

Kaji Eksperimen Modifikasi Lemari Es Bekas Menjadi “Cool Box” Untuk Penyimpanan Ikan

Johannes Munintja Mawa¹, Meidy Pingkan Yosefin Kawulur²

^{1,2} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado, 0431-811568, 95252, Indonesia

Email: ¹johnfienmawa@yahoo.co.id

No. Hp: ¹08124445483

Abstrak

Untuk mempertahankan mutu ikan pada paska panen, harus dilakukan proses pendinginan yang mendekati temperatur 0°C. Biasanya para pedagang local di Sulawesi Utara dan sekitarnya hanya memanfaatkan es batu untuk mendinginkan ikan. Es batu mempunyai kelemahan yaitu akan berubah fasa dari padat ke cair, pada perubahan ini akan terjadi peningkatan suhu. Untuk mempertahankan temperatur pada 0°C, maka dilakukan Kaji Eksperimen dengan modifikasi Lemari es bekas menjadi cool box dengan menggunakan Siklus Kompresi uap. Setelah melakukan kaji eksperimen diperoleh dimensi cool box P: 120 cm, L: 52 cm, T: 46 cm, daya kompresor: 219 watt, temperatur cool-box: -17°C, jumlah ikan: 30 kg. Dengan bertahannya temperatur cool-box sekitar 0°C, maka mutu ikan bisa bertahan baik dengan demikian harga jual ikan juga bisa tinggi.

Kata Kunci – Lemari es, cool-box, ikan.

Study of Modification of Used Refrigerator Experiments to Become “Cool Boxes” for Fish Storage

Abstract

To maintain the quality of fish after harvest, a cooling process must be carried out which is close to 0°C. Usually local traders in North Sulawesi and its surroundings only use ice cubes to cool fish. Ice cubes have the disadvantage that they will change phase from solid to liquid, in this change there will be an increase in temperature. To maintain the temperature at 0°C, an Experimental Study was carried out by modifying a used refrigerator into a cool box using the Vapor Compression Cycle. After conducting an experimental study, the dimensions of the cool box were L: 120 cm, W: 52 cm, H: 46 cm, compressor power: 219 watts, cool-box temperature: -17°C, number of fish: 30 kg. By keeping the cool-box temperature around 0°C, the quality of the fish can be maintained well, so the selling price of fish can also be high

Keywords – Fridge, cool-box, fish.

PENDAHULUAN.

Ikan merupakan suatu komoditas yang sangat mudah mengalami proses kerusakan, relatif lebih cepat dibandingkan dengan produk-produk hewani lainnya. Oleh karena itu, langkah-langkah penanganan di atas kapal segera setelah ikan ditangkap, sangat besar pengaruhnya terhadap cepat-lambatnya proses kerusakan metabolisme dalam tubuh ikan pada periode penanganan berikutnya. [1]

Teknik penangkapan dan cara mati ikan merupakan faktor utama yang mempengaruhi laju kecepatan perubahan biokimiawi dalam tubuh ikan. Ikan yang

langsung dibunuh pada saat penangkapan, akan mempunyai laju kecepatan rigor mortis yang lebih lambat daripada ikan yang tidak langsung mati pada saat penangkapan (terjerat di dalam jaring penangkap terlebih dahulu). Ukuran tubuh dan tinggi-rendahnya suhu penyimpanan ikan segar, juga akan mempengaruhi laju kecepatan perubahan biokimiawi dalam tubuh ikan tersebut. Semakin besar ukuran tubuh dan semakin rendah suhu penyimpanan, maka semakin rendah laju kecepatan fase rigor-mortis ikan. [1], [4]

Ikan yang mudah dan cepat membusuk memerlukan memerlukan penanganan yang cepat dan cermat, dalam upaya mempertahankan mutunya sejak ikan diangkat dari air. Pendinginan merupakan perlakuan yang paling umum dalam mempertahankan mutu hasil perikanan. [3], [4]

Terutama dalam tahap penanganan ikan segar diupayakan suhu tetap rendah mendekati 0°C. Penanganan ikan harus dilakukan secepat mungkin untuk menghindari kemunduran mutu ikan sehingga dibutuhkan bahan dan media pendinginan yang sangat cepat dalam menurunkan suhu ikan pada pusat thermal ikan. Tingkat kesegaran ikan akan semakin cepat menurun atau ikan akan mudah menjadi busuk pada suhu tinggi dan sebaliknya pembusukan dapat dihambat dengan suhu rendah. [4]

Hasil penangkapan perikanan laut di Sulut dalam tiga tahun berturut-turut : (2018) 368710 Ton , (2019) 258976 Ton, (2020) 322695 Ton; sedangkan untuk kota Bitung: (2018) 134.275 Ton, (2019) 115.367 Ton, (2020) 97.584 Ton. Ini berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Propinsi Sulawesi Utara, Produksi Perikanan Tangkap. [2]

Sebagian hasil tangkapan ikan di atas diperdagangkan pada pasar lokal oleh pedagang lokal. Penanganan ikan oleh pedagang lokal harus sesuai dengan fenomena dalam penanganan / mempertahankan mutu ikan yaitu tetap dibawah suhu 0°C. Penanganan / pendinginan ikan oleh pedagang lokal pada umumnya menggunakan es batu padahal es batu memiliki kelemahan peningkatan suhu diatas 0°C pada saat terjadi perubahan Fasa (padat / es batu menjadi cair).[2],[7]

Penanganan ikan segar merupakan salah satu bagian penting dari mata rantai industri perikanan. Penanganan ikan laut pada dasarnya terdiri dari dua tahap, yaitu penanganan di atas kapal dan penanganan di darat. Penanganan ikan setelah penangkapan atau pemanenan memegang peranan penting untuk memperoleh nilai jual ikan yang maksimal. Tahap penanganan ini menentukan nilai jual dan proses pemanfaatan selanjutnya serta mutu produk olahan ikan yang dihasilkan. Agar mutu ikan tetap terjaga / suhu tetap konstan di bawah 0°C, maka dilakukan modifikasi lemari es bekas menjadi cool box penyimpan ikan dengan memanfaatkan Siklus Kompresi Uap. [6]

Dari penelitian sebelumnya “Rancang Bangun Coolstorage untuk Pengawetan ikan” yang menggunakan coolbox (62cm x 38 cm x 36 cm) dengan media pendingin es batu, ice gel dan Thermoelectric Cooler). [5]

Oleh karena itu, untuk menjaga kesegaran ikan / mutu tetap baik, di lakukan kaji eksperimen modifikasi lemari es bekas menjadi cool box ikan dengan menggunakan siklus kompresi uap.

METODOLOGI PENELITIAN

Modifikasi lemari es bekas dengan dimensi Panjang 120 cm, Lebar 52 cm, Tinggi 46 cm menjadi cool box ikan akan dilakukan dengan metode:

- Perhitungan *Beban Kalor Produk* (ikan + air),
- Perhitungan Siklus Kompresi uap untuk memperoleh *Daya kompresor* yang dibutuhkan,
- dan melakukan *uji unjuk kerja* dari cool box.

Beban Kalor

Perhitungan beban kalor terdiri dari *beban kalor ikan* sebanyak 30 kg ikan dan *beban kalor air pendingin* sebanyak 10 kg dan temperature ikan pada -3°C. Perhitungan beban kalor ikan dan air menggunakan persamaan berikut:

$$Q = m (T_1 - T_2) C_p$$

Dimana:

Q = Jumlah panas dalam kilokalori (kkal)

m = Masa atau berat bahan dalam (kg)

T₁ = Suhu awal bahan dalam (°C)

T₂ = Suhu akhir bahan dalam (°C)

C_p = Panas spesifik bahan

Beban Kalor Ikan

$$\begin{aligned} Q_{\text{ikan}} &= m_{\text{ikan}} \cdot C_p \text{ ikan} \cdot \Delta T \\ &= 30 \text{ (kg)} \times 0,84 \text{ (kkal / } ^\circ\text{C kg)} \times (20 + 3) \text{ (} ^\circ\text{C)} \\ &= 579,6 \text{ (kkal)} \end{aligned}$$

dimana:

Q_{ikan} adalah jumlah Kalor yang dihasilkan ikan (kkal)

m_{ikan} adalah jumlah berat ikan 30 (kg),

C_p adalah panas jenis ikan = 0.84 (kkal/⁰C kg)

ΔT adalah Beda Temperatur awal ikan (20 ⁰C) dan Temperatur akhir ikan (-3 ⁰C).

Beban Kalor Air

$$\begin{aligned} Q_{\text{air}} &= m_{\text{air}} \cdot C_p \text{ air} \cdot \Delta T \\ &= 10 \text{ (kg)} \times 1 \text{ (kkal } ^\circ\text{C / kg)} \times (20 + 3) ^\circ\text{C} \\ &= 230 \text{ (kkal)} \end{aligned}$$

dimana:

Q_{air} adalah jumlah Kalor yang dihasilkan air (kkal)

m_{air} adalah jumlah berat air 10 (kg),

C_p adalah panas jenis air = 1 (kkal/ $^{\circ}\text{C}$ kg)

ΔT adalah Beda Temperatur awal ikan (20 $^{\circ}\text{C}$) dan Temperatur akhir air (-3 $^{\circ}\text{C}$).

maka **total Beban Kalor produk** (ikan+air)

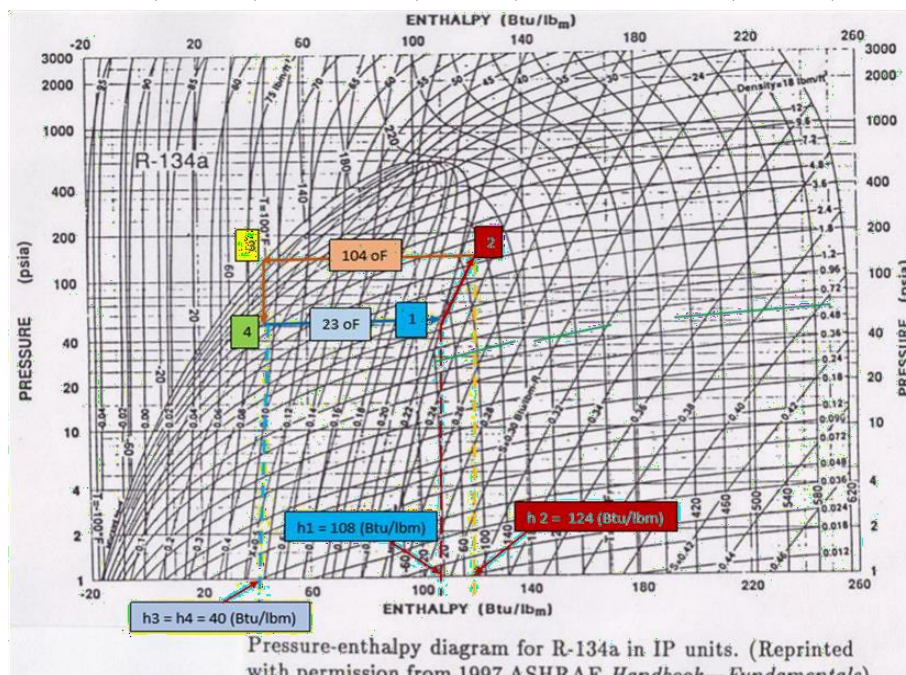
$$\begin{aligned} Q_{\text{total}} &= Q_{\text{ikan}} + Q_{\text{air}} \\ &= 579,6 \text{ (kkal)} + 230 \text{ (kkal)} \\ &= 809,6 \text{ (kkal)} = 3.210,5 \text{ (Btu)} = 0,27 \text{ TON Pendinginan} \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan Daya Kompresor (W_K), harus dilakukan perhitungan Siklus Kompresi Uap dengan menggunakan diagram Tekanan – entalpi (diagram P – h) sesuai dengan Refrigerant yang di gunakan yaitu Refrigerant R-134a.

Perhitungan siklus kompresi uap

Hasil perhitungan beban kalor. 809,6 (kkal) = 32.105 (Btu), Temperatur Kondensor beroperasi pada temperatur 40 $^{\circ}\text{C}$ = 104 $^{\circ}\text{F}$ pada tekanan 140 (psia). Evaporator beroperasi pada temperatur -3 $^{\circ}\text{C}$ = 23 $^{\circ}\text{F}$ pada tekanan 55 (psia) dan dari diagram p – h untuk R – 134a, didapatkan:

$$h_1 = 108 \text{ (Btu/lb}_m\text{)}, h_2 = 124 \text{ (Btu/lb}_m\text{)}, h_3 = h_4 = 40 \text{ (Btu/lb}_m\text{)}.$$



Gambar 1. Diagram P – h untuk refrigerant R-134a

Selanjutnya:

- a. Efek refrigerasi = $h_1 - h_4 = 108 - 40 = 68$ (Btu/lbm).
- b. Jumlah sirkulasi refrigerant: kapasitas refrigerasi dibagi efek refrigerasi.

$$\begin{aligned}\text{Refrigerant flow} &= \frac{[(0,27 \text{ tons}) \times (200 \text{ Btu}/(\text{min})(\text{ton}))]}{68 \text{ Btu/lb}} \\ &= 0,78 \text{ (lb/min)} = 272,15 \text{ (gr/min)}\end{aligned}$$

- c. Daya yang dibutuhkan kompresor (hp):
Refrigerant flow dikali kerja kompresor atau

$$\begin{aligned}\text{Daya kompresor} &= 0,78 \text{ (lb/min)} \times (h_2 - h_1) \\ &= 0,78 \text{ (lb/min)} \times (124 - 108 \text{ Btu/lb}) \\ &= 12,53 \text{ Btu/min}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Daya (hp)} &= 12,53 \text{ Btu/min} \times \frac{778 \text{ (ft - lb)}/(\text{Btu})}{33.000 \text{ (ft - lb)}/(\text{min})(\text{hp})} \\ &= 0,29 \text{ (Hp)} \\ &= 219,49 \text{ (Watt)}\end{aligned}$$

Uji unjuk kerja modifikasi lemari es bekas menjadi cool box ikan di lakukan dengan 2 tahap, dimana tahap 1 pengujian di lakukan tanpa beban / produk (ikan), tahap 2 pengujian dilakukan dengan beban / produk (ikan segar sebanyak 30 kg). Pada pengujian ini yang diamati adalah capaian suhu yang sesuai dengan yang di tentukan, yaitu -3°C dan waktu yang di butuhkan untuk mencapai suhu yang ditentukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil

Dari hasil perhitungan untuk beban kalor produk (ikan+air) pada bagian sebelumnya di atas, didapat:

Beban kalor akibat ikan , $Q_{\text{ikan}} = 579,6$ (kkal)

Beban kalor akibat air , $Q_{\text{air}} = 230$ (kkal)

maka, **total beban kalor**

$$Q_{\text{total}} = (579,6 + 230) \text{ (kkal)} = 809,6 \text{ (kkal)}.$$

Dengan perhitungan Siklus Kompresi Uap dimana $T_{\text{kondensor}} = 40^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{evaporator}} = -3^{\circ}\text{C}$ dengan menggunakan R-134a, maka daya kompresor (W_K) di peroleh sebagai berikut:

$$W_K = 0,29 \text{ (Hp)} = 219,49 \text{ (Watt)}$$

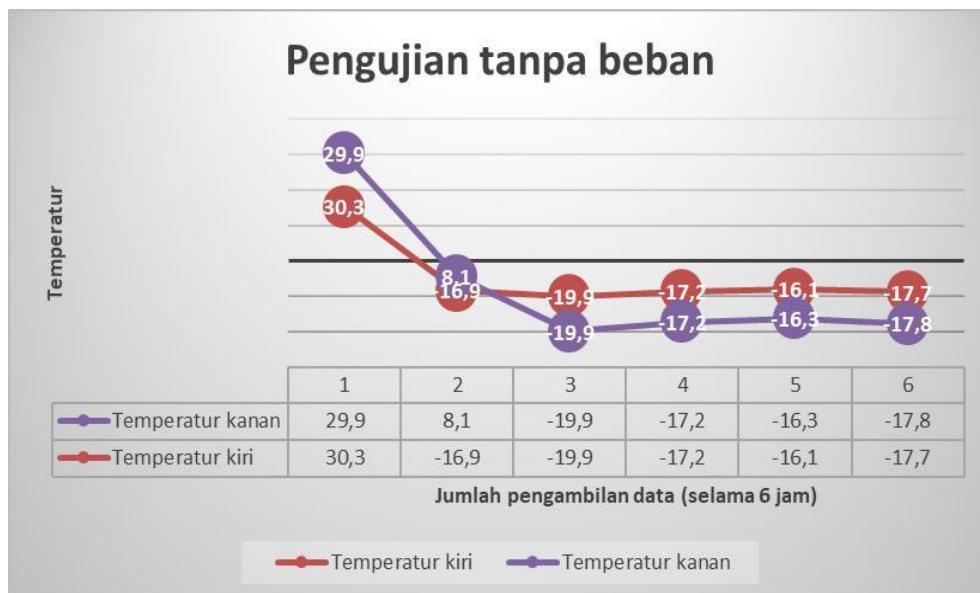
Uji Unjuk Kerja

Pengujian di lakukan *tanpa Beban* / ikan dan *dengan beban* / ikan dengan jumlah pengambilan data sebanyak 6 (enam) kali pengambilan berturut-turut. Pembacaan Suhu cool box menggunakan thermometer yang masing-masing di letakkan pada sisi kiri dan sisi kanan (memanjang) dari cool box.

Pengujian tanpa Beban / produk ikan.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Temperatur pada cool box tanpa beban dengan selang waktu 6 (enam) jam

No	Temperatur kiri	Temperatur kanan
1	30,3	29,9
2	-16,9	8,1
3	-19,9	-19,9
4	-17,2	-17,2
5	-16,1	-16,3
6	-17,7	-17,8



Gambar 2. Grafik Temperatur cool box dengan selang waktu pengambilan data (selama 6 jam)

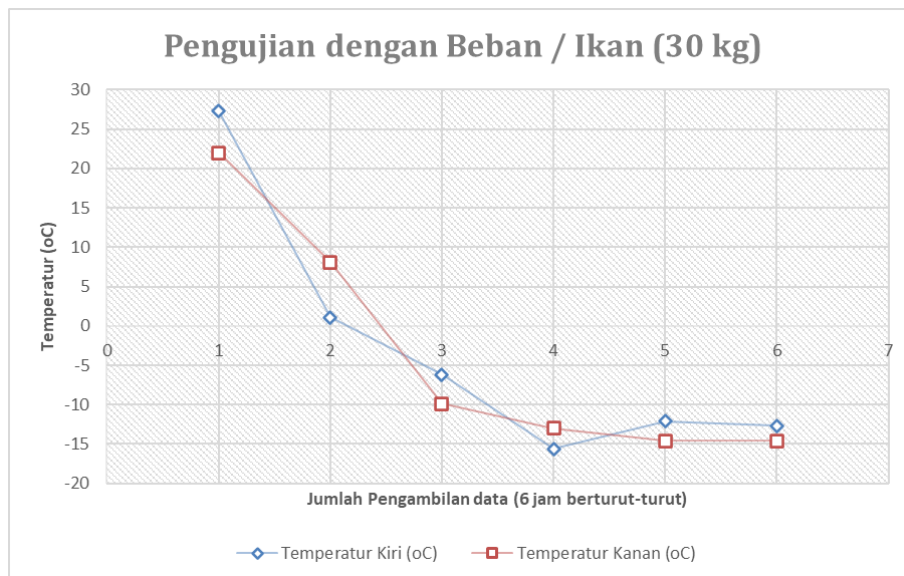
Pada Tabel 1. merupakan hasil data temperatur cool box tanpa beban (ikan) yang diambil selama 6 (enam) kali berturut dengan selang waktu 1 jam. Pada awal pengujian tercatat temperature cool box pada sisi kiri 30,3°C dan sisi kanan 29,9°C.

Sedangkan pada pencatatan yang ke- 6 (selang waktu 6 jam kemudian) temperature cool box pada sisi kiri $-17,7^{\circ}\text{C}$ dan sisi kanan $-17,8^{\circ}\text{C}$. Gambar 2 menunjukkan secara grafis dari data-data temperature pada Tabel 1. sebelumnya, terlihat jelas pada gambar 2 terjadi penurunan temperature di dalam cool box

Pengujian dengan Beban / produk ikan

Tabel 2. Hasil Pengukuran Temperatur pada cool box dengan beban dalam selang waktu 6 (enam) jam

No	Temperatur Kiri ($^{\circ}\text{C}$)	Temperatur Kanan ($^{\circ}\text{C}$)
1	27	22
2	1	8
3	-6	-10
4	-16	-13
5	-12	-15
6	-13	-15



Gambar 3. Grafik Temperatur cool box dengan beban dalam selang waktu pengambilan data (selama 6 jam)

Pada Tabel 2 merupakan hasil pengujian dan pengukuran temperature cool box yang di berikan Beban / produk ikan dan di ambil dalam 6 (enam) jam dengan selang waktu 1 (satu) jam. Pada awal pengujian tercatat temperature cool box pada sisi kiri 27°C dan temperature cool box pada sisi kanan 22°C . Selanjutnya pada pencatatan Temperatur yang ke-6, Temperatur sisi kiri -13°C dan temperature sisi

kanan -15°C . Sedangkan pada gambar 3. menunjukkan secara grafis kecenderungan temperature yang tersaji pada tabel 2, di mana terlihat jelas terjadi penurunan temperatur tapi masih berada di atas Temperatur pada pengujian tanpa beban.

Lebih lanjut dari data-data temperatur pada tabel maupun grafis di atas, maka didapatkan bahwa masih berada jauh di bawah temperature yang direncanakan, yaitu -3°C .

KESIMPULAN

Berdasarkan kegiatan-kegiatan yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan:

1. Dimensi lemari es bekas yang di modifikasi adalah Panjang: 120 cm, Lebar: 52 m, Tinggi: 46 cm, dengan jumlah ikan segar sebanyak 30 kg.
2. Cool box menggunakan Siklus Kompresi Uap dengan Temperatur evaporator: -3°C , Temperatur kondensor 40°C , Daya Kompresor (W_k) = 219 Watt, menggunakan R-134a.
3. Dari hasil Uji Unjuk kerja Cool Box, didapat hasil sebagai berikut:
Tanpa beban produk ikan Temperatur yang di capai adalah $-17,7^{\circ}\text{C}$
Dengan beban produk ikan, Temperatur yang di capai adalah -13°C .

SARAN

Tindak lanjut pengembangan dari kaji eksperimen cool box ini, maka disarankan:

1. Waktu pengambilan data temperatur dapat di perpanjang agar di peroleh sampel data yang lebih banyak.
2. Pengukuran konsumsi daya listrik yang sebenarnya dengan mengukur Ampere dan menggunakan ampere-meter.

REFERENSI

- [1] Made Astawa. *Penanganan dan Pengolahan Hasil Perikanan*, Edisi 2 , 2019
- [2] BPS. *Provinsi Sulawesi Utara Dalam Angka 2022*. <https://sulut.bps.go.id/publication/2022/02/25/58020909848743d283b68afa/provinsi-sulawesi-utara-dalam-angka-2022.html>, 2022
- [3] Johannes M. Mawa, *Buku Ajar "Refrigerasi Dan Tata Udara"*, Politeknik Negeri Manado, 2009.
- [4] Muqtamar Effendi. *Ikan Merupakan Produk Pangan Yang Mudah Rusak*, <http://ilmunautikaperikanan.blogspot.com/2017/12/prinsippendinginan-ikan-menggunakan-es.html>, 2017
- [5] Jos Panji, Weli Supanto. *Rancang Bangun Coolstorage Untuk Pengawetan Ikan*, Polman Bangka Belitung, 2020.
- [6] Restu Maulana Ilham, Aji Dwi Pebrianto. *Rancang Bangun Kulkas Portable Menggunakan Termoelektrik Berbasis Mikrokontroler*, Prodi D3 Teknik

Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember 2016.

- [7] Ika Faiz Nuryanti, Arfiati Ulfa Utami, Nandya Fitri Rachmawati. *Penanganan Pasca Panen Ikan Di UD. Karunia dan UD. Berkat Food*, Jurnal Ilmu Perikanan dan Kelautan, Vol. 2(1): 22-31, Maret 2020