

**PERANCANGAN COLD STORAGE PADA KAPAL KMN NIATIH GT 14**

**JURNAL**



**MICHAEL BAPTISTA KUSUMA  
NPM. 2016 21 201 021**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUSAMUS  
MERAUKE  
2023**

# PERANCANGAN COLD STORAGE PADA KAPAL KMN NIATIH GT 14

Michael Baptista Kusuma  
Teknik Mesinn, Universitas Musamus  
Merauke, Papua, Indonesia  
[michealbaptistakusuma@gmail.com](mailto:michealbaptistakusuma@gmail.com)

## ABSTRAK

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah menghitung beban pendinginan pada *cold storage* daging ikan beku dan menghitung prestasi siklus kompresi uap meliputi laju aliran massa, daya kompresor, dan COP.

Penelitian ini hanyalah perancangan teoritis, maka disini tidak ada data pengujian laboratorium. Analisis yang digunakan dalam rancangan ini yaitu perhitungan beban pendinginan dengan metode referensi dari *colling load metode carrier* (metode TETD).

Hasil analisis untuk ukuran *cold storage* yang dirancang adalah 2,0 meter untuk tinggi, 2,5 meter untuk lebar, 4,0 untuk panjang, sehingga total kapasitas muatan pada *cold storage* yang dirancang sebesar 7,72 ton. Refrigeran yang digunakan adalah refrigeran 12 ( R-12 ). Beban pendingin siklus adalah sebesar 50,245 kW. Parameter perancangan antara lain temperatur pendingin dalam *cold storage* 10°C, temperatur refrigeran dikondensor adalah 0,8 MPa, tekanan di evaporator adalah 0,40 MPa sehingga diperoleh *coefficient of performance* (COP) sebesar 4,76.

**Kata Kunci:** Pendingin, Sensibel, Laten.

## ABSTRACT

*Abstract - The purpose of writing this final project is to calculate the cooling load on cold storage of frozen fish meat and calculate the performance of the steam compression cycle including mass flow rate, compressor power, and COP.*

*This research is only a theoretical design, so here there is no laboratory testing data. The analysis used in this design is the calculation of cooling load with a reference method from the colling load carrier method (TETD method).*

*The analysis results for the designed cold storage size are 2.0 meters for height, 2.5 meters for width, 4.0 for length, so the total load capacity in the designed cold storage is 7.72 tons. The refrigerant used is refrigerant 12*

*(R-12). The cycle coolant load is 50.245 kW. The design parameters include the coolant temperature in cold storage of 10°C, the temperature of the condenser refrigerant is 0.8 MPa, the*

*pressure in the evaporator is 0.40 MPa so that a coefficient of performance (COP) of 4.76 is obtained.*

*Keywords: Coolant, Sensible, Latent*

## 1. PENDAHULUAN

Pendinginan adalah penyimpanan bahan pangan pada temperatur di atas titik beku (di atas 0°C), sedangkan pembekuan dilakukan di bawah titik beku. Pendinginan biasanya dapat memperpanjang masa simpan bahan pangan selama beberapa hari atau beberapa minggu, sedangkan pembekuan dapat bertahan lebih lama sampai beberapa bulan.

*Cold Storage* merupakan salah satu pemanfaatan sistem refrigerasi dalam bidang pengawetan makanan. Bahan makanan seperti daging ikan mudah membusuk, oleh karena itu untuk memperpanjang umur penyimpanan daging ikan perlu didinginkan. Untuk menghambat pertumbuhan bakteri dan menghambat aktifitas enzim yang dapat menurunkan kualitas makanan khususnya daging ikan.

Permasalahan yang terjadi bahwa setiap kapal nelayan sering yang beroperasi diperaian Merauke selalu terkendala dalam proses penyimpanan atau pembekuan ikan hasil tangkapan. Yang ada hanya freezer ukuran kecil dan umur pakainya tergolong singkat karena tidak tahan terhadap proses korosi air laut.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Rencana Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif. Metode deskriptif yang bersifat eksploratif bertujuan untuk menggambarkan keadaan atau status fenomena, pada umumnya penelitian ini merupakan penelitian non hipotesis sehingga dalam langkah penelitiannya tidak perlu merumuskan hipotesis. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data yang diambil langsung dari hasil survei.

Selanjutnya data sekunder diperoleh dari studi pustaka mengenai mesin pendingin *cold storage* yang lebih khusus. Penelitian ini juga hanya menggunakan metode rancangan teoritis. Perancangan *cold storage* untuk penampungan ikan, tersebut akan dihitung seberapa besar beban pendingin yang diberikan sehingga *cold storage* tersebut bisa mendapatkan efisiensi yang maksimum. Rancangan *cold storage* berada pada kapal KMN NIATIH, GT 14 dimana ukuran kapal lebar 3.90 meter dan panjang 8.40 meter.

## 2.2. Perancangan Cold Storage

Merancang sistem pendingin pada perencanaan *cold storage* tersebut dengan memakai refrigeran R-12.

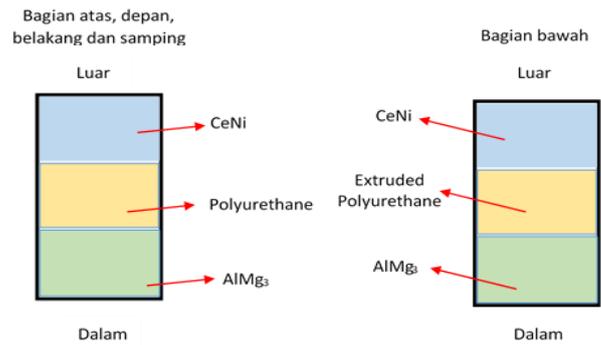
Data rancangan yang dianjurkan antara lain :

2. Instalasi dari listriknya refrigerator diabaikan.
3. Kecepatan *air flow rate* 96,3 – 77 m<sup>3</sup>/min.
4. Suhu ikan disamakan yaitu antara 0°C - 17,8°C.
5. Keadaan udara steady state dan aliran refrigeran *steady flow*.
6. Temperatur rata-rata udara luar 30°C.
7. Temperatur permukaan luar 36,8°C.
8. Data-data pendingin diambil dari jurnal penelitian terdahulu.

Perhitungan beban pendinginan dengan metode referensi dari *Cooling Load Metode Carrier* (metode TETD). Dimensi *cold storage* adalah sebagai berikut:

1. Ukuran Palka :
  - Tinggi : 2.0 meter
  - Lebar : 2.5 meter
  - Panjang : 4.0 meter
2. Jenis produk: Ikan kuro
3. Beban maksimum : 5 ton
4. Tempat ikan : Karton
5. Dimensi Karton :
  - Tinggi : 195 mm
  - Lebar : 210 mm
  - Panjang : 288 mm
6. Berat/Beban volumetrik : 5 ton
7. Suhu udara luar adalah 30°C
8. Suhu udara didalam sebuah *cold storage* diasumsikan seragam yaitu - 17,8°C
9. Kecepatan alir udara rata-rata (*air flow rate*) adalah 96,3-77m<sup>3</sup>/menit

Lapisan material penyusun kontainer dapat ditunjukkan sebagai berikut :



Gambar 2.1 Lapisan material penyusun cold storage [3]

Sumber : A. Wiranto and S. Heizo, Penyegaran Udara. PT. Pradnya Paramita, 1981.

## 2.3. Alat Dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian perencanaan *cold storage* ini adalah sebuah mesin pendingin.

Bahan-bahan yang dapat digunakan dalam penelitian ini adalah *box cold storage*, ikan sebagai bahan penelitian.

## 2.4. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian yang akan dilakukan yaitu pengambilan data langsung dari kapal KMN NIATIH, GT 14, antara lain :

1. Mengukur dimensi kapal dan besar ruang palka yang akan diletakkan *cold storage*.
2. Jumlah ikan rata-rata yang dihasilkan, sehingga dirancang dimensi *cold storage* yang akan dirancang.
3. Merancang bagian-bagian *cold storage* dan parameter-parameter rancangan.
4. Menghitung dan menganalisa beban *cold storage* yang dirancang.

## 2.5. Metode Analisis Data

Penelitian ini hanyalah perancangan teoritis, maka disini tidak ada data pengujian laboratorium. Analisis yang digunakan dalam rancangan ini yaitu Perhitungan beban pendinginan dengan metode referensi dari *Cooling Load Metode Carrier* (metode TETD).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

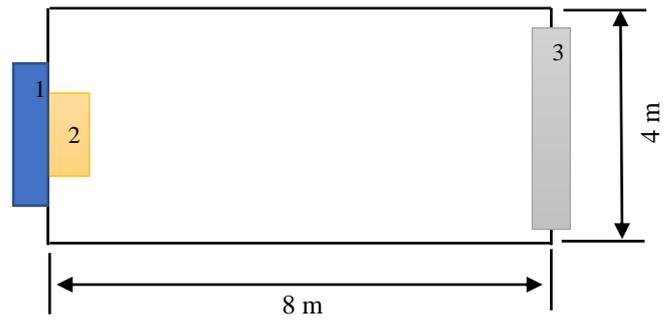
### 3.1. Hasil

#### 3.1.1 Hasil Pegumpulan Data Ikan

Berikut ini adalah data nilai rata-rata ikan dalam satuan (kg).

Tabel 3.1. Data ikan

NILAI RATA-RATA PER BULAN (Kg)		
Rata-Rata	Januari	45.3
	Februari	11.6
	Maret	14.2
	April	17.1
	Mei	11.0
	Juni	10.3
	Juli	14.7
	Agustus	67.0
	September	9.8
	Oktober	19.8



Gambar 3.1. Tata letak komponen pendingin pada cold storage

Keterangan :

- 1 . Kompresor, kondensor dan komponen lainnya
2. Evaporator
3. Pintu

Tabel3.2. Data Jumlah Ikan Tahun 2022

JUMLAH IKAN PER BULAN(Ekor)		
Jumlah(Ekor)	Januari	3171
	Februari	383
	Maret	897
	April	1179
	Mei	508
	Juni	680
	Juli	986
	Agustus	2614
	September	362
	Oktober	1586

Tabel 3.3. Data Ukuran Ikan

DATA IKAN			
Panjang (mm)	Tinggi/Tebal (mm)	Lebar (mm)	Berat (Kg)
288,00	38,79	103,00	0,65

Sumber : Data penelitian pribadi

Data pada ikan yang dikumpulkan diatas sudah dikelompokan dalam bentuk bulanan dikarenakan terlalu panjang jika di terapkan dalam bentuk data harian. Selain banyak, data-data dalam bentuk bulanan lebih dimudahkan untuk di hitung.

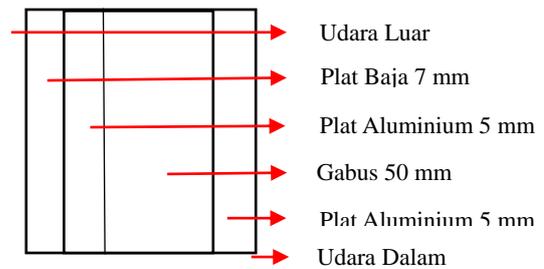
### 3.2. PEMBAHASAN

#### 3.2.1. Konstruksi Cold Storage

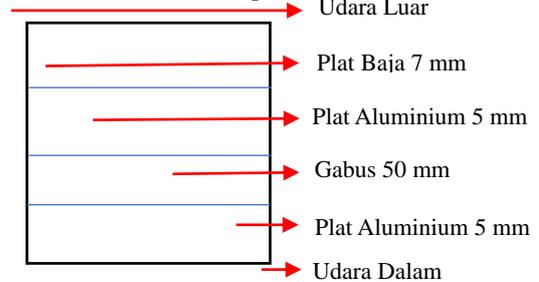
Konstruksi yang dirancang adalah berbentuk balok dengan dinding, atap dan lantainya tertutup rapat namun dibagian depan diberi pintu. Dinding terbuat dari plat baja setebal 7 mm, plat aluminium setebal 5 mm. gabus (sebagai isolasi) setebal 50 mm dan plat aluminium untuk bagian dalam setebal 5 mm. Untuk bagian dalam lantai terbuat dari plat aluminium setebal 5 mm. gabus 50 mm, plat baja 7 mm. Untuk ukuran cold storage yang dirancang adalah 2,0 meter untuk tinggi, 2,5 meter untuk lebar dan 4.0 meter untuk panjang.

#### 3.2.2. Konstruksi Dinding, Atap dan Lantai

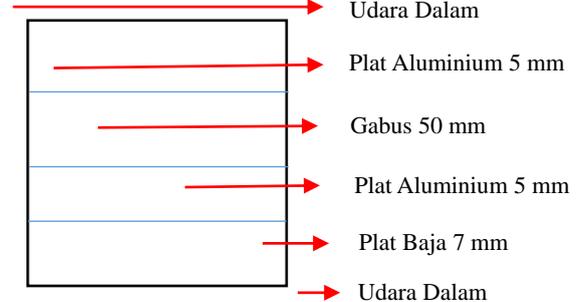
##### 1. Konstruksi Dinding dan Pintu



##### 2. Konstruksi Atap



##### 3. Konstruksi Lantai



Tinggi : 195 mm = 0,195 m

Panjang : 576 mm = 0,576 m

Lebar : 210 mm = 0,210 m

### 1. Bahan Isolasi

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan *cold storage*, antara lain adanya perbedaan temperatur didalam ruangan dengan temperatur diluar ruangan. Berdasarkan cara-cara terjadinya perpindahan panas, maka perpindahan panas secara konduksi dapat terjadi dari luar ruangan yang memiliki temperatur lebih tinggi kedalam ruangan *cold storage* yang bersuhu rendah.

Untuk mengurangi terjadinya proses tersebut, maka digunakan material atau bahan yang memiliki faktor perpindahan panas yang kecil yaitu bahan isolasi. Disamping kemampuannya dalam menehambat panas, ada pertimbangan lain dalam pemilihan isolasi, yaitu

- Harga bahan yang rendah akan berpengaruh pada biaya pembuatan sehingga harga jual *cold storage* juga rendah
- Kemudahan dalam hal pembuatan juga berpengaruh pada waktu sehingga produksi akan lebih dan biaya produksi akan lebih rendah
- Apabila bahan cukup tersedia dipasaran berarti produksi *cold storage* akan lancar

Bahan isolasi yang dipergunakan adalah :

#### 1. Gabus

Pada perancangan *cold storage* ini, gabus digunakan sebagai isolator utama terhadap perpindahan panas pada dinding, atap dan lantai. Keuntungan penggunaan gabus adalah :

- memiliki konduktivitas termal yang rendah (0,043 W/mt)
- memiliki bobot yang ringan
- tahan air dan korosi
- banyak tersedia dipasaran dan mudah didapatkan
- mudah dalam pengerjaan

#### 2. Aluminium

Aluminium lembaran digunakan sebagai pelapis dinding, bagian dalam dan sela antara plat baja dan gabus sebab dapat pula berfungsi sebagai penghalang uap.

Keuntungan dari bahan ini antara lain adalah

- memiliki bobot yang cukup ringan dan kuat
- tahan terhadap temperatur rendah
- tidak mudah terbakar
- pengerjaan mudah
- banyak dipasaran dan harga relatif murah.

### 3.2.3. Perhitungan Berat Ikan dan Berat Total *cold storage*

*storage*

#### 1. Mencari Berat Ikan Dalam Satu Karton

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

- Dimensi karton

#### ➤ Ukuran ikan

Panjang : 288 mm = 0,288 m

Tinggi/tebal : 38,79 mm = 0,3879 m

Lebar : 103,00 mm = 0,103 m

Berat : 0,65 kg

Setelah data-data di atas kita dapatkan, maka yang di lakukan selanjutnya adalah menentukan berapa ekor ikan yang dapat di simpan dalam ukuran dimensi karton yang sudah kita tentukan. Maka di sini di dapatkan jumlah ikan yang dalam sebuah *box* karton berisi 20 ekor ikan, dengan susunan 5 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 ikan dalam satu karton = berat ikan per ekor x jumlah ikan di dalam satu karton  
= 0,65 kg x 20  
= 13 kg/karton

### 3.2.4. Mencari Berat Total Ikan Dalam Satu Kontainer

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

Tinggi : 2.0 meter

Lebar : 2.5 meter

Panjang : 4.0 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

Panjang *cold storage* : Panjang karton  
= 4,0 : 0,576 = 6,94 = 7 karton

Disini diasumsikan 6 karton sehingga ada celah untuk suhu dingin sehingga pendinginannya efisien.

#### ➤ Lebar

Lebar *cold storage* : Lebar karton  
= 2,5 : 0,210 = 11,9 = 12 karton

Disini diasumsikan untuk diambil 11 karton agar terdapat celah untuk pendinginan.

#### ➤ Tinggi

Tinggi *cold storage* : Tinggi karton  
= 2.0 : 0,195 = 10.25 = 10 karton

Diasumsikan untuk di pakai 9 karton saja.

Maka jumlah karton dalam sebuah *cold storage* dapat dicari dengan cara:

Diketahui : Panjang *cold storage* diasumsikan berisi 6 baris karton

Lebar *cold storage* diasumsikan berisi 11 baris karton

Tinggi *cold storage* diasumsikan berisi 9 baris karton

Jumlah karton = 6 baris karton x 11 baris karton x 9 baris karton = 594 karton

Maka didapatkan jumlah total karton dalam sebuah *cold storage* adalah berjumlah 594 buah karton.

Setelah didapatkan jumlah total karton dalam *cold storage*, maka dapat di tentukan berat total ikan dalam *cold storage* tersebut dengan cara :

berat total ikan dalam *cold storage* = jumlah karton x berat ikan per karton = 594 x 13 = 7720 kg = 7.72 Ton

### 3.2.5 Perhitungan Beban Pendinginan Pada Ruang Cold Storage

Dalam perancangan *cold storage* perlu diperhatikan terhadap beban pendinginannya. Perhitungan ini perlu sebagai pertimbangan pemilihan komponen dan peralatan yang akan dipergunakan.

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

- perpindahan panas dari bangunan
- perembesan udara dari luar
- produk yang disimpan
- penyinaran matahari
- sumber panas lain

#### 1. Beban Pendinginan Dari Bangunan

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 transmission* =  $1/R_{tot}$

$A$  : Luasan permukaan

$T_1$  : Temperatur udara luar = 30° C

$T_2$  : Temperatur ruang *cold storage* = 10° C

Tabel 3.4. Sifat dan Karakteristik Udara, bahan Logam dan Bukan Logam

Lapisan	Tebal(m)	k(W/m°C)	$r = l/k$ (m°C/W)	R(m²°C/W)
Udara Luar	-	-	-	0,029
Plat Baja	0,007	54	0,0185	$129,5 \times 10^{-6}$
Plat Aluminium	0,005	204	0,0049	$24,5 \times 10^{-6}$
Gabus	0,05	0,043	23,255	1,1628
Plat Aluminium	0,005	204	0,0049	$24,5 \times 10^{-6}$

Udara Dalam	-	-	-	0,12
$R_{total} = 1,3119$ (m²°C/W)				

Sumber : Perpindahan Kalor

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

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

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

#### 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.

$T_1$  = temperatur udara luar = 30° C

$T_2$  = temperatur ruang *cold storage* = 10° 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 :

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

$$q_l = 219,868 \text{ Watt}$$

#### C. Beban Pendinginan Melalui Lantai

Konstruksi pada lantai sama dengan atap, namun ada perbedaan suhu antara lantai dengan udara dalam *cold storage*.

$T_1$  = temperatur udara luar = 30° C

$T_2$  = temperatur ruang *cold storage* = 10° C

Luas permukaan lantai adalah :

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

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

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 :

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

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

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

Atau

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

$$Q_{bangunan} = 3670,038 \text{ kJ/jam}$$

#### 2. Beban Pendinginan Produk

*Cold storage* yang dirancang adalah sebagai

1	Berat 1 karton kosong	0,4 kg
2	Berat total ikan	7 ton. 1 karton ikan = 13 kg, jumlah karton dalam 1 konteiner 594 karton, jadi diperoleh berat ikan = $130 \times 594 = 7720$ kg atau 7.72 ton.
3	Berat isi ikan per karton	13 g
4	Jumlah karton dalam container	594 karton (Karton disusun melintang kesamping konteiner dengan susunan 9 karton memanjang ke kelakang, 11 karton tersusun melintang kesamping dan 6 karton tersusun menumpuk keatas)
5	Berat karton total	$0,31 \text{ kg} \times 594 \text{ karton} = 184.14 \text{ kg}$
6	Panas spesifik karton	$0,32 \text{ kJ} / \text{kg}^\circ\text{C}$

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

- Titik beku ikan =  $-10^\circ\text{C}$
- 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 =  $284,012 \text{ kJ} / \text{kg}$
- waktu maksimal penyimpanan = 8 bulan

A. Beban pendinginan produk diatas titik beku :

$$q_1 = \frac{W \times C_p \times (T_1 - T_2)}{\text{waktupendinginan} \times \text{chillingfactor}}$$

Dimana :

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

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

(W) = berat total ikan = 14 ton

$$q_1 = \frac{10000 \times 3,76 \times (28 - (-10))}{24 \text{ jam} \times 0,5}$$

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

B. Beban pendinginan untuk proses pembekuan :

$$q_2 = \frac{W \times C_p}{\text{waktupembekuan}}$$

$$q_2 = \frac{10000 \times 284,012}{24}$$

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

C. Beban pendinginan dibawah titik beku :

$$q_3 = \frac{W \times C_p \times (T_2 - T_1)}{\text{waktupendinginan}}$$

$$q_3 = \frac{10000 \times 2,051 \times (28 - (-10))}{24}$$

$$q_3 = 32474.2 \text{ kJ/jam}$$

Maka total beban pendingin dari produk diatas adalah

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

$$= 119067 + 118338,33 + 32474.2$$

$$= 269879.53 \text{ kJ/jam}$$

### 3. Beban Pendinginan Dari Karton Pembungkus

Sebelum menghitung beban pendingin dari karton, terlebih dahulu mendata apa saja yang diperlukan dalam perhitungan ini. Berikut tabel data-data dari karton pembungkus.

Tabel 3.5. Data-Data Karton Pembungkus

Selain berisi produk yang disimpan, ruangan *cold storage* memiliki isi muatan lainnya. Masing-masing muatan tersebut menimbulkan beban pendinginan. Produk berupa ikan ini dibungkus dengan kotak karton dengan karakteristik sebagai berikut :

Temperatur karton masuk ruangan =  $28^\circ\text{C}$

Temperatur *cold storage* beban pendingin dari karton =  $10^\circ\text{C}$

$$Q_k = \frac{W \times C_p \times (T_2 - T_1)}{\text{waktupendinginan}}$$

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

$$Q_k = 96 \text{ kJ/jam}$$

Adapun beban pendingin dari karton dapat ditentukan dengan persamaan berikut ;

$$Q_k = \frac{W \times C_p \times (T_2 - T_1)}{\text{Waktu Pendingin}}$$

Diasumsikan bahwa waktu pendinginan adalah 24 jam, sehingga :

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

$$Q_k = 96 \text{ kJ/jam}$$

### 4. Pergantian Udara

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 :

$$Q_k = \frac{V \times \text{Pergantian udara per jam} \times \text{faktor perubahan}}{\text{Pergantian udara}}$$

Dengan :

V = Volume ruangan

$V = P \times L \times T$

$V = 6,096 \times 2,438 \times 2,438$

$V = 36,2336 \text{ m}^3 = 1279,5775 \text{ ft}^3$

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  $30^\circ\text{C}$  ( $86^\circ\text{F}$ ) dan temperatur *cold storage*  $10^\circ\text{C}$  ( $50^\circ\text{F}$ ) dengan ratio kelembaban 60% yaitu 1,50 Btu/cu.ft, maka diperoleh :

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

$Q_{\text{pu}} = 399,804 \text{ Btu/jam}$

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

### 5. Beban Lampu

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 :

- 4. Jumlah lampu : 1 buah
- 5. Daya lampu : 5 Watt
- 6. Lama penyalaan : 3 jam
- 7. Jenis lampu : TL (nilai *allowance factor* = 1,25)

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

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

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

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

### 6. 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 :

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

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

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

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

### 7. 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/h sehingga diperoleh :

$$q_{pek} = \text{jumlah pekerja} \times \text{jam kerja} \times \text{panas ekuivalen}$$

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

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

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

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

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

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

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

$$Q_{teo} = 156024 \text{ Btu/jam}$$

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

$$10\% \text{ safety factor} = 156024 \text{ Btu/jam}$$

$$= 171626,4 \text{ Btu/jam}$$

Jadi beban pendingin total adalah :

$$= \frac{171626,4}{12000}$$

$$= 14,3022 \text{ TR (ton refrigeran)}$$

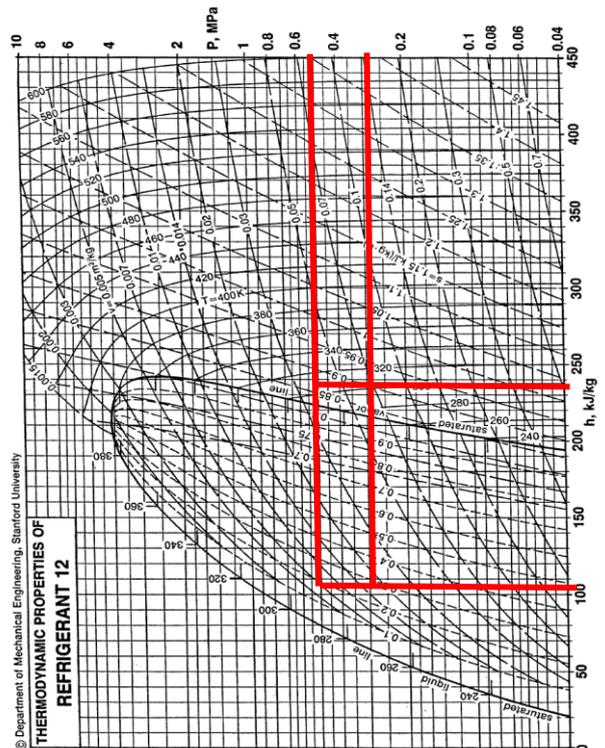
$$= 50,254 \text{ kW}$$

### 3.2.6 Diagram Tekanan versus Enthalpy

Dari lampiran diagram P-h untuk R-12, kita asumsikan data awal adalah sebagai berikut :

- a. Refrigeran yang dipakai : R-12
- b. Temperatur *cold storage* : 10°C
- c. *Superheated* : 5°C
- d. *Subcolling* : 5°C
- e. Temperatur refrigeran dalam kondensor : 35°C
- f. Tekanan pada kondensor : 0,80 MPa
- g. Tekanan pada evaporator : 0,40 MPa

Dengan perpatokan pada diagram P-h untuk R12 maka diperoleh :



#### Titik 1

$$P_1 = 0,40 \text{ MPa}$$

$$h_1 = 215 \text{ kJ/kg}$$

#### Titik 2

$$P_2 = 0,80 \text{ MPa}$$

$$h_2 = 240 \text{ kJ/kg}$$

#### Titik 3

$$P_3 = 0,80 \text{ MPa}$$

$$h_3 = 96 \text{ kJ/kg}$$

#### Titik 4

$$P_4 = 0,40 \text{ MPa}$$

$$h_4 = 96 \text{ kJ/kg}$$

- a. Bilangan Reynolds

$$Re = h_1 - h_4$$

$$Re = 215 - 96$$

$$Re = 119 \text{ kJ/kg}$$

b. Siklus refrigeran dalam evaporator

$$G = \frac{Q}{Re}$$

$$G = \frac{50,254}{119}$$

$$G = 0,4223 \text{ kg/sec}$$

c. Daya kompresor

$$P = G \times (h_2 - h_1)$$

$$P = 0,4223 \times (240 - 215)$$

$$P = 10,5575 \text{ kW}$$

Dengan demikian diperoleh COP, ditentukan dengan persamaan berikut :

$$COP = \frac{Q}{P}$$

$$COP = \frac{50,254}{10,5575} = COP = 4,7$$

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan beban pendingin maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Rancangan ini jenis Refrigeran yang digunakan adalah Refrigeran 12 (R-12). Beban pendingin siklus adalah sebesar 50,254 kW. *Cold storage* yang dirancang untuk proses pengawetan ikan dengan kapasitas 7.72 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 kondensor adalah 0,80 MPa, Tekanan di evaporator adalah 0,40 MPa sehingga diperoleh *coefficien of performance* (COP) sebesar 4,76.

### 4.2. Saran

Perancangan ini merupakan perancangan untuk keadaan ideal dengan mengabaikan perubahan temperatur di laut, sehingga untuk melakukan analisis lebih lanjut dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan pengambilan sampel data temperatur laut yang berubah-ubah.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M Ambari, “Gerbang untuk Kemajuan Perikanan Merauke,” Mongabay, Situs Berita Lingkungan, 2019.
- [2] P. Sahupala and R. D. Latuheru, “Cold storage design in container,” *Int. J. Mech. Eng. Technol.*, vol. 10, no. 1, pp. 643–649, 2019.
- [3] A. Wiranto and S. Heizo, *Penyegaran Udara*. PT. Pradnya Paramita, 1981.
- [4] P. S. Darmanto, “Teknik Pendingin,” in *Teknik Pendingin.pdf*, 1995, pp. 1–30
- [5] S. K. Wang, *Handbook of air conditioning and refrigeration*, vol. 32, no. 02. 1994.
- [6] Ilyas. (1983). *Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan*. CV. Paripurna. Jakarta.
- [7] E. Irianto and S. Giyatmi, “Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan Jilid 1.” 2009
- [8] Wahyudi, “Penerimaan dan Persiapan Bahan Baku Udang,” Bagian Pengemb. Kurikulum Direktorat Pendidik. Menengah Kejuru. Direktorat Jenderal Pendidik. Dasar Dan Menengah Dep. Pendidik. Nas., 2003
- [9] U. Hyginus Ubabuike, “*Design and Adaptation of a Commercial Cold Storage Room for Umudike Community and Environs*,” *IOSR J. Eng.*, vol. 02, no. 05, pp. 1234–1250, 2012, doi: 10.9790/3021-020512341250
- [10] Holman J.P. *Perpindahan Kalor*. Terjemahan Ir. E. Jasjfi. M.Sc. Erlangga 1994