dengan dinding, atap dan lantainya tertutup rapat namun dibagian depan diberi pintu. Dinding terbuat dari plat baja setebal 7 mm, plat aluminium setebal 5 mm. gabus (sebagai isolasi) setebal 50 mm dan plat aluminium untuk bagian dalam setebal 5 mm. Untuk bagian dalam lantai terbuat dari plat aluminium setebal 5 mm. gabus 50 mm, plat aluminium 5 mm, plat baja 7 mm. Untuk ukuran cold storage yang dirancang adalah 2,591 meter untuk tinggi, 2,438 meter untuk lebar dan 6,058 meter untuk panjang.

Selanjutnya, seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya dimensi perencanaan perancangan cold storage adalah sebagai berikut :

Perhitungan Dimensi

Dimensi Karton

Tinggi ; 195 mm = 0,195 m

Panjang ; 576 mm = 0,576 m

Lebar ; 210 mm = 0,210 m

Ukuran udang vaname

Panjang ; 13 cm = 0,13 m

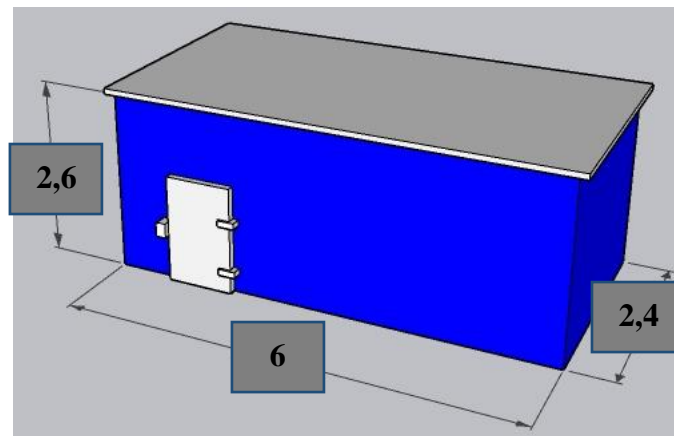
Tinggi/tebal ; 1,9 cm = 0,019 m

Lebar ; 1,3 cm = 0,013 m

Berat ; 22,5 g = 0,0225 kg

Setelah data-data di atas kita dapatkan, maka yang di lakukan selanjutnya adalah menentukan berapa ekor udang yang dapat di simpan dalam ukuran dimensi karton yang sudah kita tentukan. Maka di sini di dapatkan jumlah udang yang dalam sebuah box karton berisi 300 ekor udang, dengan susunan 100 ekor ke atas, 2 baris ke samping dan 2 baris ke depan. Sehingga dapat di tentukan berat ikan dalam satu karton yaitu dengan cara:

Berat udang dalam satu karton = berat udang per ekor dikali (x) jumlah udang di dalam satu karton = $0,0225 \text{ kg} \times 300 = 6,75 \text{ kg}$ per karton



Gambar 4. Dimensi cold storage

Sumber: Pribadi

Data dari dimensi kontainer yang sudah di ketahui adalah sebagai berikut :

Tinggi : 2,591 meter = 2,6 meter

Lebar : 2,438 meter = 2,4 meter

Panjang : 6,058 meter = 6,0 meter

Berdasarkan data dimensi kontainer di atas maka dapat ditentukan jumlah karton dalam sebuah kontainer yaitu dengan cara mencari berapa baris karton dalam suatu kontainer. Panjang kontener : Panjang karton = $6,0 : 0,566 = 10,60 = 10$ karton Disini diasumsikan 10 karton sehingga ada celah untuk suhu dingin sehingga pendinginannya efisien.

Lebar kontener : Lebar karton = $2,4 : 0,220 = 10,90 = 11$

Disini diasumsikan untuk diambil 10 karton agar terdapat celah untuk pendinginan.

Tinggi kontener : Tinggi karton = $2,6 : 0,190 = 13,68 = 14$

Diasumsikan untuk di pakai 14 karton saja. Maka jumlah karton dalam sebuah kontener dapat dicari dengan cara : Diketahui : Panjang kontener diasumsikan berisi 10 baris karton Lebar kontener diasumsikan berisi 11 baris karton Tinggi kontener diasumsikan berisi 1 baris karton Jumlah karton = 10 baris karton x 11 baris karton x 14 baris karton = 1054 karton.

Maka didapatkan jumlah total karton dalam sebuah kontener adalah berjumlah 1054 buah karton. Setelah didapatkan jumlah total karton dalam kontener, maka dapat di tentukan berat total ikan dalam kontener tersebut dengan cara :

berat total udang dalam kontener = jumlah karton x berat udang per karton = $1054 \times 7 = 7,378 \text{ kg} = 7,378 \text{ Ton}$

Pada cold storage, komponen *cooling load* (beban pendinginan) berasal dari:

- a. perpindahan panas dari bangunan
 - b. perembesan udara dari luar
 - c. produk yang disimpan
 - d. penyinaran matahari
 - e. sumber panas lain Adanya perbedaan temperatur didalam ruangan dan diluar ruangan mengakibatkan timbulnya beban pendinginan dan bangunan. Dalam perancangan ini temperatur *cold storage* yaitu 10° C dan temperatur lantai 27°C.
- a. Beban pendinginan melalui dinding dan pintu Untuk perpindahan panas melalui dinding dan pintu dapat dihitung dengan persamaan :

$$q_1 = UA (T_1 - T_2)$$

dimana :

- q_1 : Perpindahan panas melalui dinding dan pintu
 U : Over-all coefficient of heat transmision = $1/Rt_{ot}$
 A : Luasan permukaan
 T_1 : Temperatur udara luar = 30 °C
 T_2 : Temperatur ruang cold storage = 10°C

Luas permukaan dinding dan pintu adalah :

$$A_{dinding} = (2,438 \times 6,096 \times 2) + (2,438 \times 2,438 \times 2) = 41,612 \text{ meter}^2$$

Maka besar beban pendingin melalui dinding dan pintu

$$q_1 \frac{1}{1,3119} \times 41,612 \text{ m}^2 \times (30^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C})$$

$$q_1 = 634,378 \text{ Watt}$$

- b. Beban pendinginan melalui atap Untuk konstruksi atap sama dengan dinding, hanya yang terjadi adalah perbedaan aliran kalornya. Pada dinding aliran kalornya horizontal dan pada atap vertikal.

$$T_1 = \text{temperatur udara luar} = 30^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = \text{temperatur ruang cold storage} = 10^{\circ}\text{C}$$

Luas permukaan atap adalah :

$$A_{lantai} = 2,438 \text{ m} \times 6,096 \text{ m}$$

$$= 14,862 \text{ m}^2$$

Maka besar beban pendinginan melalui atap :

$$q_l \frac{1}{1,3119} \times 14,862 \text{ m}^2 \times (30^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C})$$

$$q_l = 219,866 \text{ Watt}$$

- c. Beban Pendinginan Melalui Lantai Konstruksi pada lantai sama dengan atap, namun ada perbedaan suhu antara lantai dengan udara dalam cold storage.

$$T_1 = \text{temperatur udara luar} = 30^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = \text{temperatur ruang cold storage} = 10^{\circ}\text{C}$$

Perencanaan *Cold Storage* Sebagai penyimpanan Udang Vaname Daerah Di Kabupaten Pohuwato Provinsi Gorontalo (Pido)

Luas permukaan lantai adalah :

$$A_{\text{lantai}} = 2,438 \text{ m} \times 6,096 \text{ m}$$

$$A_{\text{lantai}} = 14,862 \text{ m}^2$$

Maka besar beban pendinginan melalui lantai adalah :

$$q_1 = \frac{1}{1,3119} \times 14,862 \text{ m}^2 \times (27^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C})$$

$$q_1 = 165,209 \text{ Watt}$$

Sehingga total beban pendingin melalui bangunan/container adalah :

$$Q_{\text{bangunan}} = q_1 + q_2 + q_3$$

$$Q_{\text{bangunan}} = 634,378 + 219,868 + 165,209$$

$$Q_{\text{bangunan}} = 1019,455 \text{ Watt}$$

Atau

$$Q_{\text{bangunan}} = \frac{1019,455}{1000} \times 3600$$

$$Q_{\text{bangunan}} = 3670 \text{ kJ/jam}$$

a) Beban pendinginan produk

Cold storage yang dirancang adalah sebagai ruang penyimpanan udang. Beban pendinginan yang dihasilkan oleh udang merupakan salah satu sumber laju perpindahan panas yang cukup besar. Adapun karakteristik dari produk udang yang disimpan adalah :

- Titik beku udang = -10°C
- Panas spesifik diatas titik beku = $3,76837 \text{ KJ/kg } ^\circ\text{C}$
- Panas spesifik dibawah titik beku = $2,05166 \text{ KJ/kg } ^\circ\text{C}$
- Panas laten = $284,012 \text{ KJ / kg}$
- Waktu maksimal penyimpanan = 8 bulan

1) Beban pendinginan produk diatas titik beku :

$$q_1 = \frac{w \times cp \times (T_1 - T_2)}{\text{Waktu Pendinginan} \times \text{chiling factor}}$$

Dimana :

$$T_2 = \text{Suhu produk masuk ruangan} = 28^\circ\text{C}$$

$$T_1 = \text{Suhu pembekuan (titik beku udang)} = -10^\circ\text{C}$$

$$(W) = \text{berat total udang} = 7,378 \text{ Ton}$$

$$q_1 = \frac{1000 \times 3,76 \times (28 - (-10))}{24 \text{ jam} \times 0,5}$$

$$q_1 = 119067 \text{ kJ/jam}$$

2) Beban pendinginan untuk proses pembekuan :

$$q_2 = \frac{w \times cp}{\text{waktu pembekuan}}$$

$$q_2 = \frac{1000 \times 284,012}{24}$$

$$q_2 = 118338,33 \text{ kj/jam}$$

3) Beban pendinginan dibawah titik beku :

$$q_3 = \frac{w \times cp \times (T_2 - T_1)}{\text{waktu pembekuan}}$$

$$q_3 = \frac{1000 \times 2,051 \times (28 - (-10))}{24}$$

$$q_3 = 32474,2 \text{ kj/jam}$$

Maka total beban pendingin dari produk diatas adalah

$$Q_{\text{produk}} = q_1 + q_2 + q_3 = 119067 + 118338,33 + 32474,2 = 269879,53 \text{ kJ/jam}$$

b) Beban pendinginan kardus

Berat 1 kardus kosong = 0,4 kg

Berat total udang = 7,378 Ton

Jumlah kardus dalam kontainer = 1054 kardus

Berat kardus total = $0,31 \times 1054 = 326,74 \text{ kg}$

Panas spesifik kardus = $0,32 \text{ kj/kg}^\circ\text{C}$

Temperatur kardus masuk ruangan = 28°C

Temperatur *cold storage* beban pendingin dari kardus = 10°C

$$q_k = \frac{w \times cp \times (T_2 - T_1)}{\text{waktu pendinginan}}$$

$$q_k = \frac{400 \times 0,32 \times (28 - 10)}{24 \text{ jam}}$$

$$q_k = 96 \text{ kj/jam}$$

Adapun beban pendingin dari kardus dapat ditentukan dengan persamaan berikut ;

$$q_k = \frac{w \times cp \times (T_2 - T_1)}{\text{waktu pendinginan}}$$

Diasumsikan bahwa waktu pendinginan adalah 24 jam, sehingga ;

$$q_k = \frac{400 \times 0,32 \times (28 - 10)}{24}$$

$$q_k = 96 \text{ kj/jam}$$

Akibat pintu cold storage yang terkadang dibuka sehingga akan mengakibatkan terjadinya perembesan udara atau pergantian udara, oleh karena itu maka beban pendingin dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$q_k = \frac{V \times \text{Pergantian udara per jam} \times \text{faktor keamanan}}{\text{Pergantian udara}}$$

Dengan ;

V = Volume ruangan

V = P x L x T

V = 6,096 x 2,438 x 2,438

V = 36,2336 m³ = 1279,5775 ft³

Apabila diasumsikan bahwa dalam 24 jam pintu cold storage dibuka selama 5 kali untuk melakukan aktivitas kerja maka $5/24 = 0,2083$ dan faktor pergantian udara pada temperatur kamar 30°C (86 F) dan temperatur cold storage 10°C (50 F) dengan ratio kelembaban 60 % yaitu 1,50 BTU/cu.ft, maka diperoleh :

$$Q_{pu} = 1279,577508 \times 0,2083 \times 1,50$$

$$Q_{pu} = 399,804 \text{ BTU/Jam}$$

$$Q_{pu} = 421,817 \text{ kJ/jam}$$

Radiasi sinar lampu juga akan

mempengaruhi beban pendingin cold storage, hal ini juga tergantung dari jumlah dan spesifikasi lampu. Dalam rancangan ini, data lampu yang terpasang sebagai berikut :

a. Jumlah lampu : 1 buah

b. Daya lampu : 5 Watt

c. Lama penyalaan : 3 jam

d. Jenis lampu : TL (nilai allowance factor = 1,25)

Dari data tersebut diatas maka diperoleh beban pendingin karena faktor pencahayaan.

$q_{\text{Watt}} = \text{Watt total} \times \text{use factor} \times \text{allowance factor}$

$$q_{\text{Watt}} = 5 \times 3,4 \times 1,25$$

$$q_{\text{Watt}} = 21,25 \text{ kJ/jam}$$

c) Motor listrik

Motor listrik digunakan dalam siklus pendingin, dimana berfungsi untuk memutar fan evaporator dengan demikian evaporator dapat mengeluarkan kalor. Direncanakan daya motor listrik adalah sebesar 8 HP dan bekerja selama 24 jam sehingga beban pendingin dapat ditentukan sebagai berikut :

$q_m = \text{faktor beban motor} \times \text{daya motor} \times \text{jumlah motor}$

$$q_m = 3700 \text{ BTU/HP.hour} \times 8 \text{ HP} \times 1$$

$$q_m = 29600 \text{ BTU/jam}$$

$$q_m = 31229,766 \text{ kJ/jam}$$

d) Beban Kalor Pekerja

Diasumsikan bahwa batas masuk cold storage adalah 5 orang pekerja dan waktu kerja per hari adalah 3 jam, kalor dari tubuh manusia ekuivalen dengan 1000 BTU/jam sehingga diperoleh :

Perencanaan *Cold Storage* Sebagai penyimpanan Udang Vaname Daerah Di Kabupaten Pohuwato Provinsi Gorontalo (Pido)

q_{pek} = jumlah pekerja x jam kerja x panas equivalen

$$q_{pek} = 5 \times 3 \times 1000$$

$$q_{pek} = 15000 \text{ BTU/jam}$$

$$q_{pek} = 15840 \text{ kJ/jam}$$

Total kalor yang ditimbulkan adalah sebesar

$$Q_{total} = q_l + q_m + q_{pek}$$

$$Q_{total} = 21,25 + 31229,766 + 15840$$

$$Q_{total} = 47090,016 \text{ kJ/jam}$$

Total beban pendingin untuk cold storage adalah

$$Q_{teo} = q_{bangunan} + q_{produk} + Q_k + Q_{pu} + Q_{tot}$$

$$Q_{teo} = 2778,1992 + 114215,63 + 96 + 421,817 + 47090,016$$

$$Q_{teo} = 164601,6622 \text{ kJ/jam}$$

$$Q_{teo} = 146024 \text{ BTU/jam}$$

Bila terjadi beban berlebihan, agar tidak terjadi over load pada mesin maka perlu ditambahkan faktor pengaman sebesar 10%, sehingga diperoleh :

$$10 \% \text{ safety factor} = 146024 \text{ BTU/jam} = 161626,4 \text{ BTU/jam}$$

Jadi beban pendingin total adalah ;

$$= \frac{161626,4}{12000}$$

$$= 13,46 \text{ TR (ton refrigeran)}$$

$$= 47,33 \text{ kW}$$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan beban pendingin maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Refrigeran yang digunakan adalah Refrigeran 12 (R-12). Beban pendingin siklus adalah sebesar 47,33 kW. Cold storage yang dirancang untuk proses pengawetan udang dengan kapasitas 13 ton.
2. Parameter perancangan antara lain Temperatur pendingin dalam cold storage 10° C, temperature Superheated adalah 5° C, temperatur Sub cooled adalah 5° C, Temperatur refrigeran di kondensor adalah 35° C, Temperatur refrigeran di evaporator adalah 5° C, Tekanan di kondenser adalah 0,8 MPa, Tekanan di evaporator adalah 0,4 MPa sehingga diperoleh *coefficient of performance* (COP) sebesar 4,7.

DAFTAR PUSTAKA

A. Murtono, "Analisis beban pendingin cold storage PT . Sari Tuna Makmur Aertembaga Bitung , Sulawesi Utara," Ilmu dan Teknol. Perikan., vol. 2, no. 2, pp. 89–93, 2015

Ajiwiguna, T. A. (2018). *siklus refrigersi kompresi uap*. <http://catatan-teknik.blogspot.com>. <http://catatan-teknik.blogspot.com/2018/06/siklus-refrigerasi-kompresi-uap-srku.html>

Arwizet, & Erizon, N. (2006). *Rancang Bangun Cold Storage Serta Analisis Karakteristik Fisis Dan Kimiawi Hasil Penyimpanan*.

DINAS PENANAMAN MODAL. (2021). *Pemerintah daerah kabupaten pohuwato*.

Negara, I. P. S., Arsawan, I. M., Subagia, I. W. A., & Ketut, I. (2020). Rancang Bangun Perencanaan *Cold Storage* Sebagai penyimpanan Udang Vaname Daerah Di Kabupaten Pohuwato Provinsi Gorontalo (Pido)

<https://stitek-binataruna.e-journal.id/radial/index>

- Simulasi Cold Storage Type Multy Stage Sebagai Materi Praktek Mahasiswa Pada Lab refrigerasi Terapan. *Seminar Nasional Terapan Riset dan Inovasi*, 6(1), 178–185.
- Nurhasanah, R., & Sudarmadi, A. (2019). Perencanaan Cold Storage Untuk Pengawetan Daging Sapi PT. Kepurun Pawana Indonesia. *Power Plant*, 1(1), 55–60. <https://doi.org/10.33322/powerplant.v1i1.798>
- Parenden, D. (2012). Perencanaan cold storage pada ruang palka kapal ikan arujaya 30 GT. *Mustek Anim Ha*, 1(2), 65–72. <http://ejournal.unmus.ac.id/index.php/mustek/article/view/207>
- Rahmat, M. R. (2015). Perancangan Cold Storage Untuk Produk Reagen. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unisma “45” Bekasi*, 3(1), 16–30. <http://jurnal.unismabekasi.ac.id/index.php/jitm/article/download/343/257>
- Yapanto, L. M., Panigoro, C., & Antu, S. (2021). Pemasaran Udang Vaname (*Lithopenaeus vannamei*) di Kabupaten Pohuwato, Indonesia. *Aksara: Jurnal Ilmu Pendidikan Nonformal*, 7(2), 659. <https://doi.org/10.37905/aksara.7.2.659-666.2021>