

## KAJIAN PERFORMANCE MESIN *SLURRY ICE* KAPASITAS 1,3 TON DALAM RANTAI DINGIN PENANGANAN IKAN

*Performance Study Of 1.3 Ton Slurry Ice Machine Capacity In Cold Chain Fish Handling*

Dendi Haris<sup>1\*)</sup>, Dian Sutono HS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang

<sup>\*)</sup>Korespondensi: idned.sirah@gmail.com

Diterima: 29 Agustus 2022; Disetujui: 26 Oktober 2022

### ABSTRAK

*Slurry ice* adalah solusi untuk meningkatkan kualitas ikan hasil tangkapan maupun budidaya. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis dan uji performance mesin *slurry ice*. Analisis yang digunakan yaitu meliputi menghitung daya koefisien prestasi (COP), kapasitas refrigerasi (Q), laju aliran refrigerant, laju aliran volume, kerja kompresor ( $W_{Comp}$ ). Panas yang dilepaskan kondensator dan panas yang diserap refrigerant pada evaporator. Perhitungannya menggunakan data dari pengukuran temperatur kondensator dan tekanan kompresor Metode untuk menghitung perhitungan data spesifikasi dan tekanan dari kompresor menggunakan rumus-rumus. Hasil penelitian menunjukkan capaian COP = 3,8-4,3,  $Q_{tot}$  = 9-10 kW (untuk tiap jam),  $m$  = 0,06 kg/s,  $W_{comp}$  = 2,35-2,6 kW,  $Q_{cond}$  = 12,4-12,52 kW,  $Q_{evap}$  = 9,8-10,17 kW, total beban refrigerasi selama 24 jam adalah sebesar 228 kW. Total produksi *slurry ice* selama 24 jam sebanyak 1.396,8 kg atau 1,3968 Ton. Hasil uji pada ikan lele yang didinginkan menggunakan *slurry ice* penurunan suhu dari suhu awal ikan lele 27,8°C sampai pada suhu (-0,7°C) membutuhkan waktu 36 menit. Sedangkan ikan lele yang didinginkan menggunakan es serut dengan suhu awal ikan lele 27,8°C sampai pada suhu 2°C membutuhkan waktu 1 jam.

**Kata Kunci** : mollier, *slurry ice*, uji performa

### ABSTRACT

*Slurry ice* is a solution to improve the quality of fish caught and cultured. The purpose of this research is to analyze and test the performance of the *slurry ice* machine. The analysis used includes calculating the power performance coefficient (COP), refrigeration capacity (Q), refrigerant flow rate, volume flow rate, compressor work ( $W_{Comp}$ ). The heat released by the condenser and the heat absorbed by the refrigerant in the evaporator. The calculation uses data from the measurement of condenser temperature, compressor pressure. Methods to calculate the calculation of specification data and pressure from the compressor use formulas. The results showed that COP = 3.8-4.3,  $Q_{tot}$  = 9-10 kW (for each hour),  $m$  = 0.06 kg/s,  $W_{comp}$  = 2.35-2,6 kW,  $Q_{cond}$  = 12, 4-12.52 kW,  $Q_{evap}$  = 9.8-10.17 kW, the total refrigeration load for 24 hours is 228 kW. The total production of *slurry ice* for 24 hours is 1,396.8 kg or 1.3968 Tons. The results of the test on catfish that were cooled using *slurry ice*, the decrease in temperature from the initial temperature of catfish 27.8°C to a temperature of (-0.7°C) took 36 minutes. Meanwhile, chilled catfish using shaved ice with an initial temperature of 27.8°C catfish to 2°C takes 1 hour.

**Keywords**: mollier, *slurry ice*, performance test

## PENDAHULUAN

*Slurry ice* menjadi solusi terbaik, untuk kinerja *slurry ice* lebih baik daripada es balok untuk menjaga kualitas ikan. *Slurry ice* adalah es yang terdiri dari air dicampur dengan kristal es, *slurry ice* diproduksi dengan cara mencampur air dengan aditif penekan titik beku, kemudian campuran tersebut didinginkan sehingga kristal es terbentuk. Aditif yang digunakan untuk menekan titik beku umumnya adalah garam, gula, glikol dan alcohol. Untuk aditif yang paling umum digunakan adalah garam. Garam banyak terdapat pada air laut, yang bahan bakunya sangat melimpah dan sangat murah dibandingkan dengan air tawar yang digunakan sebagai bahan baku utama pembuatan es balok. Air laut juga tidak terganggu oleh musim kemarau seperti pada air tawar, ketika kemarau sangat susah dicari dan harganya juga jauh lebih mahal.

Pada *slurry ice* sebagai pendingin ikan tidak terdapat udara di antara ikan dan es, sehingga pendinginan ikan menjadi lebih cepat karena kontak langsung dengan permukaan dan rongga-rongga pada ikan lebih besar serta pertumbuhan bakteri yang lebih lambat membuat perpanjangan kesegaran ikan. Kelebihan lain dari pendingin *slurry ice* adalah waktu pendinginan ikan tiga kali lebih cepat dari es batu untuk menurunkan suhu hingga (-2°C). Air laut adalah bahan dasar bubuk es sangat baik untuk menjaga daya tahan ikan karena mengandung unsur klorin (Cl), yang dapat membunuh bakteri yang menyebabkan pembusukan (Baheramsyah, 2017). Di negara tropis dengan suhu lingkungan tinggi, pertumbuhan mikroorganisme dan ikan memburuk terjadi sangat cepat (Gandotra *et al.*, 2012). Penggunaan *slurry ice* meningkatkan kualitas mikrobiologi dan kimia dan mengurangi kerugian pasca panen (Karim *et al.*, 2015). Semakin cepat suhu yang lebih rendah tercapai selama ikan dingin, aktivitas pembusukan yang lebih efektif terhambat (Sallam, 2007). Permintaan pasar menginginkan produk yang terjaga kesegaran dan kualitasnya,

adalah salah satu tantangan dari bisnis perikanan. Untuk menjawab permintaan pasar tersebut, *slurry ice* adalah teknik yang menjanjikan untuk menjaga produk pada suhu dibawah titik beku (Chapman, 1990. Harada, 1991). Keuntungan penggunaan *slurry ice* antara lain adalah suhu yang lebih rendah, lebih cepat mendinginkan, kerusakan fisik yang lebih rendah terhadap produk dan daya pertukaran panas yang lebih baik. Kontak langsung *slurry ice* dengan permukaan ikan memberikan perlindungan yang lebih baik dari terjadinya peristiwa oksidasi dan dehidrasi (Piñeiro *et al.*, 2004).

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Workshop Mesin Politeknik AUP Jakarta selama 2,5 bulan tahun 2022. Data yang diambil adalah jenis data kuantitatif untuk menghitung (COP), kapasitas *refrigerant* (Q), efek refrigerasi, laju aliran *refrigerant*, laju aliran volume, kerja compressor ( $W_{Comp}$ ), panas yang dilepaskan kondensor dan panas yang diserap *refrigerant* pada evaporator. Dalam perhitungannya menggunakan data dari pengukuran temperature kondensor dan tekanan compressor.

Sumber pengumpulan data diambil dari data sekunder yaitu studi literature (jurnal) terkait dengan penelitian sebelumnya. Sedangkan data primer diambil dari data uji performa mesin dalam pembuat *slurry ice*.

### Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data diambil dengan cara eksperimen melalui beberapa tahapan yaitu melalui pengamatan dan pencatatan suhu pada compressor, kondensor dan *slurry ice generator*. Alat yang digunakan pada pencatatan adalah thermo gun, temperature stick 2 unit Quartz AZ-668-SHR -50°C +260°C, manometer *pressure gauge* untuk *high pressure* dan *low pressure* dan *salinity refractometer*. Tahapan penelitian dimulai; Uji performa mesin *slurry ice* dilakukan dengan

melakukan produksi *slurry ice* tiap jam selama 24 jam, dilakukan pencatatan data untuk tiap jam berdasarkan hasil *slurry ice* yang dicapai, meliputi pencatatan data yang diambil tiap jam dari operasional mesin *slurry ice* selama 24 jam yang dicatat ke dalam log sheet data selama 24 jam, yaitu jam mulai mesin *slurry ice* bekerja, suhu ruangan (ambient), kuat arus listrik perjam, RPM agitator pisau pengaduk, suhu air laut di tangki sebelum masuk ke evaporator, temperature refrigerant pada sisi hisap dan tekan compressor, high pressure dan low pressure, temperature refrigerant sebelum dan sesudah kondensor, temperature refrigerant sebelum masuk katup ekspansi, temperature refrigerant sebelum dan sesudah evaporator, temperature *slurry ice* yang dipanen tiap jamnya, terakhir pencatatan banyaknya hasil panen *slurry ice* tiap jamnya dalam kilogram.

**Metode Analisa Data**

Data didapatkan dari form log sheet mesin *slurry ice*, yang dilakukan pengambilan data tiap jam selama 24 jam. kemudian dilakukan perhitungan dengan mempergunakan rumus-rumus (formula) yang ada di buku-buku, serta dianalisis juga dengan program-program coolpack, data yang didapatkan diinput ke program dan diolah sehingga dihasilkan perhitungan yang presisi dan rinci.

Uji performa mesin *slurry ice* tersebut meliputi menghitung (COP), kapasitas *refrigerant* (Q), efek refrigerasi, laju aliran *refrigerant*, laju aliran volume, kerja compressor ( $W_{Comp}$ ), panas yang dilepaskan kondensor dan panas yang diserap *refrigerant* pada evaporator perhitungannya menggunakan data dari pengukuran temperatur kondensor, tekanan kompresor metode untuk menghitung perhitungan data spesifikasi dan tekanan dari kompresor menggunakan rumus-rumus sebagai berikut:

**Rumus Kompresor**

a. COP singkatan dari Coefficient Of Performance yang dalam bahasa Indonesia kita sebut koefisien prestasi,

dihitung dengan membandingkan efek refrigerasi dengan kerja kompresi (Ilyas, 1993).

$$COP = \frac{\text{Efek refrigerasi}}{\text{Kerja kompresi}} \dots\dots\dots(1)$$

b. Kapasitas refrigerasi

**Hitung Beban Pendingin**

Penurunan suhu produk dari suhu awal ke suhu beku (pendinginan), (Ilyas, 1988)

$$Q1 = m (T1 - Tb)Cp \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

Q1 : Banyaknya beban refrigerasi (kJ)

m : Berat produk (kg)

T1 : Temperatur air laut awal (°C atau °K)

Tb : Temperatur air laut beku (°C atau °K)

Cp : Panas spesifik air laut diatas titik beku (kJ/kg °K) adalah 0°C

Pembekuan produk pada suhu pembekuan dengan persamaan (Ilyas, 1988):

$$Q2 = m \times hif \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

Q2 : Banyaknya beban refrigerasi (kJ)

Hif : Panas laten pembekuan (kJ/kg) titik beku

m : Berat produk (kg)

Penurunan suhu produk (air laut) dari suhu pembekuan ke suhu panen (menjadi *slurry ice*) dengan Persamaan (Ilyas, 1988) :

$$Q3 = m (Tb - T2)Cp \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

Q3 : Panas pembekuan lanjut (kJ)

m : Berat produk (kg)

T2 : Temperatur air laut pembekuan (°C atau °K)

Tb : Temperatur air laut beku (°C atau °K) adalah -1,63°C

Cp : Panas spesifik air laut diatas titik beku (kJ/kg °K) adalah 0°C

Jadi total pengeyahan sejumlah panas beban produk (air laut) ( $Q_{tot}$ ) dapat dihitung dengan persamaan (Ilyas, 1988) :

$$Q_{tot} = Q_1 + Q_2 + Q_3 \dots\dots\dots(5)$$

Pengenyahan sejumlah panas  $Q_{tot}$  yang dilaksanakan dalam waktu ( $t$ ) adalah laju pemindahan panas  $qp$  ( dalam kW ). (Ilyas, 1988)

$$qp = \frac{Q_{tot}}{t} \dots\dots\dots(6)$$

c. Hitung efek refrigrasi  
Efek/Dampak refrigrasi didapatkan dari perbedaan enthalpi (Ilyas, 1993):

$$Efek\ Refrigrasi = h_1 - h_4 (kJ) \dots\dots\dots(7)$$

$h_1$  = temperature refrigerant pada suction sebelum masuk compressor  
 $h_4$  = temperature refrigerant sebelum masuk ke evaporator

d. Laju aliran refrigran (Ilyas, 1993)

$$\frac{Kapasitas\ refrigrasi}{Efek\ refrigrasi} \dots\dots\dots(8)$$

e. Laju aliran volume  
Laju aliran volume = Laju aliran Refrigerant (kg/det) x  $v_g$  ( $m^3/kg$ )  
Laju aliran volume = (Laju alir refrigran) (Volume spesifik refrigran)

f. Hitung kerja kompresor (Baheramsyah, 2017)

$$W_{comp} = m (h_2 - h_1) \dots\dots\dots(9)$$

**Kondensor**

Hitung Panas yang dilepaskan Kondensor (kW). (Baheramsyah, 2017)

$$Q_{cond} = m (h_2 - h_3) \dots\dots\dots(10)$$

**Evaporator**

(Baheramsyah, 2017)

$$Q_{evap} = m (h_1 - h_4) \dots\dots\dots(11)$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Kapasitas Mesin Slurry Ice**

Dari semua data yang didapat di lapangan, diolah dan dihitung dengan mempergunakan rumus-rumus yang telah disebutkan sebelumnya. Tujuan dari perhitungan ini adalah untuk mengetahui kapasitas dari unit mesin *slurry ice*, baik pada kompresor, kondensor maupun evaporatornya. Dengan mengetahui kapasitas dari masing-masing bagian mesin *slurry ice*, maka dapat diketahui COP mesin *slurry ice* tersebut.

Beban refrigrasi, untuk beban refrigrasi dihitung kembali dengan menggunakan data pada jam 10.15 WIB.

**Perhitungan:**

Hitungan berdasarkan ukuran atau dimensi evaporator (SIG) tanpa menggunakan tandon air garam/laut:

- 1. Tinggi : 80 cm
- 2. Diameter dalam : 30 cm
- 3. Diketahui : 1 Liter = 100 mili liter = 1000  $cm^3$

Hitung massa produk dalam kg :  
 $m = p.V$   
diketahui :  $p$  air laut =  $1,03 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$   
 $V = 56,52 \text{ Liter}$

$m = \rho_{sw} \times \text{volume}$   
 $= 1030 \text{ kg/m}^3 \times 56,52 \text{ Liter}$   
 $= 58,2 \text{ kg} \times 24$   
 $= 1396,8 \text{ kg}$   
 $= 1,3968 \text{ ton}$  (produksi *slurry ice* dalam 24 jam)

Salinitas air laut yang dilakukan pada penelitian ini adalah 30 ppt mempunyai titik beku -1,63 (physical propherty of seawater, (Linney Talley 2011)

$$Q1 = m (T1-Tb) Cp$$

Diketahui :

Q1 = beban refrigerasi dari suhu awal ke suhu beku (kJ)

m = masa produk (kg)

T1 = temperature awal air laut (°C atau °K)

Tb = temperature beku air laut (°C atau °K)

Cp = panas spesifik air laut diatas titik beku (kJ/kg) 0°C = 4,0095 (Seawater thermophysical properties library, (Nayar 2016)

$$Q1 = m (T1-Tb) Cp$$

$$= 6.914,2 \text{ kJ}$$

$$Q2 = m \times h_{if}$$

Diketahui :

Q2 = beban refrigerasi pada suhu pembekuan (kJ)

m = masa produk (kg)

h<sub>if</sub> = panas laten pembekuan air laut (kJ/kg)= 2429,9 kJ/kg

= titik beku -1,63°C panas latennya : 2429,9 kJ/kg

$$Q2 = m \times h_{if}$$

$$= 141.420,2 \text{ kJ}$$

$$Q3 = m (Tb-T2) Cp$$

Diketahui :

Q3 = beban refrigerasi dari suhu pembekuan ke suhu panen (menjadi *slurry ice*) (kJ)

m = masa produk (kg)

T2 = Temperatur pembekuan lanjut (panen *slurry ice*) (°C atau °K) -5,8°C = 267,35 °K

Tb = Temperature beku air laut (°C atau °K)

$$- 1,63^{\circ}\text{C} = 271,52^{\circ}\text{K}$$

Cp = panas spesifik air laut pembekuan lanjut (kJ/kg) -5,8°C = 4,0116

(Seawater thermophysical properties library, Nayar 2016)

$$Q3 = m (Tb-T2) Cp$$

$$= 973.591 \text{ kJ}$$

$$Q_{tot} = Q1 + Q2 + Q3$$

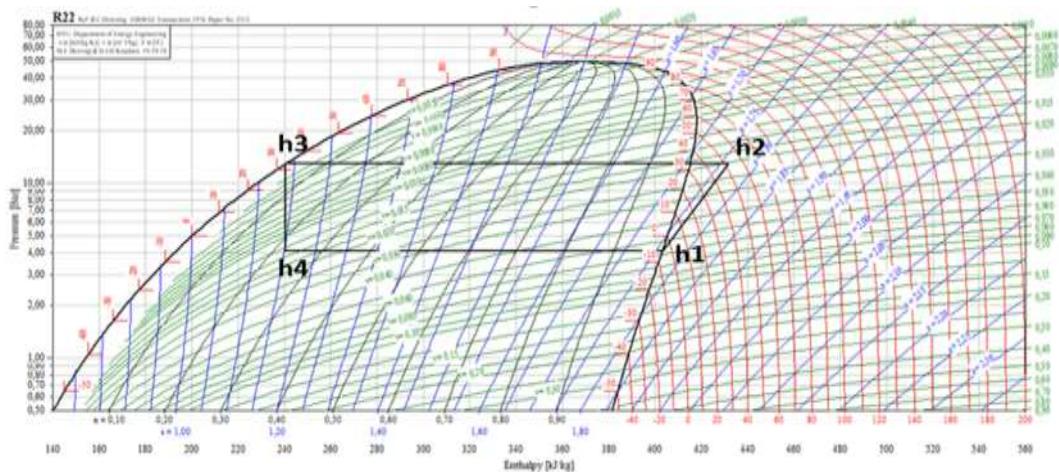
$$= 1.121.925,4 \text{ kJ}$$

Pengenyahan sejumlah panas Q<sub>tot</sub> yang dilaksanakan dalam waktu (t) adalah laju pemindahan panas **qp** (dalam kW)

$$q_p = \frac{Q_{tot}}{t}$$

$$= 12,9 \text{ kW}$$

Menentukan enthalphi (h) dari fase uap ke cair dan kemudian kembali ke fase uap lagi. Diagram ini sangat membantu dalam menghitung dan menganalisa, h<sub>1</sub> adalah temperature pada suction sebelum masuk compressor, h<sub>2</sub> adalah temperature refrigerant pada discharge yaitu pipa tekan keluar compressor sebelum masuk ke kondensor, h<sub>3</sub> adalah temperature refrigerant setelah keluar dari compressor dan h<sub>4</sub> adalah temperature refrigerant sebelum masuk ke evaporator. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Diagram Mollier

Dari diagram Mollier diatas, didapatkan :

T evaporator : -5,8°C	h1 : 403,71 kJ/kg
T condenser : 35°C	h2 : 433,51 kJ/kg
P evaporator : 4,044 Bar	h3 : 243,27 kJ/kg
P condenser : 13,526 Bar	h4 : 243,27 kJ/kg

**Efek Refrigerasi**

Efek refrigerasi/dampak refrigerasi kita dapatkan dari perbedaan enthalpi  
 Efek refrigerasi = h1 – h4 (kJ)  
 = 160,44kJ

**Panas yang dilepaskan kondensor**

Qcond = m. (h2 – h3)  
 = 15,21 kW

**Laju Alir Refrigeran**

Laju alir/pendauran refrigeran dapat dihitung dengan membagi kapasitas refrigerasi dengan dampak refrigerasi :  
 Laju alir = Kapasitas refrigerasi / Dampak refrigerasi (kW / kJ/kg)  
 Atau (kg/det)  
 = 0,08 kg/s

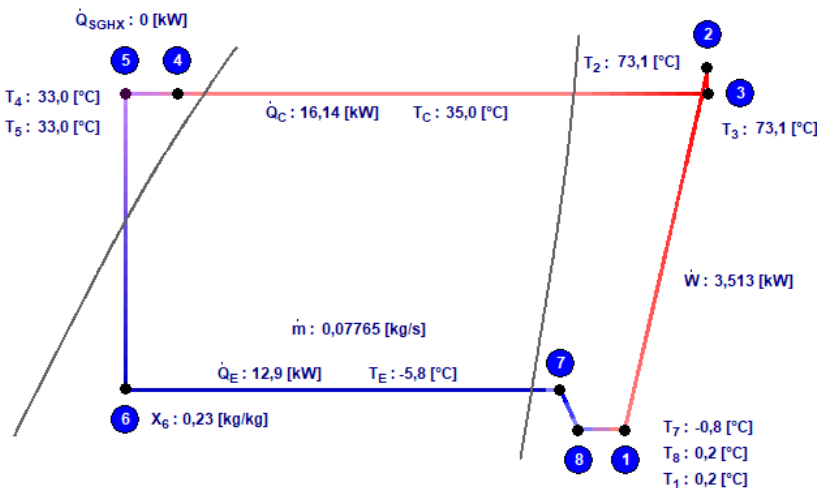
**Panas yang dilepaskan evaporator**

Qevap = m. (h1 – h4)  
 = 12,83 kW

**Kerja Kompresor**

Harga dari besaran kerja kompresor didapat dari perubahan enthalpi dari titik h1 ke titik h2. Yaitu :  
 Wcomp = m. (h2 – h1)  
 = 2,384 kW  
 Konversi ke HP = 3,2 HP

Pengukuran suhu dengan menggunakan thermo gun ditempatkan pada kedelapan titik suhu. Suhu dititik 1 adalah suhu hisap sebelum masuk ke kompresor, titik 2 dan 3 adalah suhu tekan keluar dari kompresor sebelum masuk ke kondensor, suhu dititik 4 adalah suhu keluaran dari kondensor dan titik 5 adalah proses liquid cooler. Suhu dititik 6 dan 7 diperkirakan konstan sepanjang proses evaporasi, pada titik 8 keluaran dari pipa evaporator mengalami kenaikan suhu. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Enthalpy

Pada Tabel 1. Titik suhu refrigerasi dapat dilihat nilai suhu refrigerant, *pressure* dan besar nilai enthalphynya. Pada state point 1 dan 2,3 adalah kerja kompresi. Titik 1 adalah suction pressure 402,8 kPa dan suction temperature 0,2°C, titik 2 adalah discharge pressure 1371,1 kPa dan discharge

temperature 73,1°C, titik 3 adalah discharge pressure 1354,0 dengan discharge temperature 73,1°C. Pada state point 3, 4 adalah proses kondensasi. Suhu dititik 4 adalah suhu keluaran dari kondensor dengan pressure 1354,0 kPa dan temperature 33°C dan titik 5 adalah proses liquid cooler/ sub

cooled dengan pressure 1354,0 kPa dan temperature 33°C. Titik 5, 6 terjadi proses penurunan pressure (*expansion process*), pada state point 6 pressure menjadi 409,7 kPa dengan temperature 5,8°C (-). Pada state point 6, 7 diperkirakan konstan sepanjang proses evaporasi (*evaporation*

*process*), pada state point 7 pressure 409,7 kPa temperature 0,8°C (-), pada state point 7, 8 terjadi proses pemanasan lanjut (*superheat*), pada state point 8 keluaran dari pipa evaporator mengalami kenaikan temperature 0,2°C dengan *pressure* 402,8 kPa.

Tabel 1. Tabel Titik Suhu Siklus Refrigerasi

State Point	Temperature (°C)	Pressure (kPa)	Enthalpy (kJ/kg)
1	0,2	402,8	252,1
2	73,1	1371,1	292,8
3	73,1	1354,0	293,1
4	33,0	1354,0	85,1
5	33,0	1354,0	85,1
6	5,8 (-)	409,7	85,1
7	0,8 (-)	409,7	251,3
8	0,2	402,8	252,1

Sumber : Hasil perhitungan “coolpack programs”

### Efek refrigerasi

Efek refrigerasi/dampak refrigerasi bisa kita dapatkan dari perbedaan enthalpi

$$\begin{aligned} \text{Efek refrigerasi} &= 1 - 4 \text{ (kJ)} \\ &= 167 \text{ kJ} \end{aligned}$$

### Laju alir refrigeran

Laju alir/pendauran refrigeran dapat dihitung dengan membagi kapasitas refrigerasi dengan dampak refrigerasi :

$$\begin{aligned} \text{Laju alir} &= \text{Kapasitas refrigerasi} / \text{Dampak} \\ &\text{refrigerasi (kW / kJ/kg) Atau (kg/det)} \\ &= 0,06 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

Hitung daya kompresor;

$$\begin{aligned} W_c &= m (3 - 1) \\ &= 2,46 \text{ kW} \end{aligned}$$

Hitung beban panas pada evaporator;

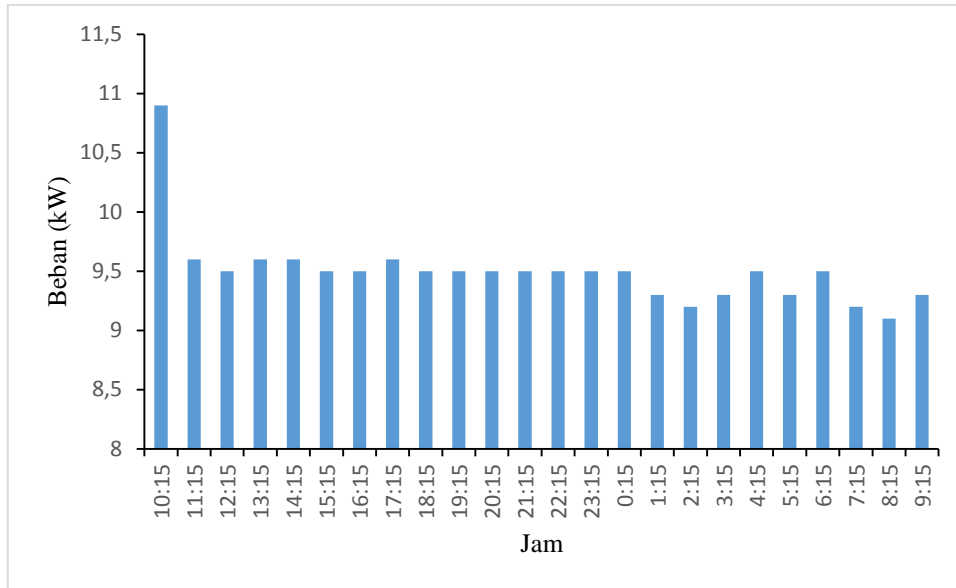
$$\begin{aligned} Q_e &= m (1 - 4) \\ &= 10,02 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{COP} &= \frac{Q_e}{W_c} \\ &= 4 \end{aligned}$$

Setelah panen *slurry ice* evaporator atau *slurry ice* generator diisi kembali dengan masa air 58,2 kg. jadi total produksi *slurry ice* selama 24 jam adalah 1.396,8 kg atau 1,3968 Ton, dengan total beban

refrigerasi rata-rata tiap jam 9-10 kW, total beban refrigerasi selama 24 jam adalah sebesar 228 kW, dengan capaian suhu rata – rata produksi *slurry ice* adalah -5,8°C.

Pada gambar 3 grafik beban *slurry ice* berjalan dengan tidak terlalu manampakan perbedaan yang signifikan, pada jam 10.15 WIB mengalami titik kritis yaitu beban refrigerasi tertinggi *slurry ice* dengan beban refrigerasi mencapai 10,9 kW. Sedangkan untuk beban refrigerasi terendah pada jam 8.15 wib dengan beban refrigerasi *slurry ice* sebesar 9,1 kW.

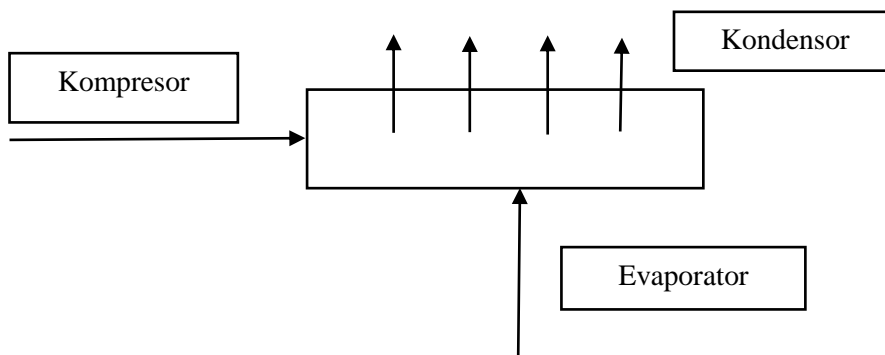


Gambar 3. Grafik Beban *Slurry Ice*

Dari gambar 4. grafik performen slurry ice, dapat dilihat tidak adanya pemborosan energy yang terjadi di kondensor, sehingga prinsip dasar dari balance energi tercapai. Yaitu panas yang

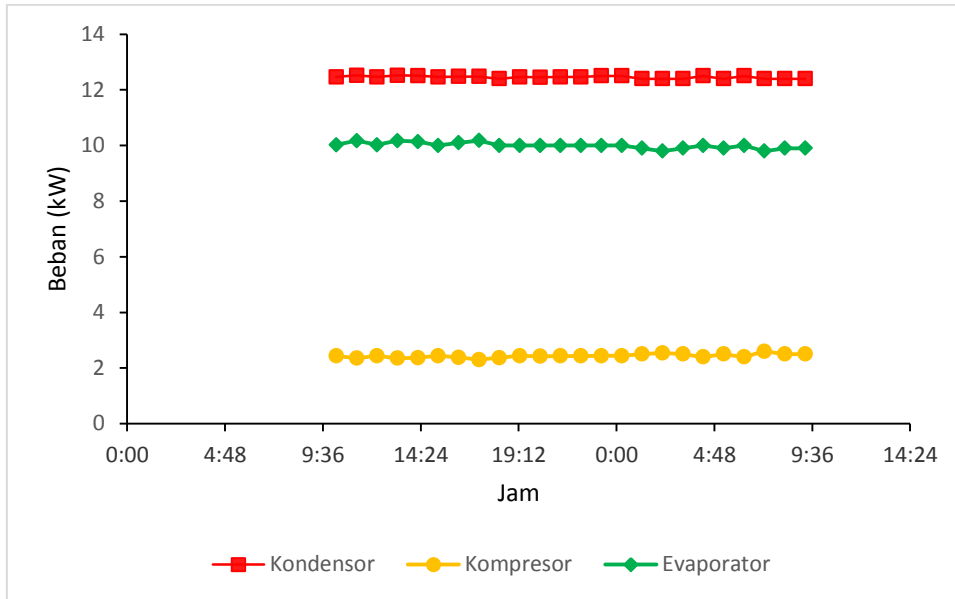
dibuang kondensor sama besarnya dengan energi yang dipergunakan kompresor ditambah dengan energi yang dihasilkan di evaporator.

Energi masuk = energi keluar



Jadi energi yang dibutuhkan kompresor + energi yang diserap evaporator = energi yang dibuang di kondensor (Budihadi, 2006).

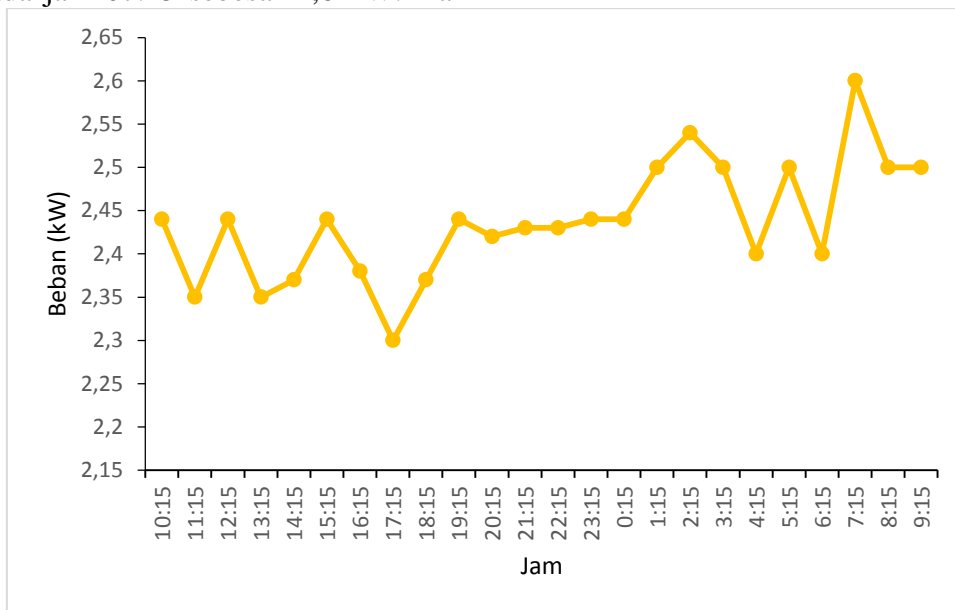
$$\begin{aligned} \text{Energi Kondensor} &= \text{Energi Kompresor} + \text{Energi Evaporator} \\ 12,46 \text{ kW} &= 2,44 \text{ kW} + 10,02 \text{ kW} \end{aligned}$$



Gambar 4. Grafik Performa Slurry Ice Selama 24 Jam

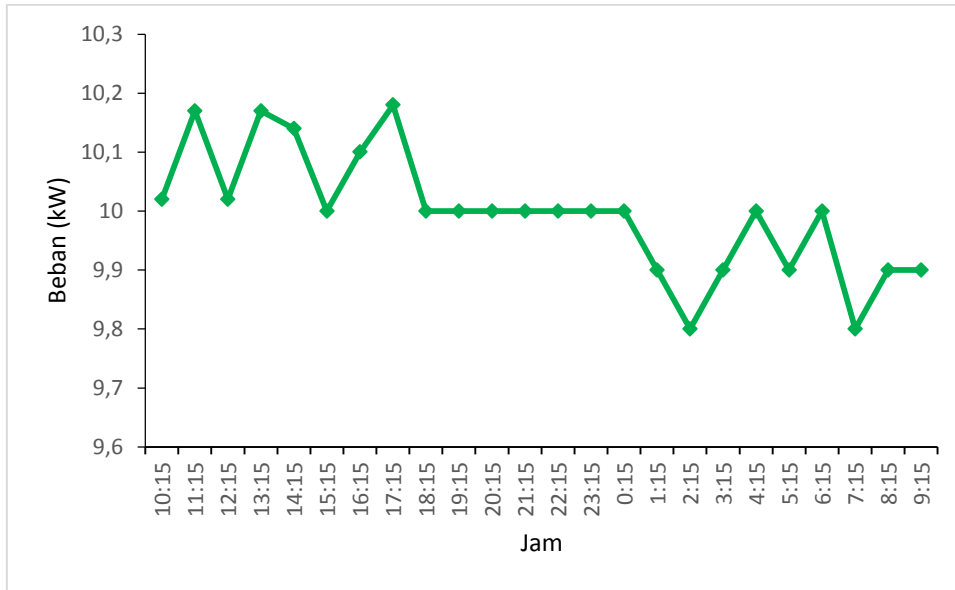
Gambar 5 menunjukkan kerja kompresor stabil rata-rata paling rendah yaitu 2,3 kW pada jam 17.15 dan paling tinggi pada jam 07.15 sebesar 2,6 kW. Hal

ini menunjukkan tidak adanya kerugian energi. Kerja kompresor = energi kondensator dikurangi energi evaporator.



Gambar 5. Grafik Energi Kompresor

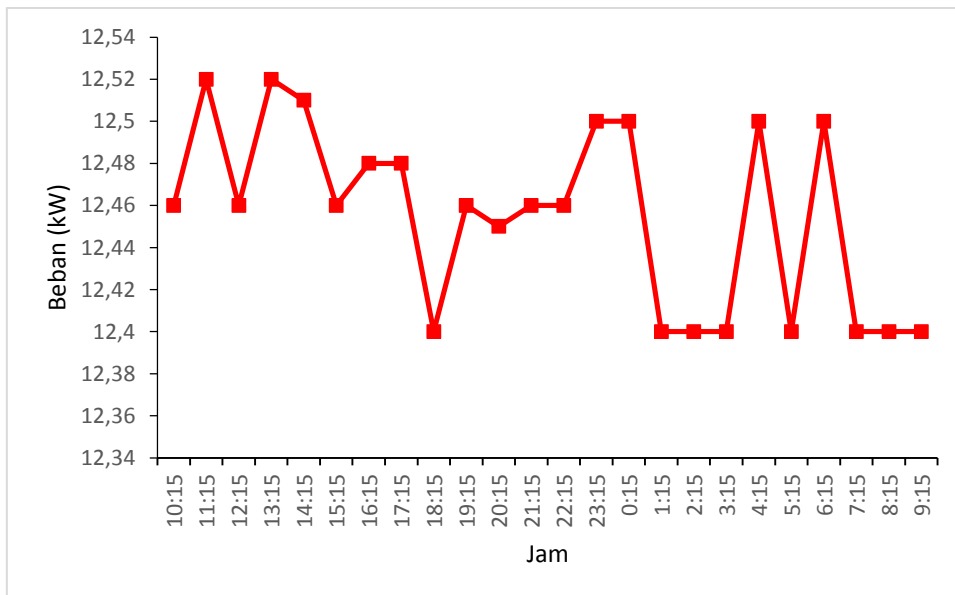
Gambar 6 menunjukkan kerja evaporator stabil rata-rata paling rendah yaitu 9,8 kW pada jam 2.15 dan 7.15. Paling tinggi pada jam 17.15 sebesar 10,18 kW. Hal ini menunjukkan tidak adanya kerugian energi. Kerja evaporator = energi kondensator dikurangi energi kompresor.



Gambar 6. Grafik Energi Evaporator

Pada kondensator dapat kita lihat pada gambar 7 grafik energi kondensator, menunjukkan kerja kondensator stabil rata-rata paling rendah yaitu 12,4 kW pada jam 18.15, 1.15, 2.15, 3.15, 5.15, 7.15, 8.15 dan

9.15. Paling tinggi pada jam 11.15 dan 13.15 sebesar 12,52 kW. Hal ini menunjukkan tidak adanya kerugian energi. Kerja kondensator = energi kompresor ditambah dengan energi evaporator.



Gambar 7. Grafik Energi Kondensator

Eksperimen berikutnya adalah mendinginkan ikan lele dengan size/ukuran yang sama yaitu dengan panjang ikan lele 23 cm lebar 4 cm berat ikan 160 gram, didinginkan dengan *slurry ice* dan es serut tujuannya adalah untuk mengetahui kecepatan mendinginkan ikan lele antara *slurry ice* dan es serut sampai mencapai

suhu 0°C suhu pada ikan. Eksperimen dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

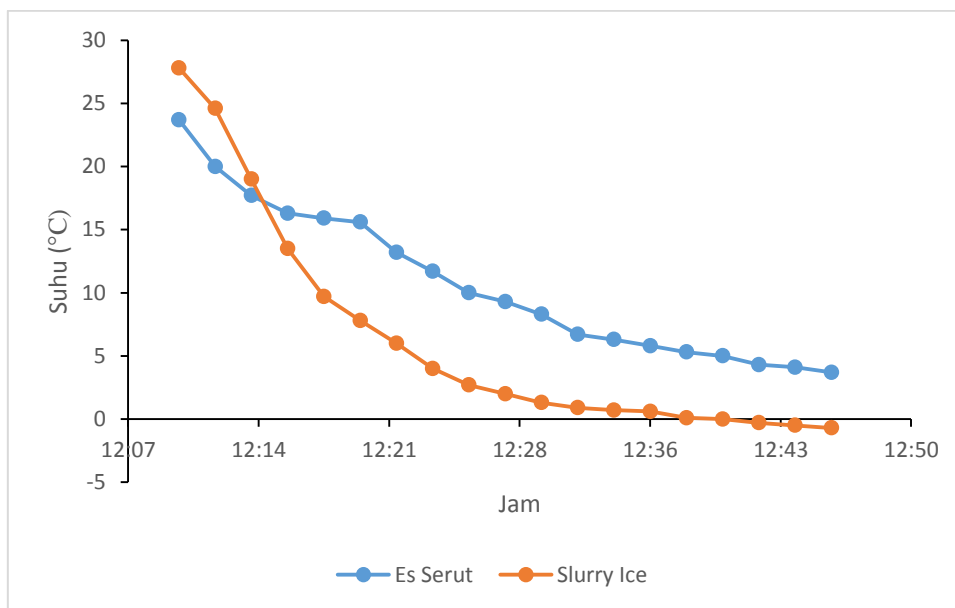
- 1) Menyiapkan ikan lele, kemudian diletakan kedalam cool box.
- 2) Menusuk bagian atas dari ikan lele dengan penusuk alat ukur suhu ikan, tujuannya untuk mengetahui suhu ikan sebelum didinginkan dengan *slurry ice* dan es serut.

- 3) Setelah dilakukan penusukan pada bagian atas ikan lele, kemudian diketahui suhu awal ikan lele sebelum didinginkan dengan *slurry ice* dan es serut yaitu sebesar 27,8°C.
- 4) Selanjutnya adalah coolbox diisi dengan *slurry ice* sedangkan cool box diisi dengan es serut, kemudian ikan lele dimasukkan pada masing-masing cool box tersebut, setelah ikan lele dimasukkan cool box ditutup rapat. Percobaan pertama dilakukan dengan menggunakan es serut terlebih dahulu. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Uji *Slurry Ice* dan Es Serut

- 5) Cool box tertutup rapat kemudian barulah dimulai pencatatan penurunan suhu pada ikan lele tersebut, penurunan suhu ikan lele pada cool box dengan es serut.
- 6) Lanjut dengan pencatatan penurunan suhu ikan lele dengan menggunakan *slurry ice*.



Gambar 9. Perbandingan Penurunan Suhu Ikan Lele menggunakan Es Serut dan *Slurry Ice*

Dari grafik tersebut untuk ikan lele yang didinginkan dengan menggunakan es serut penurunan suhu 2°C membutuhkan waktu selama 1 jam, sedangkan ikan lele yang didinginkan menggunakan *slurry ice* penurunan suhu -0,7°C membutuhkan waktu 36 menit. Dari perbandingan kedua data

tersebut dapat disimpulkan bahwa *slurry ice* dapat mendinginkan ikan lele lebih cepat dari es serut.

## KESIMPULAN

Capaian COP untuk produksi *slurry ice* rata-rata mencapai 3,8-4,3 COP. Total beban refrigerasi produksi *slurry ice* rata-rata tiap jam 9-10 kW, total beban refrigerasi selama 24 jam adalah sebesar 228 kW. Laju aliran refrigerant 0,06 kg/s. dengan kerja kompresor Wcomp adalah rata-rata 2,35-2,6 kW. Panas yang dilepaskan kondensor adalah rata-rata 12,4-12,52 kW. Panas yang diserap evaporator 9,8-10,17 kW.

Berdasarkan hasil percobaan pada ikan lele yang didinginkan menggunakan *slurry ice*, ikan lele yang didinginkan menggunakan *slurry ice* penurunan suhu dari suhu awal ikan lele 27,8°C sampai pada suhu -0,7°C membutuhkan waktu 36 menit. Sedangkan ikan lele yang didinginkan menggunakan es serut dengan suhu awal ikan lele 27,8°C sampai pada suhu 2°C membutuhkan waktu 1 jam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, W. dan Heizo Saito. 2005. Penyebaran Udara. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Baheramasyah A, Cahyono B, Suganda (2017). *Slurry ice* as a Cooling System on 30 GT Fishing Vessel (International Journal of Marine Engineering Innovation and Research, Vol. 1(3), Jun. 2017. 136-142.
- Budihadi A, (2006), Pengaruh Retrofitting Refrigeran HC22 Terhadap Performance Chiller Pada Instalasi Pendingin Hotel Bertingkat 16 di Jakarta (Magister Thesis). Universitas Pancasila Jakarta.
- Chapman, L. (1990). Making the Grade. Ice Slurries Get Top Marks for Quality Products. *Australian Fisheries*, 16-19
- Gandotra, R., Koul, M., Gupta, S., & Sharma, S. (2012). Change in Proximate Composition and Microbial Count by Low Temperature preservation in Fish Muscle of *Labeo Rohita*. *Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 2(1): 13-17.
- Harada, K. (1991). How to Handle Albacore. *Australian Fisheries*, 2: 28-30.
- Ilyas, S. 1988 Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan Jilid I. Yayasan Wijayakusuma
- Ilyas, S. 1993 Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan Jilid II. Badan Peneliti dan Pengembangan Pertanian
- Karim, N. U., Nasir, N., Arifin, B., & Ismail, M. (2015). Effect Of Salt And Ozonized-*Slurry ice* On The Quality Indices Of Tiger Grouper (*Epinephelus fuscoguttatus*). *Journal of Sustainability Science and Management*, 10(2), 97-102.
- Kishor G. Nayar, Mostafa H. Sharqawy and John H. Lienhard. (2016). Seawater Thermophysical Properties Library.
- Lynne Talley, George Pickard, William Emery and James Swift. (2011). Physical Properties Of Seawater.
- Piñeiro, C., Barros-Velázquez, J., & Aubourg, S. P. (2004). Effects of Newer *Slurry ice* Systems on the Quality of Aquatic Food Products: A Comparative Review Versus Flake Ice Chilling Methods. *Trends in Food Science and Technology*, 15: 575-582.
- Sallam, K. I. (2007). Chemical, Sensory and Shelf Life Evaluation of Sliced Salmon Treated with Salts of Organic Acids. *Food Chemistry*, 101(2): 592-600.