

Beban Pendingin *Plug-in Cold room* GEA Tipe (GAC-245) untuk Pengawetan Ikan

Suyanto 

Fakultas Kemaritiman Universitas IVET

DOI: <https://doi.org/10.31331/maristec.v2i2>

Info Articles

Sejarah Artikel:

Disubmit November 2021

Direvisi Desember 2021

Disetujui Januari 2022

Keywords:

Cold room, Cold storage,

Fish Cooling

Abstrak

Salah satu cara penanganan ikan tangkap agar kesegaran tetap terjaga adalah dengan cara menurunkan suhu atau mendinginkan suhu ikan. Pada suhu rendah, proses-proses biokimia yang berlangsung dalam tubuh ikan yang mengarah pada penurunan mutu ikan berlangsung lebih lambat. Selain itu, pada kondisi suhu rendah pertumbuhan bakteri pembusuk dalam tubuh ikan juga dapat diperlambat. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung beban pendinginan pada penggunaan *cold room* GEA tipe GAC-245 untuk pengawetan ikan. Dengan dihasilkannya total beban pendinginan dan persentase beban pendinginan bisa menjadi pertimbangan dalam penggunaan *cold room* tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beban pendinginan total sebesar 9460 Watt. Beban pendinginan terbesar adalah pada beban produk dengan nilai 6475 Watt. Beban infiltrasi cukup besar pada urutan ke dua, sehingga untuk menurunkannya penggunaan *cold storage* diupayakan agar pintu tidak terbuka terlalu lama atau terlalu sering.

Abstract

One way of handling caught fish so that freshness is maintained is by lowering the temperature or cooling the temperature of the fish. At low temperatures, the biochemical processes that take place in the fish's body that lead to a decrease in fish quality take place more slowly. In addition, at low temperature conditions the growth of spoilage bacteria in the fish's body can also be slowed down. This study aims to calculate the cooling load on the use of cold room GEA type GAC-245 for fish preservation. With the resulting total cooling load and the percentage of cooling load can be considered in the use of the cold room. The results showed that the total cooling load was 9460 Watt. The biggest cooling load is the product load with a value of 6475 Watt. The infiltration load is quite large in the second order, so to reduce the use of cold storage, efforts are made so that the door does not open too long or too often.

 Alamat Korespondensi:

E-mail: suyantoeste@yahoo.com

ISSN : 2746-1580

PENDAHULUAN

Berbagai cara dipakai oleh manusia untuk mengawetkan bahan makanan agar tidak cepat busuk atau basi. Diantara cara-cara pengawetan yang biasa digunakan adalah proses pengasapan, proses pengasinan, proses pengeringan, proses pemberian rempah-rempah, dan proses pendinginan. Cara-cara tersebut sudah sejak lama digunakan secara turun temurun. Jika dibandingkan cara-cara tersebut maka yang paling baik sebetulnya adalah cara pengawetan dengan proses pendinginan. Kelebihan proses pengawetan dengan pendinginan dibanding dengan cara yang lain adalah karena akan dapat mempertahankan kesegaran produk serta dapat memperpanjang masa simpan suatu bahan pangan (Saptarini, 2009). Terkait dengan pengawetan ikan, ikan yang telah didinginkan akan tetap segar dan tidak akan mengalami perubahan rasa, warna dan aromanya, di samping itu segala aktivitas yang menyebabkan pembusukan akan terhenti sehingga bahan ikan yang didinginkan akan dapat tahan lebih lama lagi (Hartanto, 1984).

Selain proses pengawetan dengan pendinginan, ada juga proses pengawetan dengan pembekuan bahan makanan. Pembekuan dalam pengawetan bahan makanan adalah proses penggunaan suhu rendah di bawah titik beku untuk mengawetkan bahan makanan. Secara mikrobiologis, pembekuan bertujuan agar metabolisme mikroorganisme yang terdapat dalam makanan laju perkembangannya dapat diperlambat atau dihentikan sama sekali. Penurunan suhu sampai taraf tertentu dapat menyebabkan terhentinya metabolisme mikroorganisme, yang selanjutnya berakibat kerusakan atau kematian sel mikroorganisme (Saptarini, 2009).

Alat yang biasa digunakan untuk mengawetkan bahan makanan atau ikan dengan prinsip pendinginan adalah *cold storage*. *Cold storage* (ruangan pendingin) merupakan ruangan atau wadah yang dibuat khusus dengan kondisi temperatur dingin yang digunakan untuk penyimpanan dan pengawetan berbagai macam produk. *Cold storage* atau *cold room* bisa dibuat dengan ukuran menyesuaikan dengan volume kebutuhan penyimpanan. Selain itu temperature yang dihasilkan oleh siklus refrigerasi mesin pendingin yang dipasang pada *cold storage* juga disesuaikan dengan jenis bahan yang disimpan serta ukuran *cold storage*. Suhu yang tepat dan optimum akan menjamin bahan makanan atau ikan dapat disimpan lebih lama dan awet, sehingga bahan makanan beku (*frozen food*) akan tetap aman untuk dimakan.

Ruang pendingin (*cold storage*) adalah salah satu cara yang digunakan untuk menyimpan ikan dan mendinginkannya pada temperatur tertentu sehingga ikan segar tersebut dapat bertahan lama bahkan bisa bertahan hingga beberapa bulan. Ruang pendingin ini memiliki daya tampung penyimpanan ikan hingga mencapai 50 ton. Namun dalam pengoperasiannya, massa ikan rata-rata yang masuk ruang pendingin tersebut hanya beberapa ton saja dengan konsumsi listrik yang relatif besar. (Siagian 2017).

Cold storage atau digolongkan menjadi beberapa jenis berdasarkan capaian suhu yang dihasilkan. Berikut adalah jenis *cold storage* berdasarkan capaian suhunya yaitu :

1. *Chiller room* (10°C sampai 0°C) berfungsi untuk penyimpanan sayur, buah, dan bahan makanan yang memiliki daya tahan tidak lebih 60 hari serta biasa digunakan pada industri farmasi. *Cold storage* jenis ini bekerja di atas titik beku air.
2. *Freezer room* (-15°C sampai -20°C) berfungsi untuk penyimpanan daging sapi, ayam, susu, ikan, makanan cepat saji, dan sebagainya. *Cold storage* jenis ini bekerja di bawah titik beku, sehingga bahan makanan yang disimpan menjadi beku.
3. *Air Blast Freezer* (-35°C sampai -40°C) berfungsi sebagai metode penyimpanan dengan cara mendinginkan produk secara cepat melalui penghembusan udara dingin ke bahan makanan.

Salah satu cara penanganan ikan tangkap agar kesegaran tetap terjaga adalah dengan cara menurunkan suhu atau mendinginkan suhu ikan. Semakin besar panas ikan yang diserap maka suhu ikan akan semakin rendah. Pada suhu rendah, proses-proses biokimia yang berlangsung dalam tubuh ikan yang mengarah pada penurunan mutu ikan berlangsung lebih lambat. Selain itu, pada kondisi suhu rendah pertumbuhan bakteri pembusuk dalam tubuh ikan juga dapat diperlambat. Sehingga dengan demikian, kesegaran ikan akan semakin lama dipertahankan. (Khairi, 2012).

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung beban pendinginan pada penggunaan *cold room* GEA tipe GAC-245 untuk pengawetan ikan. Dengan dihasilkannya total beban pendinginan dan persentase beban pendinginan bisa menjadi pertimbangan dalam penggunaan *cold room* tersebut.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan pengambilan data unit *cold storage* baik dimensi, bahan, komponen utama yang digunakan, maupun kondisi penggunaannya. Setelah data didapatkan kemudian dilakukan perhitungan beban pendinginan *cold storage* yang meliputi 1) beban kalor yang melewati dinding, 2) beban kalor produk, 3) beban kalor infiltrasi, 4) beban kalor pekerja, 5) beban kalor motor listrik, 6) beban kalor lampu penerangan. Setelah didapatkan nilai masing-masing beban kalor, kemudian dijumlahkan dan akan didapatkan nilai beban kalor total.

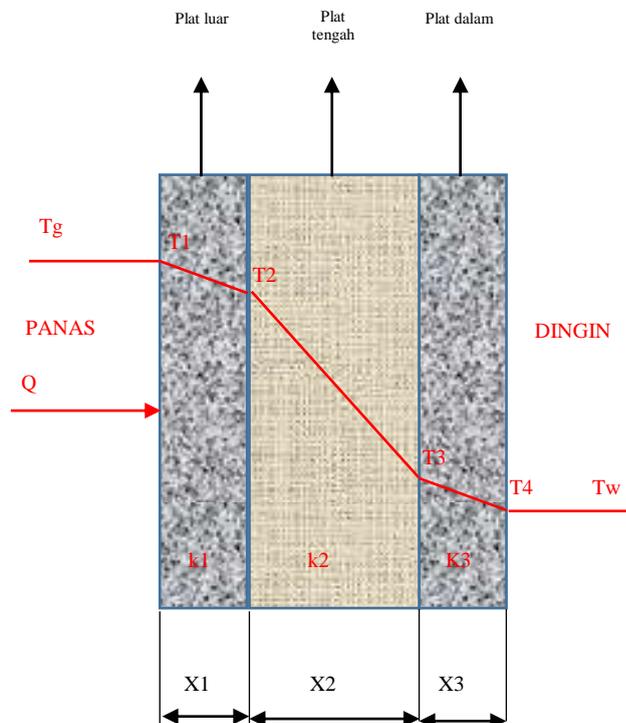
1. Perhitungan beban kalor yang melewati dinding

Beban kalor yang melewati dinding merupakan perpindahan panas dari udara luar ke dalam ruangan dingin sebagai akibat adanya perbedaan temperatur antara sisi luar dinding dengan sisi bagian dalam *cold storage*. Perhitungan kalor yang melewati dinding menggunakan persamaan (1) sebagai berikut :

$$q_{wall} = A \cdot U \cdot \Delta T \dots\dots\dots (1)$$

q_{wall} adalah beban panas melalui dinding (Watt), U adalah koefisien perpindahan panas menyeluruh, A adalah luas dinding (m^2), dan ΔT adalah perbedaan antara suhu luar dan suhu dalam ruangan (K).

Koefisien perpindahan panas menyeluruh (U) dapat diartikan sebagai jumlah energi panas yang dapat berpindah melewati dinding seluas $1 m^2$ dalam setiap $1 ^\circ C$ perbedaan temperatur pada dinding. Dimana nilai ini tergantung dari ketebalan dinding dan material dinding yang digunakan pada ruangan tersebut. Skema perpindahan panas sebagaimana digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Mekanisme rambatan kalor melalui dinding

Udara dengan temperatur lebih panas berada pada sisi luar *cold storage*, sementara itu udara di dalam *cold storage* bersuhu lebih rendah. Sehingga kalor mengalir dari sisi luar yang lebih panas ke sisi dalam yang lebih dingin menembus melalui dinding *cold storage*. Koefisien konveksi udara panas dan udara dingin masing-masing dinyatakan dengan h_g dan h_w . Sedangkan luas permukaan dinding dinyatakan dengan A dan panas yang melewati dinding dinyatakan dengan q . Untuk menghitung kalor yang melewati dinding digunakan persamaan (2) sebagai berikut:

$$q_{wall} = \frac{A \cdot (T_g - T_w)}{\frac{1}{h_g} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \frac{x_n}{k_n} + \frac{1}{h_w}} \dots\dots\dots(2)$$

x adalah ketebalan dinding (m), k adalah konduktivitas thermal material dinding (W/m.K), T_g dan h_g masing-masing adalah suhu dan koefisien konveksi permukaan dinding panas, (W/m² .K), T_w dan h_w masing-masing adalah suhu dan koefisien konveksi permukaan dinding dingin, (W/m² .K)

2. Perhitungan beban kalor produk

Produk berupa ikan yang dimasukkan dari luar ke dalam *cold storage* akan memberikan beban kalor. Panas yang dihasilkan produk ini dapat berupa panas sensible dan atau panas laten. Jika temperatur penyimpanan produk lebih rendah dari temperatur titik bekunya, maka jenis panas yang di keluarkan oleh produk tersebut terdiri dari tiga jenis yaitu: 1. Panas sensibel sebelum pembekuan, merupakan yang dikeluarkan oleh produk penurunan temperatur produk tersebut sampai pada batas temperatur titik bekunya. 2. Panas laten pembekuan, yaitu panas yang dikeluarkan ketika terjadi perubahan wujud produk dari cair menjadi padat (beku). 3. Panas sensibel setelah pembekuan, merupakan panas yang dikeluarkan produk akibat penurunan temperatur dari temperatur titik beku hingga pada temperatur yang lebih rendah lagi (minus). Besarnya panas sensibel dari produk tersebut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3) berikut:

$$Q_{S,produk} = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T \dots\dots\dots(3)$$

3. Perhitungan beban kalor infiltrasi

Beban infiltrasi terjadi ketika pintu dibuka, karena udara panas dari lingkungan akan masuk ke dalam ruang dan menyebabkan meningkatnya beban dari suatu system pendinginan. Beban kalor infiltrasi dihitung dengan menggunakan persamaan (4) berikut :

$$q_{inf} = v \cdot A \cdot (h_i - h_r) \cdot \rho_r \cdot D_t \dots\dots\dots(4)$$

q_{inf} adalah beban infiltrasi (Watt), v adalah rata rata kelajuan udara (m/s), A adalah luas daerah yang terbuka atau pintu (m²), h_i adalah nilai entalpi udara panas (kJ/kg), h_r adalah nilai entalpi udara dingin di *cold room*(kJ/kg), ρ_r adalah massa jenis udara dingin di *cold room* (kg/m³), dan D_t adalah lamanya pembukaan pintu.

4. Perhitungan beban kalor pekerja

Beban kalor berikutnya yang berasal dari dalam ruang pendingin adalah panas yang dihasilkan oleh orang yang bertugas bongkar muat produk. Beban kalor pekerja dihitung dengan persamaan (5) berikut:

$$q_p = n \times \text{faktor panas manusia} \dots\dots\dots(5)$$

n adalah jumlah manusia, dan factor beban panas manusia adalah 1300 BTU/ hr atau sekitar 381 Watt.

5. Perhitungan beban kalor motor listrik

Beban kalor ini berasal dari panas yang ditimbulkan oleh motor kipas evaporator. Beban kalor motor listrik dihitung dengan menggunakan persamaan (6) berikut:

$$q_{motor} = n \times W \dots\dots\dots(6)$$

n adalah jumlah motor listrik yang digunakan, dan *W* adalah daya motor (Watt)

6. Perhitungan beban kalor lampu penerangan

Beban kalor berikutnya bersumber dari lampu penerangan. Kalor yang didapat dari penerangan lampu ini merupakan kalor latent. Dimana jumlah kalor latent yang diperoleh dari lampu dapat dihitung dengan rumus (7) berikut:

$$q_l = n \times P_l \dots\dots\dots(7)$$

n adalah jumlah lampu, sedangkan *P_l* adalah daya lampu (Watt).

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Cold storage Tipe GAC-245

Cold storage Tipe GAC-245 memiliki dimensi panjang, lebar, dan tinggi berturut-turut adalah 400cm, 300cm, dan 250cm. UNitnya dilengkapi dua buah lampu LED dengan daya 18 Watt. Jumlah pekerja yang bertugas bongkar muat bahan makanan/ ikan sebanyak 2 (dua) orang yang bekerja rata-rata 2 jam setiap hari. Unit pendingin menggunakan kompresor dengan daya 4 HP at setara dengan 2,98 kW. Suhu dalam *cold storage* bisa mencapai -20°C. Ruang pendinginan bisa memuat ikan sampai dengan kapasitas 24,5 M³ dengan masa ikan 5600kg. Sementara itu input daya listrik yang digunakan mencapai 3344Watt pada tegangan 380Volt. *Cold storage* terbuat dari bahan panel polyuretane dengan tebal 10cm, dinding luar dan dalam berbahan *hot dipped galvanis* dengan tebal 0,5mm. Sementara itu pintu yang digunakan berukuran 75cm x 180cm. Refrigeran yang digunakan pada unit mesin pendingin adalah R 404A.

1. Perhitungan beban kalor yang melewati dinding

Luas Permukaan dinding *cold storage* (*A*) yang kontak dengan lingkungan sekitar bisa dihitung berdasarkan ukuran dimensi *cold storage*. Didapatkan luas dinding (*A*) 59m². Dari hasil pengukuran didapatkan suhu lingkungan adalah 30°C, sedangkan suhu dalam *cold storage* adalah -20°C, sehingga selisih suhu di luar dan dalam *cold storage* adalah 50°C. Panel dinding *cold storage* terbuat dari bahan galvanis untuk sisi luar dan dalam, sedangkan bahan insulasinya adalah polyurethane. Bahan-bahan tersebut mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

- a. Koefisien perpindahan panas konveksi permukaan dinding ruang pendingin adalah 12 W/m² °C
- b. Koefisien perindahan panas konveksi permukaan dinding luar = 9.1 12 W/m² °C
- c. Galvalum dengan ketebalan 0.5mm memiliki nilai konduktivitas (k) = 25 12 W/m°C
- d. Polyurethane dengan tebal 100mm memiliki nilai konduktivitas (k) = 0.02W/m °C

Sehingga perpindahan kalor yang masuk melalui dinding *cold storage* bisa dihitung sebagai berikut :

$$q_{wall} = \frac{A \cdot (T_g - T_w)}{\frac{1}{h_g} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \frac{x_n}{k_n} + \frac{1}{h_w}}$$

$$q_{wall} = \frac{59 \cdot (30 - (-20))}{\frac{1}{12} + \frac{0,0005}{25} + \frac{0,1}{0,02} + \frac{0,0005}{25} + \frac{1}{9,1}}$$

$$q_{wall} = 568 \text{ Watt}$$

2. Perhitungan beban kalor produk

Produk yang akan diawetkan adalah ikan segar dengan kapasitas kalor bernilai 3330 J/kg.K, suhu awal ikan adalah 27 °C dan suhu akhir ikan adalah 2°C. dengan kapasitas *cold storage* adalah 5600 kg.

$$Q_{s,produk} = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$Q_{s,produk} = 5600 \times 3330 \times (27-2)$$

$$Q_{s,produk} = 466.200.000 \text{ Joule}$$

Waktu yang dibutuhkan untuk mendinginkan ikan dari suhu awal 27 °C menjadi 2 °C adalah 20 jam. Maka kalor produk ikan sebesar

$$q = \frac{q_s}{t_{pendinginan}}$$

$$q = \frac{466200000}{20 \times 3600}$$

$$q = 6475 \text{ Watt}$$

3. Perhitungan beban kalor infiltrasi

Berdasarkan pengamatan, waktu pembukaan pintu rata-rata sekitar 15 menit per hari. Kecepatan aliran udara masuk rata-rata ditentukan bernilai 0.5 m/s. Luas pintu *cold storage* adalah 1,35 M², entalphi udara luar adalah 86,7 kJ/ kg, sedangkan entalphi udara dalam adalah 8,99 kJ/ kg. masa jenis udara di dalam *cold storage* adalah 1,34 kg/M³. Sehingga beban kalor infiltrasi bisa dihitung sebagai berikut:

$$q_{inf} = v \cdot A \cdot (h_i - h_r) \cdot \rho_r \cdot D_t$$

$$q_{inf} = 0,5 \times 1,35 \times (86,7 - 8,99) \times 1,34 \times 900$$

$$q_{inf} = 63260 \text{ kJ}$$

Menyesuaikan dengan waktu pendinginan ikan adalah 20 jam, maka laju kalor infiltrasi adalah sebesar :

$$q_{inf} = \frac{63260000}{20 \times 3600}$$

$$q_{inf} = 879 \text{ Watt}$$

4. Perhitungan beban kalor pekerja

Dengan jumlah pekerja 2 (dua) orang diasumsikan berada di dalam *cold storage* dengan jumlah waktu 2 jam sehari. Faktor beban panas dari orang yang bekerja dalam ruang pembeku (*infreezers*) adalah 381 Watt, maka beban pendingin dari pekerja adalah

$$q_p = n \times \text{factor beban panas manusia}$$

$$q_p = 2 \times 381 \text{ Watt} = 762 \text{ Watt}$$

5. Perhitungan beban kalor motor listrik

Daya motor kipas evaporator yang digunakan adalah 370 Watt sebanyak 2 buah. Adapun ruperhitungan yang digunakan untuk mendapat beban motor listrik yaitu:

$$q_{motor} = 2 \times W$$

$$q_{motor} = 2 \times 370 = 740 \text{ Watt}$$

6. Perhitungan beban kalor lampu penerangan

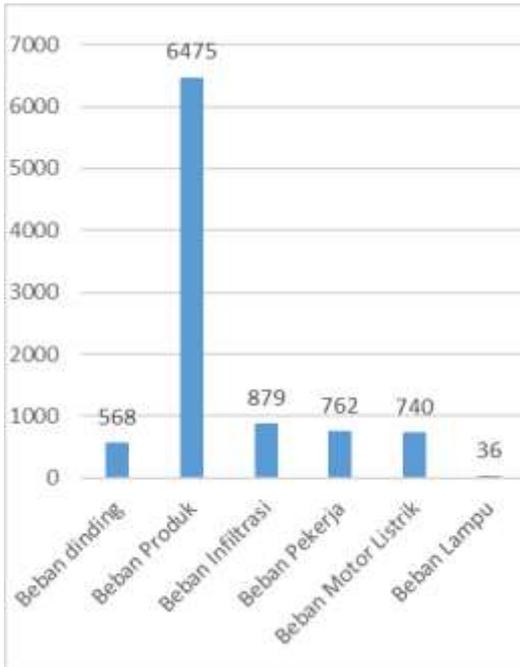
Cold storage menggunakan 2 (dua) buah lampu masing-masing 18 Watt, sehingga beban kalor lampu bisa dihitung sebagai berikut:

$$q_{l.lampu} = 2 \times 18 = 36 \text{ Watt}$$

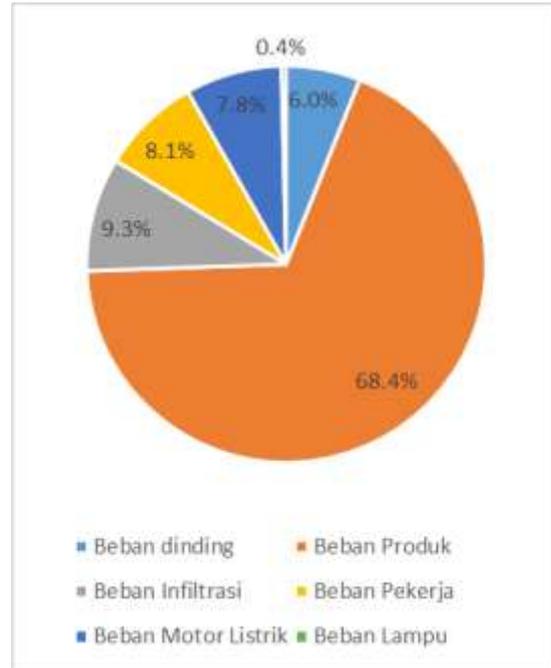
Hasil perhitungan beban pendinginan baik dari luar maupun dalam *cold storage* dijumlahkan menjadi total beban pendinginan bisa dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Total beban pendinginan

No	Jenis Beban Pendinginan	Besar Beban (Watt)	Persentase (%)
1	Panas melalui dinding	568	6,0
2	Beban Produk	6475	68,4
3	Beban Infiltrasi	879	9,3
4	Beban Pekerja	762	8,1
5	Beban Motor Listrik	740	7,8
6	Beban Lampu	36	0,4
Jumlah		9460	100



Gambar 3. Grafik beban pendinginan



Gambar 4. Persentase beban pendinginan

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh beban pendinginan total sebesar 9460 Watt. Beban pendinginan terbesar adalah pada beban produk dengan nilai 6475 Watt atau 68,4% dari total beban. Sementara itu beban pendinginan terkecil adalah pada lampu penerangan yang hanya sebesar 0,4%. Beban infiltrasi merupakan beban pendinginan pada urutan ke dua. Sehingga pada penggunaan *cold storage* diupayakan agar pintu tidak terbuka terlalu lama atau sering, untuk mengurangi beban infiltrasi. Beban pekerja menempati urutan ke tiga, sehingga dari nilai ini menjadi dasar bahwa dalam penggunaannya diupayakan proses bongkar muat ikan dalam *cold storage* bisa dilakukan lebih cepat. Panas melalui dinding dengan nilai 568 Watt bisa dikurangi dengan menempatkan *cold storage* di dalam ruangan yang teduh, atau dibuatkan bangunan sebagai tempat dengan bahan batu bata.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Diperoleh beban pendinginan total sebesar 9460 Watt. Beban pendinginan terbesar adalah pada beban produk dengan nilai 6475 Watt atau 68,4% dari total beban.
2. Nilai beban infiltrasi berada pada urutan ke dua, sehingga untuk menurunkannya penggunaan *cold storage* diupayakan agar pintu tidak terbuka terlalu lamaterlalu sering.
3. Nilai beban panas melalui dinding adalah 568 Watt, bisa dikurangi dengan menempatkan *cold storage* di dalam ruangan yang teduh, atau dibuatkan bangunan sebagai tempat dengan bahan batu bata.

DAFTAR PUSTAKA

- Hartanto, B. 1984. *Mesin Pendinginan di Bidang Perikanan*. Balai Keterampilan Penangkapan Ikan, Tegal.
- Holman, J.P..2010. "Heat Transfer 10th Edition". 1221 Avenue of the Americas, NewYork, NY: McGraw-Hill Companies, Inc.

- Khairi, I. 2012. Media dan Teknik Pendinginan Ikan. <http://www.Ihsanulkhairi86saja.wordpress.com> (11 Mei 2013).
- Saptarini, K. (2009). Isolasi Salmonella spp. Pada Sampel Daging Sapi Di Wilayah Bogor Serta Uji Ketahanannya Terhadap Proses Pendinginan dan Pembekuan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Siagian, Saut. 2017. "Perhitungan Beban Pendingin Pada Cold Storage Untuk Penyimpanan Ikan Tuna Pada PT.X" dala BINA TEKNIKA, Volume 13 Nomor 1. Edisi Juni 2017, 139-149. Jakarta Selatan: Program Studi Teknik Mesin, UPN Veteran Jakarta.
- Sofyan, I. 1983. Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan. Teknik Pendinginan Ikan. CV. Paripurna, Jakarta.
- Sumanto dan Handoko. 1981. Dasar-Dasar Mesin Pendingin. Andi, Yogyakarta.