

## Kinerja dan Distribusi Temperatur Pendinginan Kotak Refrigerasi Ikan Berkapasitas 35 L

Dino Octra Legi<sup>1</sup>, Vivi Apriyanti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Jambi

\*Corresponding author, e-mail: [viviapriyanti@stiteknas.ac.id](mailto:viviapriyanti@stiteknas.ac.id)

### ABSTRACT

This fish refrigeration box was tested to freeze Lambak fish, which is a small fish caught by fishermen in Sipin Lake, Jambi City. Freezing is one way to preserve fish so that they do not rot quickly. This refrigeration box with a maximum capacity of 35 L has a compressor power of 0.077 kW with an actual COP of 3.581, a COP Carnot of 4.478, and an efficiency of 79.97%. This fish refrigeration box was tested cooling the fish for 2 hours. It can reduce the temperature of the fish from 27°C to -11°C. The performance of this fish refrigeration box is very good with 15 kg maximum capacity.

Keywords: fish refrigeration box, lambak fish, COP

### ABSTRAK

Kotak refrigerasi ikan ini diuji untuk membekukan ikan Lambak yaitu ikan kecil hasil tangkapan nelayan/peternak ikan di Danau Sipin, Kota Jambi. Pembekuan merupakan salah satu cara untuk mengawetkan ikan supaya tidak cepat busuk. Kotak refrigerasi berkapasitas maksimal 35 L ini memiliki daya kompresor 0,077 kW dengan COP aktual 3,581, COP Carnot 4,478, dan efisiensi 79,97%. Pendinginan ikan selama 2 jam bisa menurunkan temperatur ikan dari 27°C sampai -11°C. Kinerja dari kotak pendingin ikan ini sangat bagus dengan beban maksimal 15 kg.

Kata kunci: Refrigerasi ikan, ikan lambak, COP

### PENDAHULUAN

Sistem refrigerasi saat ini telah menjadi kebutuhan penting dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini terlihat dari semakin banyaknya penggunaan sistem refrigerasi di dunia industri dan rumah tangga. Pengkondisian udara, penyimpanan dan pengawetan makanan semakin dibutuhkan seiring meningkatnya taraf kesejahteraan manusia. Makanan beku menjadi pilihan dengan alasan kepraktisan dan kemudahan pendistribusian. Penyimpanan makanan dengan cara dibekukan juga lebih terjaga kualitas mutu dan gizinya jika dibandingkan proses pengawetan lainnya. Temperatur kerja pendingin (*freezer*) diatur tergantung pada umur penyimpanan produk yang diinginkan. Produk yang disimpan selama beberapa minggu temperaturnya harus -18°C hingga -23°C, sedangkan untuk penyimpanan makanan lebih dari satu tahun disimpan pada temperatur -29°C atau lebih rendah.

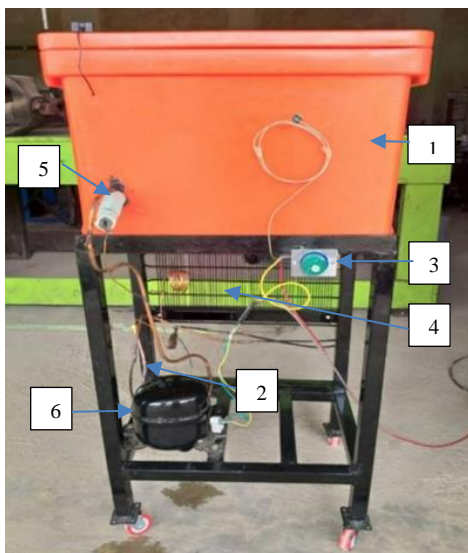
Ikan merupakan bahan makanan sebagai sumber protein bagi manusia. Ikan termasuk jenis pangan yang paling cepat menurun kesegarannya dan cepat membusuk pada suhu kamar. Hasil tangkapan ikan membutuhkan penanganan khusus untuk menjaga ikan tetap segar. Penanganan ikan di atas kapal meliputi segala tindakan terhadap hasil tangkapan di kapal, mulai dari tindakan awal sampai dengan penyimpanan. Hal tersebut bertujuan untuk menjaga mutu atau kualitas ikan sesuai dengan standar yang diinginkan. Mutu ikan tidak dapat diperbaiki tetapi hanya dapat dipertahankan. Ikan hasil tangkapan petani/nelayan harus segera disimpan/dibekukan agar tetap segar saat dijual. Kotak pendingin ikan dirancang untuk menyimpan ikan hasil tangkapan atau ikan yang telah dibersihkan. Dalam penelitian ini dibuat kotak pembekuan ikan yang praktis untuk kebutuhan petani/pedagang ikan lambak yang ditangkap dengan menggunakan tangkul di kawasan Danau Sipin, kota Jambi, Provinsi Jambi. Ikan

lambak adalah ikan yang terkenal di kota Jambi. Ikan ini merupakan ikan musiman yang hidup di dasar danau walaupun kecil tapi banyak dicari karena rasanya yang gurih. Ikan ini berpotensi menjadi oleh-oleh khas kota Jambi dan sekitarnya.

## METODE

### Alat Uji

Kotak refrigerasi ikan terdiri dari beberapa komponen seperti terlihat pada Gambar 1. Alat ukur yang digunakan diantaranya adalah termometer digital dengan termokopel tipe K.



Gambar 1. Kotak refrigerasi ikan

### Keterangan:

1. Kotak penyimpanan ikan
2. Katup ekspansi
3. Termostat
4. Kondensor
5. Evaporator
6. Kompresor

### Spesifikasi kotak pendingin:

Volume	: 35 L
Berat	: 4,2 kg
Dimensi	: 52 cm x 36 cm x 35,5 cm
Kapasitas Max	: 15 kg
Tebal	: 3 cm

### Spesifikasi kompresor:

Tipe Kompresor	: Kompresor Piston
Tegangan	: 220 V
Daya	: 1/10 Pk (0,077 kW)

### Menghitung massa jenis ikan

Ikan yang didinginkan adalah ikan danau yang berukuran kecil yang hidup di perairan Danau Sipin dan ditangkap nelayan dengan menggunakan tangkul, yaitu rakit bambu yang dilengkapi dengan jaring besar. Ikan lambak seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Ikan lambak

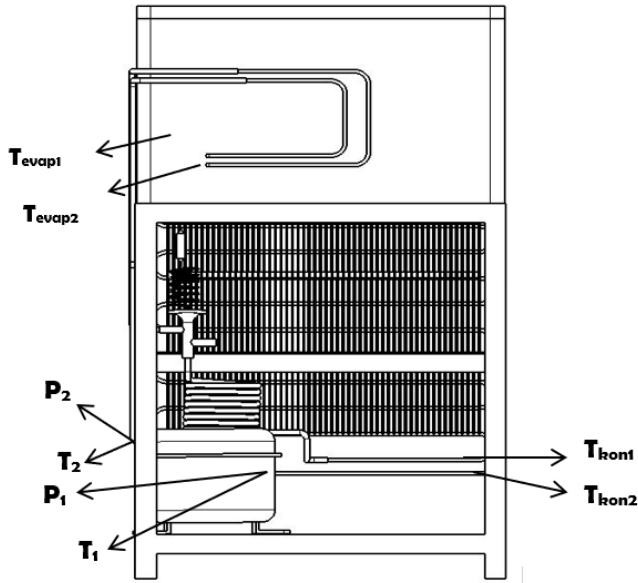
Massa jenis ikan lambak diperoleh dari perhitungan perbandingan massa rata-rata satu ekor ikan ( $m$ ) adalah 4,5 gram dengan volume rata-rata satu ekor ikan ( $V_{ikan}$ ) adalah  $10,8 \text{ cm}^3$ , yaitu:

$$\rho = \frac{m}{V_{ikan}} \quad (1)$$

$$\rho = \frac{4,5 \text{ gr}}{10,8 \text{ cm}^3}$$

$$\rho = 0,41 \text{ gr/cm}^3$$

Gambar 1 memperlihatkan parameter pengukuran yang diambil saat pengujian. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh tekanan kompresor, temperatur evaporator, temperatur kondensor seperti yang disajikan pada tabel 1.



Gambar 3. Kotak refrigerasi ikan

Tabel 1. Data Pengujian Sistem Refrigerasi

No	Parameter	Tekanan (bar)	Temperatur (°C)
1	P <sub>1</sub>	3	
2	P <sub>2</sub>	0,3	
3	T <sub>1</sub>		95
4	T <sub>2</sub>		5
5	T <sub>evap2</sub>		-11
6	T <sub>kond2</sub>		40
7	T <sub>evap1</sub>		-15
8	T <sub>kond1</sub>		45

Refrigeran yang digunakan adalah refrigerant R-134a. Berdasarkan data temperatur dan tekanan yang diketahui, entalpi masing-masing kondisi diperoleh dengan menggunakan software Refprop versi 9.1 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 h_1@P_1 &= 367,85 \text{ kJ/kg} \\
 h_2@P_2 &= 399,00 \text{ kJ/kg} \\
 h_3/h_4@T_{kond2} &= 256,19 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

- Menghitung laju massa refrigeran

$$\begin{aligned}
 \dot{m} &= P_{komp} / (h_2 - h_1) \quad (2) \\
 \dot{m} &= 0,077 \text{ kW} / (399,00 \text{ kJ/kg} - 367,85 \text{ kJ/kg}) \\
 \dot{m} &= 0,00247 \text{ kg/s}
 \end{aligned}$$

- Menghitung panas evaporator

$$\begin{aligned}
 Q_e &= \dot{m} (h_1 - h_4) \quad (3) \\
 Q_e &= 0,00247 \text{ kg/s} (367,85 \text{ kJ/kg} - 256,19 \text{ kJ/kg}) \\
 Q_e &= 0,2758 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

- Mengetahui COP<sub>aktual</sub>

$$\begin{aligned}
 COP_{aktual} &= \frac{Q_e}{P_{Kompresor}} \quad (4) \\
 COP_{aktual} &= \frac{0,2758 \text{ kW}}{0,077 \text{ kW}} \\
 COP_{aktual} &= 3,581
 \end{aligned}$$

- Mengetahui COP<sub>carnot</sub>

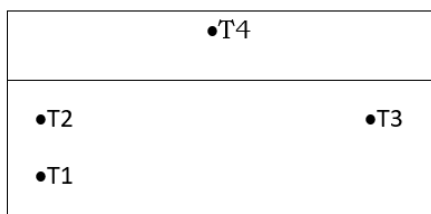
$$\begin{aligned}
 COP_{carnot} &= \frac{T_{evaporasi}}{T_{kondensasi} - T_{evaporasi}} \quad (5) \\
 COP_{carnot} &= \frac{-11^\circ\text{C} + 273}{(45 + 273) - (-11 + 273)} \\
 COP_{carnot} &= 4,478
 \end{aligned}$$

- Mengetahui efisiensi kotak pendingin

$$\begin{aligned}
 \eta_{ref} &= \frac{COP_{aktual}}{COP_{carnot}} \times 100\% \quad (6) \\
 \eta_{ref} &= \frac{3,581}{4,478} \times 100\% \\
 \eta_{ref} &= 79,97\%
 \end{aligned}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

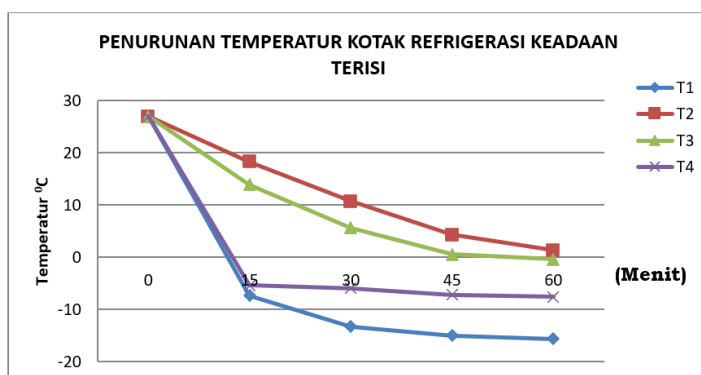
Gambar 4 memperlihatkan posisi pengukuran temperatur di dalam kotak pendingin yang berisi ikan, pengamatan dilakukan selama 60 menit dengan selang waktu pencatatan temperatur selama 15 menit. Nilai penurunan temperatur disajikan pada tabel 2 dan diplot dalam grafik seperti terlihat pada gambar 5.



Gambar 4. Posisi pengukuran distribusi temperatur

Table 1. Distribusi temperatur di dalam kotak refrigerasi

Waktu (Menit)	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
0	27	27	27	27
15	-7,35	18,35	13,95	-5,4
30	-13,25	10,7	5,65	-5,95
45	-14,95	4,3	0,55	-7,2
60	-15,6	1,3	-0,4	-7,6



Gambar 5. Temperatur kotak refrigerasi selama 1 jam

Dari pengukuran yang dilakukan, distribusi temperatur di dalam kotak terlihat tidak merata. Pada bagian atas ikan penurunan temperatur cenderung lambat. Temperatur terendah berada pada posisi T<sub>1</sub> yaitu posisi masuk saluran evaporator dengan temperatur -15,6°C. Untuk mendapatkan temperatur yang lebih rendah perlu dilakukan pendinginan lanjut supaya memenuhi kriteria pendinginan ikan. Daya kompresor yang kecil dengan COP dan efisiensi yang baik menjadikan kotak pendingin ikan ini bisa dikembangkan untuk keperluan nelayan dan pedagang ikan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan data pengukuran dan perhitungan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai COP kotak refrigerasi ikan yang dibuat adalah 3,58 dengan efisiensi 79,97%.
2. Temperatur minimum yang diperoleh saat pendinginan ikan selama satu jam adalah -15,6°C.
3. Distribusi temperatur tidak merata, sehingga diperlukan pengaturan penempatan ikan supaya mendapatkan pendinginan yang optimal.
4. Pendinginan lanjutan perlu dilakukan untuk melihat kemampuan maksimal kotak refrigerasi ikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] C P Arora, "Refrigeration and Air Conditioning", New Delhi : McGraw Hill Education, 1975.
- [2] Darma, Y., Sitingjak, P. K., Sappu, F. P., Luntungan, H., Teknik, J., Universitas, M., & Ratulangi, S, "Laju Pendinginan Pada Mesin Pendingin Menggunakan R-12 Dan Mc-12", pp. 1–11, 2014.
- [3] Dossat, Roy J, "Principle of Refrigeration", SI Version, Second Edition; John Wiley & Sons, Inc , New York, 1981.
- [4] Faozan, I, "Analisis Perbandingan Evaporator Kulkas (Lemari Es) Dengan Menggunakan Refrigerant R-22 Dan R-134a", pp. 99–105. 2015.
- [5] Pramudantoro, T. P., Hilir, J. G., & Ciwaruga, D, " Analisis Permansi Mini Freezer yang Dilengkapi dengan Fluida Penyimpan Dingin (Thermal Storage), 022, 1–7, 2010.
- [6] Siagian, S, "Perhitungan Beban Pendingin Pada Cold Storage Untuk Penyimpanan Ikan Tuna Pada Pt . X", Bina Teknik, 13(1), pp. 139–149, 2017.
- [7] Terehovics, E. et al. "Analysis of fish refrigeration electricity consumption", Energy Procedia, 147, pp. 649, 2018.