

PERANCANGAN *FREEZER BOX* JENIS *CHEST FREEZER* CACING DARAH BEKU UNTUK PAKAN IKAN HIAS DENGAN KAPASITAS 300kg

¹*Sahidul Anam*, ²*M. Rangga Pratama*

Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta

syahidulanam1@gmail.com, 39rangga@gmail.com

Abstrak

Mesin *chest freezer* dengan kapasitas 300kg merupakan alat untuk menyimpan pakan ikan hias yang dibekukan khususnya cacing darah beku. Mesin *chest freezer* ini digunakan karena pakan beku akan mudah membusuk jika ditempatkan di udara terbuka serta pakan beku bisa tahan lebih lama. Penyebab pembusukan pada cacing darah beku diantaranya adalah aktifnya mikroorganisme dan bakteri yang ada pada cacing. Pada suhu dan keadaan lembab mikroorganisme dan bakteri dapat berkembang biak dengan cepat. Maka untuk keperluan diatas suatu teknik refrigerasi sangat diperlukan untuk proses pendinginan pada cacing darah beku. Pendingin dibagi menjadi dua, yaitu yang mendinginkan pada suhu 4 °C dan -20 °C sebagai tempat penyimpanan berkepanjangan untuk cacing. Beberapa faktor seperti suare mesin atau suara bising, bau atau perubahan temperatur harus tidak terjadi pada proses pendinginan. Pada *chest freezer* cacing darah beku yang mempunyai pendingin dengan suhu -18 °C dapat untuk menyimpan cacing beku selama beberapa bulan, jenis refrigerant yang digunakan untuk mesin *chest freezer* ini, yaitu refrigeran primer (R134a), beban pendingin total mesin *chest freezer* cacing darah beku adalah sebesar 1,04995 kW, nilai COP mesin *chest freezer* pada perencanaan sebesar 2,55 untuk nilai efisiensi sebesar 79% dan daya kompresornya adalah 0,417031016 kW atau 417,03 Watt.

Kata kunci: COP, efisiensi, *chest freezer*

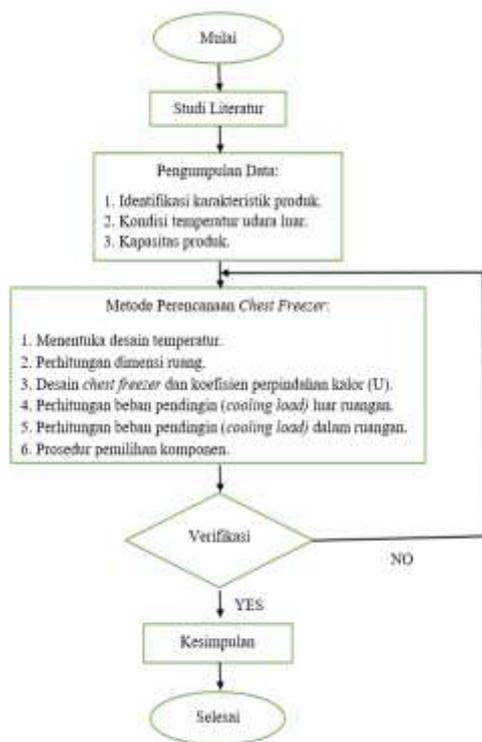
1. PENDAHULUAN

Cacing darah beku merupakan salah satu pakan ikan alami yang banyak dipilih pembudidaya ikan hias lantaran dari segi harga maupun kandungan proteinnya lebih baik dari pakan ikan buatan pabrik. Cacing dalam keadaan beku masih mempunyai nutrisi yang sama dengan keadaan segar. Pemasaran pakan ikan hias khususnya cacing darah beku mempunyai prospek yang cukup menjanjikan. Hal ini dikarenakan pembuatannya mudah dan permintaan akan pakan hias cukup besar dan cenderung meningkat baik kualitas maupun kuantitas. Pakan untuk ikan hias haruslah dipenuhi dengan nutrisi serta kaya akan protein agar ikan hias menjadi sehat serta semakin cantik dilihat. Maka dari itu pentingnya menjaga kesegaran pakan untuk ikan hias, agar ikan hias tetap berada dalam performa terbaiknya, tetapi untuk penunjang kesegaran cacing darah beku tersebut diperlukan tempat penyimpanan yang dapat menjaga suhu cacing darah tersebut tetap beku. Oleh karena itu penggunaan *freezer box* menjadi salah satu pilihan alternatif dalam mempertahankan kualitas pakan dan

memperpanjang masa simpan pakan ikan hias. Berdasarkan permasalahan tersebut, perancangan *freezer box* cacing beku untuk pakan ikan hias merupakan salah satu cara agar menjaga kesegaran pakan ikan hias itu sendiri. *freezer box* berfungsi untuk menyimpan pakan ikan hias, khususnya cacing darah beku sehingga menjadi lebih tahan lama, maka dari itu dibuat rancangan skripsi dengan judul “Perancangan Freezer box Jenis Chest Freezer Cacing Darah Beku Untuk Pakan Ikan Hias Dengan Kapasitas 300kg”.

2. METODOLOGI

Dalam penelitian ini, digunakan bagan atau diagram alir, sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Pola Pikir
Sumber: Penelitian mandiri

Metode penelitian adalah suatu cara atau jalan untuk mendapatkan kembali pemecahan terhadap segala permasalahan yang diajukan (Bahri, 2015). Definisi lain metode penelitian adalah cara melakukan sesuatu dengan menggunakan pikiran secara seksama untuk mencapai suatu tujuan (Priyono, 2016).

Adapun metode penelitian yang digunakan dalam perancangan ini antara lain:

a) Studi literatur

Studi literatur merupakan studi pustaka yang digunakan untuk merancang sebuah freezer box jenis chest freezer daging beku untuk pakan ikan hias, dimana data diperoleh dengan cara mempelajari buku dan jurnal yang dapat dijadikan sebagai rujukan atau referensi.

b) Observasi

Observasi dalam perancangan ini mengamati secara langsung terkait produk daging beku dan chest freezer yang akan dirancang. Berdasarkan hal tersebut maka dapat digunakan data tersebut sebagai acuan dalam merancang chest freezer.

Guna memperoleh data yang tepat dan akurat dalam merancang freezer box jenis chest freezer

daging beku untuk pakan ikan hias, maka perlu melakukan tinjauan pustaka dengan cara mempelajari buku dan jurnal penelitian, serta menggunakan metode penelitian secara deskriptif dengan pendekatan kuantitatif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Perencanaan

- a) Suhu yang akan di capai daging beku adalah $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-18 + 273 = 255\text{ }^{\circ}\text{K}$)
- b) Suhu lingkungan adalah $33\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($33 + 273 = 306\text{ }^{\circ}\text{K}$)
- c) Suhu ruang untuk daging beku adalah $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-18 + 273 = 255\text{ }^{\circ}\text{K}$)
- d) Suhu evaporating $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-25 + 273 = 248\text{ }^{\circ}\text{K}$)
- e) Suhu condensing $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($45 + 273 = 318\text{ }^{\circ}\text{K}$)
- f) Massa daging beku adalah 300 kg.

Dimensi Kabin

Ukuran ruangan perencanaan chest freezer yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 150\text{ cm} &&= 1,5\text{ m} \\ \text{Lebar} &= 60\text{ cm} &&= 0,6\text{ m} \\ \text{Tinggi} &= 85\text{ cm} &&= 0,85\text{ m} \end{aligned}$$

Jadi Volumennya yaitu: $0,77\text{ m}^3$

Ukuran mesin perencanaan chest freezer yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 156\text{ cm} &&= 1,56\text{ m} \\ \text{Lebar} &= 65\text{ cm} &&= 0,65\text{ m} \\ \text{Tinggi} &= 88\text{ cm} &&= 0,88\text{ m} \end{aligned}$$

Jadi Volumennya yaitu: $0,90\text{ m}^3$

Data Jenis Material Pada Mesin Chest Freezer

Untuk mencari nilai U dari dinding dan lantai pada perencanaan chest freezer adalah:

$$\begin{aligned} \frac{1}{U} &= \frac{da}{ka} + \frac{dp}{kp} + \frac{da}{ka} \\ \frac{1}{U} &= \frac{0,002}{237} + \frac{0,02}{0,027} + \frac{0,002}{237} \\ \frac{1}{U} &= 0,7407568\text{ m}^2\text{ K/W} \\ U &= \frac{1}{0,7407568\text{ m}^2\frac{\text{K}}{\text{W}}} = 1,3499707\text{ W/m}^2\cdot\text{K} \end{aligned}$$

Tabel 3.1 Jenis Material Perencanaan Chest Freezer

| No | Bahan | Ketebalan (m) | K(W/m.K) | Keterangan |
|----|-------------|---------------|----------|------------------------|
| 1. | Aluminium | 0,002 | 237 | Lapisan Luar Dinding |
| 2. | Polystyrene | 0,02 | 0,027 | Lapisan Tengah Dinding |
| 3. | Aluminium | 0,002 | 237 | Lapisan Dalam Dinding |

Sumber: Hasil Penelitian

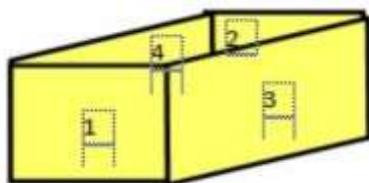
Perhitungan Beban Transmisi

$$Q = U \times A \times \Delta T$$

Dimana:

- Q = Beban pendinginan (Watt)
- U = Koefisien konduktivitas thermal benda (W/m².K)
- ΔT = Perbedaan temperatur (°C)

Beban transmisi pada dinding untuk mesin chest freezer adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Desain Dinding
Sumber: Hasil Penelitian

Luas area dinding 1 = dinding 2
 = 0,6 x 0,85 = 0,51 m²
 $Q = U \times A \times \Delta T$
 $Q = 1,34 \times 0,51 \times (306 - 255)$
 $Q = 34,85 \text{ watt}$
 Jadi, $Q_t = Q_{\text{dinding 1}} + Q_{\text{dinding 2}} = 69,60 \text{ watt}$

Luas area dinding 3 = dinding 4
 = 1,5 x 0,85 = 1,27 m²
 $Q = U \times A \times \Delta T$

$$Q = 1,34 \times 1,27 \times (306 - 255)$$

$$Q = 86,79 \text{ watt}$$

Jadi, $Q_t = Q_{\text{dinding 3}} + Q_{\text{dinding 4}} = 173,58 \text{ watt}$

Adapun untuk lantai dan atapnya yaitu:

Luas area atap = 1,5 x 0,6 = 0,9 m²

$$Q = U \times A \times \Delta T$$

$$Q = 1,34 \times 0,9 \times (306 - 255)$$

$$Q = 61,50 \text{ watt}$$

Luas area lantai = 1,5 x 0,6 = 0,9 m²

$$Q = U \times A \times \Delta T$$

$$Q = 1,34 \times 0,9 \times (306 - 255)$$

$$Q = 61,50 \text{ watt}$$

Dari beban transmisi di atas maka dapat dihitung keseluruhan beban kalor yang melewati dinding, atap dan lantai yaitu sebesar:

$$Q_t = Q_{\text{dinding 1}} + Q_{\text{dinding 2}} + Q_{\text{dinding 3}} + Q_{\text{dinding 4}} + Q_{\text{atap}} + Q_{\text{lantai}}$$

$$= 69,60 \text{ watt} + 173,58 \text{ Watt} + 61,50 \text{ Watt}$$

$$= 304,68 \text{ Watt}$$

Beban Infiltrasi

Pada ruangan untuk penyimpanan daging beku diketahui:

Maka, $q_t = q \times D_t \times D_f (1-E)$
 Dimana, $q_t = \text{Beban refrigerasi (kW)}$

- q = Beban *sensible* dan *latent* refrigerasi (kW)
- dt= doorway open-time factor
- Df = doorway flow factor
- E = effectiveness of doorway protective device (Agustina, 2016)

Tabel 3.2 Ruangan pada perencanaan chest freezer

| Nama | Nilai | Satuan |
|------------------------------------|-----------|--------|
| Temperatur ruangan yang diinginkan | -18 | °C |
| Temperatur lingkungan | 33 | °C |
| Ukuran panjang pintu | 1,5 x 0,6 | Meter |

| | | |
|---|---------|-------------------|
| Kelembaban ruangan | 100 % | Persen |
| Kelembaban lingkungan | 65 % | Persen |
| Massa jenis udara ruangan | 1,38 | Kg/m ³ |
| Massa jenis udara lingkungan | 1,14 | Kg/m ³ |
| Dt (<i>doorway open-time factor</i>) | 0,00076 | - |
| Df (<i>doorway flow factor</i>) | 0,8 | - |
| E (<i>effectiveness of doorway protective device</i>) | 0,85 | - |
| Gravitasi | 9,8 | m/s ² |
| hi (entalpi ambient) | 86,51 | Kj/Kg |
| hr (entalpi refrigerasi) | -26 | Kj/Kg |

Sumber: Hasil Penelitian

$$q = 0.221 \times A(h_i - h_r) \rho_r \left(1 - \frac{\rho_i}{\rho_r}\right)^{0.5} (gH)^{0.5} Fm$$

Dimana,

A = Luas pintu terbuka (m²)

hi = Entalpi ambient (Kj/Kg)

hr = Entalpi refrigerasi (Kj/Kg)

ρ_i = Massa jenis udara ambient (Kg/m³)

ρ_r = Massa jenis udara refrigerasi (Kg/m³)

g = Gravitasi (m/s²)

H = Tinggi pintu (m)

Fm = Faktor massa jenis

$$Fm = \left[\frac{2}{1 + \left(\frac{\rho_i}{\rho_r}\right)^{\frac{1}{3}}} \right]^{1.5}, \text{ maka}$$

$$Fm = \left[\frac{2}{1 + \left(\frac{1.38}{1.14}\right)^{\frac{1}{3}}} \right]^{1.5}$$

$$Fm = 0,96$$

$$Q = 0.221 \times 0.51(86,51 - (-26))1,38 \left(1 - \frac{1,14}{1,38}\right)^{0,5} (9.8 \times 0,85)^{0,5} 0,96$$

$$q = 20,2 \text{ Kw}$$

jadi nilai dari qt adalah:

$$qt = q \times Dt \times Df \times (1-E)$$

$$qt = 20,2 \times 0,00078 \times 0,8 (1 - 0,85)$$

$$qt = 0,001892 \text{ kW}$$

dari perhitungan di atas didapat beban infiltrasinya yakni sebesar 1,892 Watt.

Beban Produk

Dalam menghitung beban yang diberikan oleh produk harus diketahui terlebih dahulu kalor spesifik dari produk tersebut. Adapun kalor spesifik untuk cacing yakni 3,55 Kj/Kg.K. (asumsi dari kalor spesifik ikan). Dari data tersebut di peroleh kalor yang dibutuhkan untuk penyimpanan cacing darah beku sebesar:

$$Q_{\text{cacing}} = m \text{ cacing} \cdot C_p \text{ cacing} \cdot \Delta T_{\text{cacing}}$$

$$= (300 \text{ kg}) \cdot (3,55 \text{ kJ/(Kg.k)}) \cdot (306 - 255)$$

$$= 54,315 \text{ kJ}$$

Dari besar kalor pendingin di atas maka dapat dihitung beban produk sebagai berikut:

$$q_{\text{produk}} = \frac{Q_{\text{cacing}}}{t_{\text{pendinginan}}} = \frac{54.315 \text{ Kj}}{24 \times 3600} = \frac{54315000}{24 \times 3600} = 628 \text{ watt}$$

Beban Peralatan

Beban peralatan yang dihitung dalam perancangan tempat menyimpan cacing darah beku hanyalah beban pada kipas yang digunakan di *evaporator*. Pada *evaporator* ini menggunakan kipas yang memiliki kapasitas 20 W dan menyala selama 24 jam.

$$Q_{\text{kipas}} = \frac{\text{kapasitas kipas} \times \text{lama penggunaan}}{24 \text{ jam}}$$

$$= 20 \text{ W} \times \frac{24 \text{ jam}}{24 \text{ jam}}$$

$$= 20 \text{ W}$$

Beban Total Refrigerasi

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{total}} &= Q_{\text{transmisi}} + Q_{\text{infiltrasi}} + Q_{\text{produk}} + Q_{\text{peralatan}} \\
 &= 304,68 \text{ watt} + 1,892 \text{ watt} + 20 \text{ watt} + 628 \text{ watt} \\
 &= 954,5 \text{ watt} \\
 \text{Safety factor} &= (954,4 \times 10\%) + Q_{\text{total}} \\
 &= 95,45 + 954,5 \\
 &= 1.049,95 \text{ watt} \\
 &= 1,04995 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Setelah ditambahkan perhitungan *safety factor* maka beban total refrigerasi sebesar 1,04995 kW

Perhitungan Untuk Mesin Refrigerasi

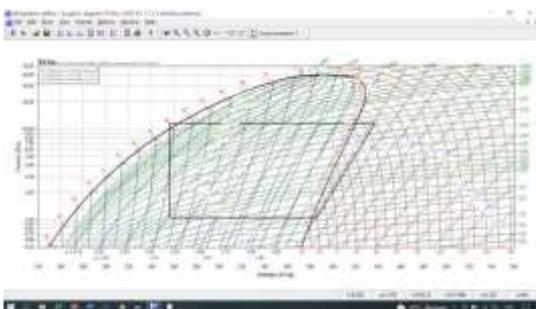
Berdasarkan pertimbangan dalam perancangan, maka berikut adalah data-data yang akan digunakan untuk proses perhitungan dan pemilihan mesin-mesin refrigerasi:

Temperatur *evaporator* ditetapkan sebesar -25 °C dengan pertimbangan bahwa perbedaan temperatur *evaporator* dan ruangan penyimpanan 7°C.

Untuk temperatur ruangan ditetapkan -18 °C, temperatur kondensor juga ditetapkan sebesar 45 °C. Hal ini dikarenakan kondensor yang digunakan adalah kondensor berpendingin udara dengan temperatur udara sekitar bisa mencapai 33 °C.

Beban refrigerasi yang dibutuhkan *evaporator* adalah sebesar 1.049,95 Watt atau 1,04995 kW.

Dalam perancangan ini ditetapkan pemakaian *superheating* dan *subcooling* masing-masing sebesar 5 °K dengan tujuan untuk memastikan fasa *refrigerant* yang masuk ke kompresor murni hanya berupa gas dan fasa yang masuk ke *expansion valve* murni berupa *liquid*.



Gambar 3.2 hasil penarikan *coolpack*
 Sumber: Aplikasi *Software coolpack*

Menentukan Komponen Refrigerasi

Berdasarkan perhitungan-perhitungan dalam perancangan diatas, maka berikut ini adalah langkah menentukan komponen refrigerasi.

Menentukan Kompresor

Dari perhitungan data menggunakan *coolselector* adalah kompresor berjenis *reciprocating* Model GS34TG.



Gambar 3.3 Hasil kompresor dari aplikasi *coolselector*

Sumber: Aplikasi *Software Coolselector 2*

Keunggulan Reciprocating Compressor

- Kompresor torak mempunyai efisiensi volumetrik yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis kompresor yang lain, sehingga kompresor ini akan menghasilkan kapasitas udara yang besar.
- Debu dan pasir tidak mudah masuk kedalam silinder karena udara yang dihisap harus melalui saringan udara sebelum udara tersebut masuk silinder melalui katup isap. Dalam hal ini silinder dan piston tidak akan cepat rusak akibat kotoran yang masuk ke dalam silinder.
- Kompresor torak memiliki konstruksi yang lebih sederhana, sehingga penggunaannya lebih ekonomis.
- Memiliki rasio kompresi yang lebih besar.

Menentukan Kondensor

Besarnya daya yang diperlukan oleh kondensor dapat diketahui dari efek refrigerasi dan daya kompresor yang dibutuhkan. Proses

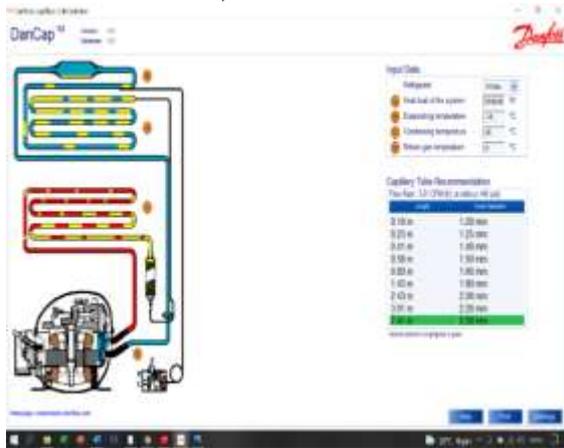
kondensasi terjadi dari titik 2 ke titik 3, sehingga daya kondensasi (q_{kon}) yang dibutuhkan adalah:

$$\begin{aligned} Q_{kon} &= q_{evap} + W_k \\ &= 1.049,95 + 417,03 \\ &= 1.466,98 \text{ W} \\ &= 1,46698 \text{ kW} \end{aligned}$$

Menentukan Pipa Kapiler

Untuk ukuran pipa kapiler yang dipakai pada perancangan ini adalah:

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 7,41 \text{ m} \\ \text{Diameter} &= 2,50 \text{ mm} \end{aligned}$$



Gambar 3.4 Hasil untuk penentuan pipa kapiler menggunakan *software danfoss*
Sumber: Aplikasi *Software DanCap*

Menentukan Evaporator

Berdasarkan hasil total pendinginan yang didapat yaitu sebesar 1,04988 kW, maka *evaporator* harus mempunyai

kapasitas beban pendinginan sebesar 1,04988 kJ/s.

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan perancangan *freezer box* jenis *chest freezer* casing darah beku untuk pakan ikan hias dengan kapasitas 300 kg dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam pertimbangan perhitungan beban pendingin perlu diketahui beban transmisi, beban infiltrasi, beban produk dan beban pendinginnya.
2. peralatan sehingga nantinya dapat diketahui total beban pendinginnya.
3. Beban pendingin total pada *chest freezer* setelah ditambahkan *safety factor* adalah sebesar 1,04995 kW.
4. COP mesin *chest freezer* pada perencanaan adalah sebesar 2,55. Nilai
5. Efisiensi 0,79 atau 79%, dan daya kompresornya adalah sebesar 0,417031016 kW atau 417,03 watt.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahri, Syamsul dan Zamzam, Fahkry. 2015 *Model Penelitian Kuantitatif Berbasis Semamos*. Yogyakarta: Deepublish.
- Priyono. 2016 *Metode Penelitian Kuantitatif*. Surabaya: Zifatama Publishing. Hal 1.
- Agustina Ema, Sani Anwar Almadora, Aminullah Solin. 2016 *Perencanaan Mesin Mini Freezer Pengawetan Ikan Giling 20 kg*. Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Sekayu.