

## PERENCANAAN SISTEM PENDINGIN PALKA IKAN MENGUNAKAN TENAGA SURYA

Razali<sup>1</sup>, Stephan<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Mesin<sup>1</sup>, Program Studi Teknik Listrik<sup>2</sup>

Politeknik Negeri Bengkalis

Kampus Politeknik Negeri Bengkalis, Jalan Bathin Alam, Sei. Alam, 28651

Telp (+62)766-7008877, Fax. (+62)766-8001000

Email: razali@polbeng.ac.id, bajuduka@yahoo.com

### Abstrak

Perencanaan sistem pendingin box/palka kapal ikan ini bertujuan untuk menghambat berkembangnya bakteri pada ikan sehingga dapat menjaga keseegarannya dan berkualitas. Pada saat ini kapal ikan yang digunakan oleh para nelayan di pulau Bengkalis tempat penyimpanan ikannya hanya menggunakan balok es. Tetapi balok es yang digunakan mempunyai batasan waktu untuk tetap berbentuk es dan lama kelamaan akan mencair dan tidak efektif lagi. Oleh karena itu dibuat Perencanaan Sistem Pendingin Palka Kapal Ikan Menggunakan Tenaga Surya. Hasil uji *porformance* temperatur box/palka ikan tersebut mencapai temperatur -7,3 derajat celsius. Sehingga hasil tangkapan ikan kondisinya tetap dalam segar membuat harga ikan bernilai tinggi.

**Kata kunci** : box/palka ikan, refrigerasi, temperatur

### Abstract

*Planning the cooling system box / hatch fishing boat is intended to inhibit the growth of bacteria on the fish so as to maintain freshness and quality. At this time the fishing boats used by the fishermen on the island Bengkalis fish storage using only a block of ice. But the block of ice that used to have a time limit to stay in the form of ice and will melt over time and no longer effective. Therefore made Palka Cooling System Planning Using Solar Boat Fish. Test results porformance temperature box / hatch the fish reaches a temperature of -7.3 Celsius Darajat. So that catches fish remain in fresh condition to make the price of high-value fish.*

**Keywords** : box / hatch fish, refrigeration, temperature

### PENDAHULUAN

Bengkalis merupakan bagian dari wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia, dengan luas wilayah 11.481,77 km<sup>2</sup> memiliki banyak potensi sumber daya alam, kekayaan laut yang melimpah, sangat potensial untuk dikembangkan menjadi daerah industri perikanan.

Dalam satu dekade ini, jumlah ikan yang ditangkap nelayan cenderung mengalami penurunan. Hal ini tentu akan mengakibatkan nelayan yang menghendaki jumlah tangkapannya berlimpah, haruslah berlayar lebih jauh ketengah lautan untuk mencapai *fishing ground* (tempat bergerombolnya ikan). Salah satu kendala yang dihadapi para nelayan tradisional dalam memperoleh nilai tukar maksimum atas hasil tangkapannya adalah kare-

na produk tangkapan yang buruk ketika sampai di tempat pelelangan. Hal tersebut disebabkan kapal ikan yang digunakan oleh nelayan bengkalis palka sistem pendinginnya hanya menggunakan es.

Hasil studi awal, banyak program pemerintah melalui dinas perikanan dan kelautan untuk memberikan bantuan kapal yang terbuat dari bahan *fiberglass*. Namun bantuan tersebut masih dalam mendinginkan hasil tangkapan sama dengan sistem pendingin tradisional, sehingga ikan cepat menjadi rusak atau busuk setelah diangkat dari dalam air. Dalam keadaan yang telah rusak, harga ikan akan dinilai rendah, sebab telah menjadi hukum pasar bahwa konsumen pada umumnya akan memilih produk yang segar, bahkan jika mungkin yang masih hidup. Produk yang

segar juga akan diminati oleh pembeli/distributor di tempat pendaratan karena dengan demikian juga mereka dapat mendistribusikannya kepada konsumen yang tinggal jauh dari pantai atau jauh dari tempat pendaratan.

Pada sisi teknis, dengan adanya es sebagai media pendingin, maka berat kapal bertambah, sehingga menambah tahanan kapal yang sebetulnya harus dihindari karena dampak selanjutnya mesin utama akan membutuhkan konsumsi bahan bakar yang besar untuk mencapai kecepatan yang sama dengan kapal yang memiliki tahanan lebih kecil dengan daya motor yang sama pula. Dari segi ekonomis, maka owner kapal, mengalami kerugian karena hilangnya kapasitas angkut ikan yang disebabkan penggunaan sebagian ruang muat untuk mengangkut es.

Dengan kondisi yang demikian, maka bantuan kapal nelayan dari pemerintah yang semestinya dilengkapi berupa sistem pendingin pada hasil tangkapan ikan sehingga ketika ikan tersebut dijual kepada pembeli, maka kondisinya tetap dalam segar. Ikan hasil tangkapan harus memerlukan perlakuan khusus dengan cara didinginkan agar terjaga kualitasnya. Proses pendinginan ikan bertujuan untuk menghambat berkembangnya bakteri yang dapat menyebabkan kesegaran ikan menjadi rusak. Salah satu alternatif lain yang dapat digunakan untuk menjaga kualitas ikan segar adalah dengan melakukan kajian system pendingin menggunakan Refrigerant (Monoklorodifluoro metana) dengan metode sumber energi matahari.

Berdasarkan latar belakang di atas menunjukkan bahwa perlu dikembangkan sistem pendingin pada palka kapal bantuan pemerintah ikan dengan menggunakan Refrigerant (Monoklorodifluoro metana) dengan memanfaatkan energi surya sebagai tenaga penggerak sistem pendingin palka ikan.

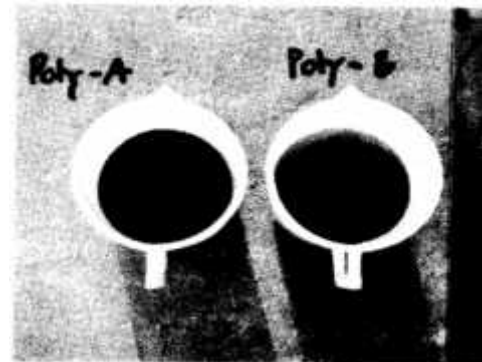
Tujuan Penelitian adalah merancang dan membuat sistem pendingin pada hasil tangkapan ikan sehingga kondisinya tetap dalam segar, memanfaatkan energi surya sebagai te-

naga penggerak sistem pendingin palka ikan, serta penghematan energi bahan bakar.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Palka/Peti Berinsulasi

Palka/Peti berinsulasi adalah palka berbentuk peti untuk kapal-kapal ikan berukuran kecil (5 GT), dinding-dinding peti tersebut dicor dengan bahan polyuretan. Pen berinsulasi tidak permanen, melainkan dapat dilepas dari kapal dan diangkat untuk dibersihkan. Bahan insulasi yang akan dicorkan terdiri dari polyuretan A (bahan A), polyuretan B (bahan B). Bahan A berwarna coklat tua, bahan B berwarna coklat muda, (Lihat Gambar 1). Ketiga jenis bahan tersebut jika dicampurkan akan mengembang dan membentuk insulasi yang padat dan kedap udara. Tetapi jika tanpa bahan B pengembangan tidak akan terjadi.

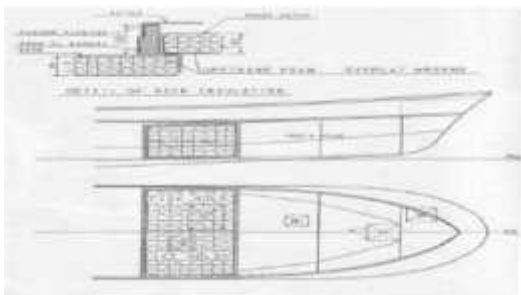


Gambar 1. Bahan-Bahan Insulasi Poly A dan Poly B

Dari hasil pengujian, komposisi terbaik bagi perbandingan bahan tersebut adalah : bahan A = 7 dan bahan B = 5 (sumber: badan penelitian dan pengembangan pertanian Jakarta 1997/1998). Perbandingan tersebut akan menghasilkan kerapatan insulasi 60 kg/m<sup>2</sup>. Manfaat dengan mengetahui komposisi bahan diatas adalah untuk memperkirakan banyaknya bahan-bahan insulasi yang akan digunakan.

Palka Kapal Ikan Susunan bahan insulasi beserta ukurannya sesuai dengan yang ada

pada kapal yaitu foam, dan fiberglass. Di bawah ini merupakan gambar Insulasi Palka Ikan :



Gambar 2. Palka Kapal Ikan

### Prinsip Mencegah Kerusakan Ikan

Dalam kehidupan sehari-hari, teknologi refrigerasi lebih dikenal dalam bentuk produknya yang berupa es, lemari dingin (refrigerator rumah tangga), pabrik es dan lain-lain. Dalam bidang perikanan contoh penggunaan gudang dingin (*cold storage*) yaitu bangunan untuk penyimpanan ikan. Menurut Ilyas (1983), ikan tergolong pangan yang paling cepat membusuk dan teknik refrigerasilah yang sudah terbukti mampu mengawetkannya dalam bentuk yang hampir sama dengan ikan yang baru saja ditangkap dari air. Maka teknik refrigerasi dapat diterapkan secara luas pada setiap sektor perikanan.

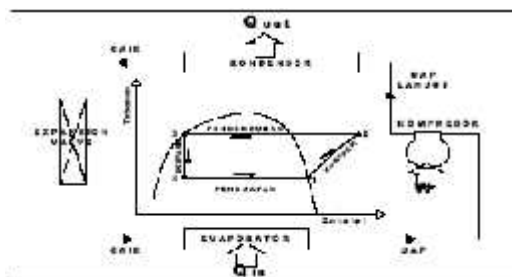
Beberapa metode atau sistem Pendingin ikan di kapal adalah :

1. Pendingin Ikan dengan es (*icing*)
2. Pendingin ikan dengan udara dingin (*chilling in cold air*)
3. Pendinginan ikan dengan es air laut
4. Pendinginan ikan dengan air yang didinginkan (*chilling in water*)
5. Pendinginan ikan dengan es kering
6. Pendingin ikan dengan teknologi refrigerasi

### Prinsip Kerja Sistem Pendingin

Cara kerja mesin pendingin ini dapat dijelaskan sebagai berikut, kompresor yang ada pada sistem pendingin dipergunakan sebagai alat untuk memampatkan fluida kerja (*refrigerant*), jadi refrigerant yang masuk ke dalam kompresor oleh kompresor tersebut

akan dimampatkan sehingga tekanan dan temperaturnya akan naik kemudian dialirkan ke kondensor.



Gambar 3. Gambar Siklus Kerja Sistem Pendingin dan Komponen Utamanya

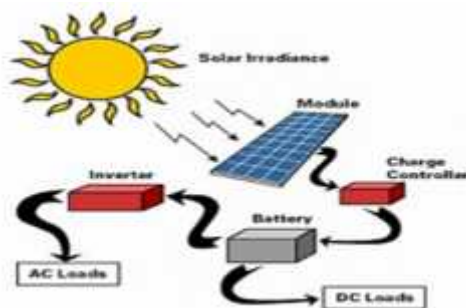
Pada bagian kondensor ini *refrigerant* yang telah dimampatkan akan di kondensasikan sehingga berubah fase dari refrigerant fase uap lanjut akan berubah keadaan menjadi refrigerant fase cair, dengan adanya perubahan fase dari fase uap ke fase cair maka refrigerant mengeluarkan kalor yaitu kalor penguapan yang terkandung didalam refrigerant. Pada kondensor tekanan refrigerant yang berada dalam pipa-pipa kondensor relatif jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan refrigerant yang berada pada pipi-pipa evaporator. Setelah refrigerant lewat kondensor dan setelah melepaskan kalor penguapan dari fase uap ke fase cair maka refrigerant dilewatkan melalui katup ekspansi. Katup ekspansi ini berfungsi untuk mengatur jumlah refrigerant yang akan masuk ke evaporator dan menurunkan tekanan refrigerant pada suatu harga tertentu sesuai dengan besarnya beban pendinginan. Dari katup ekspansi refrigerant dialirkan ke evaporator, di dalam evaporator ini refrigerant akan berubah keadaannya dari fase cair ke fase uap. Untuk merubahnya dari fase cair ke refrigerant fase uap maka proses ini membutuhkan energi yaitu energi penguapan, dalam hal ini energi yang dipergunakan adalah energi yang berada di dalam substansi yang akan didinginkan.

Dengan diambilnya energi yang diambil dalam substansi yang akan didinginkan maka enthalpi substansi yang akan didinginkan

akan menjadi turun, dengan turunnya entalpi maka temperatur dari substansi yang akan didinginkan akan menjadi turun. Refrigerant yang keluar dari evaporator kemudian dihisap oleh kompresor untuk di mampatkan kembali. Proses ini akan berubah terus menerus sampai terjadi pendinginan yang sesuai dengan keinginan. Dengan adanya mesin pendingin ni maka untuk mendinginkan atau menurunkan temperatur suatu substansi dapat dengan mudah dilakukan.

### Pemanfaatan Energi Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya yaitu pembangkit yang memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber penghasil listrik. Alat utamanya yaitu penangkap, pengubah dan penghasil listrik photovoltaic atau sering disebut modul (*Panel Solar Cell*). Dengan alat tersebut, sinar matahari diubah menjadi listrik melalui proses aliran-aliran elektron negatif, lalu menjadi menjadi aliran listrik DC yang akan langsung mengisi Battery/Accumulator sesuai tegangan dan arus yang diperlukan. Rata-rata Produk Modul yang dipasarkan menghasilkan 12 sampai 18 VDC dan 0,5 sampai 7 Ampere. Modul memiliki kapasitas beraneka ragam, mulai dari 10 watt peak sampai 200 watt peak. Modul juga terdiri dari type cell monocrystal dan polycrystal.



Gambar 4. Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Komponen inti dari pembangkit listrik tenaga surya ini adalah modul solar cell, regulator/controller, battery, Accumulator, Inverter DC to AC dan Beban/loader. Dalam

memanfaatkan PV sebagai sumber energi listrik, perlu dilakukan perencanaan untuk proses pemasangan. Hal ini dilakukan untuk memperoleh hasil yang maksimal dan mengurangi energi yang terbuang. Dalam hubungannya dengan sistem sumber listrik yang lain, maka instalasi dibagi menjadi dua, yaitu sistem instalasi mandiri dan sistem instalasi terhubung jaringan (Suhono, 2009).

### METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dipakai pada penelitian ini meliputi beberapa langkah seperti berikut :

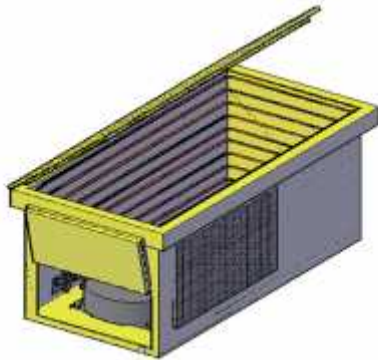
#### Langkah Penelian Tahun I

1. Perancangan dan pembuatan box/ Palka Berinsulasi. Bahan yang diperlukan untuk membuat konstruksi peti sebagai berikut:
  - a. kayu kaso 5 x 6 mm
  - b. multiplex 6 mm atau 9 mm
  - c. paku kapal 5 dan 7 cm
  - d. lem kayu
 Sedangkan peralatan yang diperlukan adalah peralatan pertukangan seperti gergaji, palu, tang, bor, dan lain-lain.
2. Pengecoran Bahan Polyuretan. Bahan insulasi yang akan dicorkan terdiri dari polyuretan A (bahan A), polyuretan B (bahan B), kedua jenis bahan tersebut jika dicampurkan akan mengembang dan membentuk insulasi yang padat dan kedap udara.
3. Pelapisan Permukaan dengan Serat Gelas (*Fibre Glass*) : Untuk pelapisan dengan serat gelas bahan yang diperlukan sebagai berikut :
  - a. *woven roving*
  - b. serat gelas standar (*choppes standard matte*)
  - c. perekat resin (jenis 157 BQTN)
  - d. katalis (jenis MEKPx)
4. Ukuran yang akan direncanakan pembuatan box/palka :
 

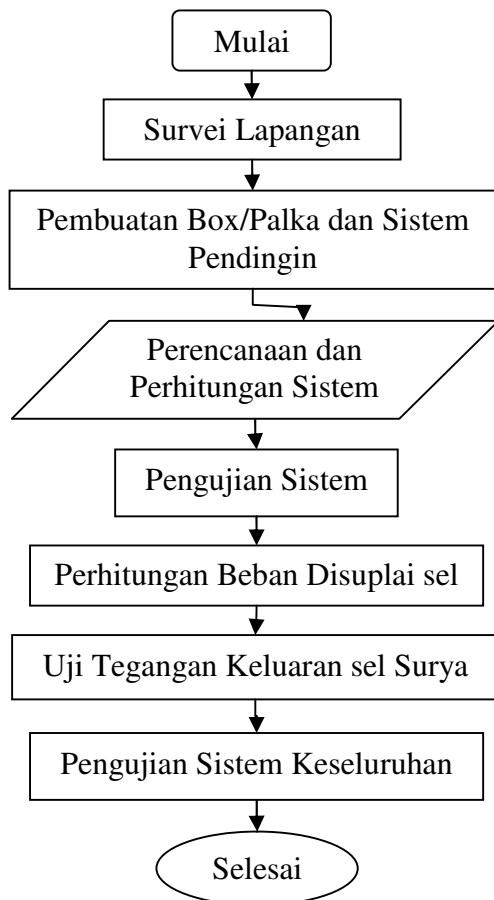
Panjang	: 1.5 m
Lebar	: 0.8 m
Tinggi	: 0.9 m

Tebal rongga : 5 cm (0.05m)  
 Kapasitas box : 1.08 m<sup>3</sup>

5. Rancangan dan Pembuatan Sistem Pendingin. Adapun Komponen Sistem Pendingin menurut Kiryanto, dkk, yaitu kompresor, kondensor, *stainer*, kipas (fan), evaporator, thermostat.



Gambar 5. Rancangan/Pembuatan Box/palka Ikan



Gambar 6. Bagan alir Penelitian yang dilakukan pada tahun Kedua

## PEMBUATAN DAN PENGUJIAN

### Proses Perencanaan Box/Palka Ikan Berinsulasi

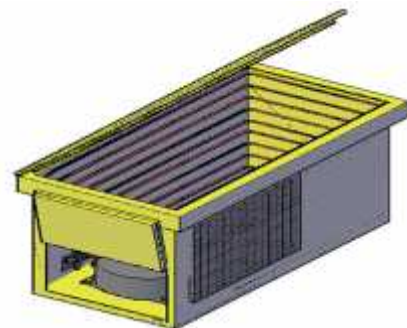
Proses pembuatan box/palka ikan diawali dari data-data yang didapat dari hasil studi lapangan, box/palka yang digunakan oleh nelayan pada kapal ikan biasanya kotak ikan *existing* menggunakan es ini dapat kita jumpai dipasar-pasar, kebanyakan kotak ikan atau *cool box* ini berkapasitas 100-200 kg dan biasanya nelayan menggunakan *cool box* yang berkapasitas 200 kg.

Dari data yang diperoleh yang didapatkan dari pemilik kapal yang dijadikan rujukan utama dalam redesign ulang untuk mendapatkan kesegaran dan kualitas ikan yang lebih tinggi dengan merencanakan dan memodifikasi box/palka dengan sistem pendingin.

Adapun ukuran pembuatan box/palka ikan berinsulasi dengan sistem pendingin yaitu :

1. Panjang : 1.5 m
2. Lebar : 0.8 m
3. Tinggi : 0.9 m
4. Kapasitas box : 1.08 M<sup>3</sup>

Untuk lebih jelas dapat kita lihat gambar kotak/palka ikan yang akan dirancangkan seperti gambar dibawah ini :



Gambar 7. Gambar box/palka ikan

### Melakukan Laminasi Gel Coat

Dalam melakukan proses *gel coat* langkah dan cara yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan bahan yang dibutuhkan, yaitu *pigment* sesuai warna, (misal warna kuning). *Aerosil* sebagai bahan untuk mengatur kekentalan *gel coat* sesuai kebutuhan;
2. Disemprotkan material *gel coat* pada cetakan dengan ketebalan yang diizinkan adalah antara 0.05 – 0.4 mm.

**Melaminasi Lapisan *Fiberglass***

Proses laminasi lapisan *fiberglass* yaitu proses yang dilakukan laminasi lapisan setelah kering *gel coat* yang ada pada cetakan.

**Proses Pembukaan (Pelepasan) Hasil Setelah Selesai Dilaminasi *Fiberglass* pada Cetak**

Proses pembukaan hasil kotak ikan dari cetak atau mal yang dilakukan setelah selesai melakukan laminasi *fiberglass* yang dilaminasi tersebut harus dipastikan sudah kering dan tidak basah.

**Proses Pemberian *Foam***

Dinding *box/palka* tersebut dicor dengan bahan polyuretan. Bahan insulasi yang akan dicorokan terdiri dari polyuretan A (bahan A), polyuretan B (bahan B). Bahan A berwarna coklat tua, bahan B berwarna coklat muda.

**Proses Finishing**

*Finishing* adalah proses untuk merapikan dan mengecek kembali semua pekerjaan yang telah dilalui. Proses *finishing* dilakukan setelah semuanya selesai box telah jadi. Hal ini dilakukan untuk berjaga apakah ada pekerjaan yang belum selesai atau cacat dan juga untuk mempercantik produk yang sudah jadi.

**Perhitungan Beban Refrigerasi**

Besarnya beban pendingin pada *box/palka* ikan tersebut berasal dari penjumlahan beban melalui dinding, beban pertukaran udara dan beban produk. Sebelum melakukan perhitungan beban, langkah pertama menentukan beberapa data awal dan rancangan. Data ini

sangat penting untuk menghitung beban pendinginan.

**Perhitungan Beban Kalor Melalui Dinding**

Temperatur udara luar diasumsikan 35<sup>0</sup> C dan Temperatur udara dalam diasumsikan mencapai -8<sup>0</sup> C.

$$Q_d = A \times U \times TD$$

dengan :

Q<sub>d</sub> = Laju perpindahan panas (k)

U = Koefisien panas menyeluruh (w/m.<sup>0</sup>k)

A = Luas dinding (m<sup>2</sup>)

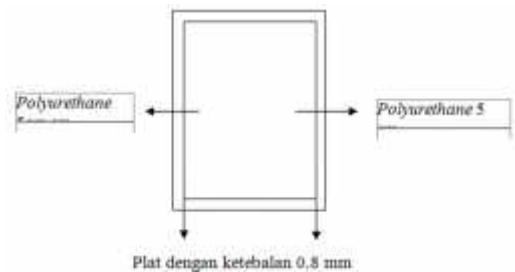
TD = Perbedaan suhu luar dan dalam ruangan (°C)

Untuk mencari Koefisien panas menyeluruh (U) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$U = \frac{1}{\frac{1}{f_1} + \frac{x}{k_1} + \frac{x}{k_2} + \frac{x}{k_n} + \frac{1}{f_0}}$$

$$\frac{1}{f_0} = 22,7 W / (m^2 K)$$

$$\frac{1}{f_1} = 9,37 W / (m^2 K)$$



Gambar 8. Ukuran Dinding Plat

$$U = \frac{1}{\frac{1}{22.7} + \frac{0.0008}{16.3} + \frac{0.0008}{16.3} + \frac{0.05}{0.023} + \frac{1}{9.37}}$$

$$U = 0,08 W / (m^2 k)$$

$$Q_{d1} = (1.5 \times 0.9) (U) (35 - (-8)) = 4,644 W$$

$$Q_{d2} = (1.5 \times 0.9) (U) (35-(-8)) = 4,644 \text{ W}$$

$$Q_{d3} = (0.8 \times 0.9) (U) (35-(-8)) = 2,47 \text{ W}$$

$$Q_{d4} = (0.8 \times 0.9) (U) (35-(-8)) = 2,47 \text{ W}$$

$$Q_{d5} = (1.5 \times 0.8) (U) (35-(-8)) = 2,47 \text{ W}$$

$$Q_{d6} = (1.5 \times 0.8) (U) (35-(-8)) = 2,47 \text{ W}$$

Beban Kalor total melalui dinding :

$$Q_{d_{tot}} = Q_{d1} + Q_{d2} + Q_{d3} + Q_{d4} + Q_{d5} + Q_{d6} = 24,58 \text{ W}$$

### Beban Kalor Melalui Pertukaran Udara

Tabel 1. Infiltrasi rate

Room Volume (m <sup>3</sup> )	Rooms Above 0 <sup>0</sup> C	Rooms Below 0 <sup>0</sup> C
7	3.1	2.3
8,5	3.4	2.6
10.	3.7	2.8
15	4.4	3.3

$$\frac{7 - 1,08}{8,5 - 1,08} = \frac{2,3 - x}{2,6 - x}$$

$$2,3 = x + \left[ \frac{7 - 1,08}{8,5 - 1,08} (2,6 - x) \right]$$

$$X = 1,244 \text{ L/s (Laju Infiltrasi)}$$

Tabel 2. Tabel laju pertukaran udara

Storage Room Temp <sup>0</sup> C	Inlet Air Temperature <sup>0</sup> C									
	5 <sup>0</sup>		10 <sup>0</sup>		25 <sup>0</sup>		30 <sup>0</sup>		35 <sup>0</sup>	
	70	80	70	80	Inlet Air RH, %		50	60	50	60
0 <sup>0</sup>	0.0092	0.0111	0.0142	0.0154	0.0505	0.0562	0.0850	0.0724	0.0820	0.0921
.5 <sup>0</sup>	0.0193	0.0210	0.0235	0.0247	0.0592	0.0649	0.0736	0.0809	0.0903	0.1004
.10 <sup>0</sup>	0.0271	0.0288	0.0309	0.0321	0.0562	0.0719	0.0805	0.0877	0.0970	0.1071

$Q_{ac}$  = Laju infiltrasi x laju pertukaran udara

$$Q_{ac} = 1,244 \text{ L/s} \times 0.10 \text{ kJ/s}$$

$$Q_{ac} = 0,135 \text{ kW}$$

$$Q_{ac} = 135 \text{ W}$$

#### Beban Produk (ikan)

$$Q_i = m \times c \times TD/\text{jam}$$

$$Q_i = 32 \times 980 \times 27/16$$

$$Q_i = 52 \text{ W}$$

#### Beban Total Kalor Cooler

$$Q_{tot \text{ cooler}} = Q_{tot} + Q_{ac} + Q_i = 211 \text{ W}$$

Selanjutnya  $Q_{tot \text{ cooler}}$  + *safety Faktor* 10%

Jadi Beban Total Pendingin (beban refrigerasi) = 232 W

#### Pemasangan Mesin Pendingin

Langkah pemasangan mesin pendingin box ikan, dilakukan dengan cara :

1. Proses pemasangan pipa evaporator dan pipa kapiler
2. Proses pemasangan condenser
3. Proses pemasangan *strainer*  
Proses pemasangan kompresor
4. Proses pemasangan thermostat
5. Kipas (*Fan Motor*)

#### Uji Performance Alat Kotak Ikan

Setelah selesai proses pembuatan dan perakitan sistem pendingin (refrigerasi), maka alat tersebut diuji kemampuan dengan menggunakan arus AC, dari alat tersebut sejauh mana temperatur yang dihasilkan.

Pada tabel 3 dan Gambar 9 menunjukkan bahwa *performance box/palka* ikan tersebut sudah sesuai dengan temperatur yang diharapkan (4<sup>0</sup>C) untuk tempat penyimpanan ikan dengan kemampuan alat pendingin di atas temperatur 4<sup>0</sup>C, sehingga kondisi ikan te-

tap segar dan tetap berkualitas.

Tabel 3. *Performance box/palka ikan*

No	Hari/Jam	Temperatur Box/Palka Ikan
1	1 Hari / 24 Jam	-4,5 °C
2	2 Hari/ 48 Jam	-6,0 °C
3	3 Hari/ 72 Jam	-6,2 °C
4	4 Hari/ 96 Jam	-6,5 °C
5	5 Hari/ 120 Jam	-6,6 °C
6	6 Hari/ 144 Jam	-7,3 °C
7	5 Hari/ 168 Jam	-7,3 °C

### KESIMPULAN

Dari hasil perancangan dan pembuatan box/palka ikan sistem pendingin (refrigerasi), maka alat tersebut di uji kemampuannya sejauh mana temperatur yang dihasilkan dalam menyimpan ikan agar kondisi yang baik, tanpa perubahan warna dan bau selama 7 hari.

Hasil uji *performance* temperatur box ikan tersebut mencapai temperatur -7,3°C. Sehingga hasil tangkapan ikan tersebut kondisinya tetap dalam segar membuat harga ikan bernilai tinggi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ilyas,1983. Bangunan Untuk Penyimpanan Ikan. UNSRAT Manado.  
 Suhono, 2009. Sistem Instalasi Mandiri Dan Sistem Instalasi Terhubung Jaringan.