

# **DESAIN DAN ANALISIS SISTEM PENDINGIN KAPAL TRADISIONAL PENANGKAP IKAN 30 GT PANTAI UTARA LAMONGAN**

**Dimas Bayu Aji Saputra<sup>1\*</sup>, M. Anis Mustaghfirin<sup>2</sup>, Benedicta Dian Alfanda<sup>3</sup>**

*Program Studi Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia<sup>1\*</sup>*

*Program Studi Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia<sup>2</sup>*

*Program Studi Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia<sup>3</sup>*

Email: [dimassaputra@student.ppns.ac.id](mailto:dimassaputra@student.ppns.ac.id)<sup>1\*</sup>; [mustaghfirin@ppns.ac.id](mailto:mustaghfirin@ppns.ac.id)<sup>2\*</sup>; [benedictadian@ppns.ac.id](mailto:benedictadian@ppns.ac.id)<sup>3\*</sup>

---

**Abstract** - There are several methods to cool fishermen's catches, namely the full ice block method, the full refrigeration system method, and the combined ice method and refrigeration system. Among these methods, the full ice block method is the most commonly chosen method by traditional fishermen because the use of this method is considered cheaper than other methods. However, in terms of the quality of the fish cooled by this method, it is lacking. In this study a calculation of the cooling load of the hold is carried out which will produce a cooling system using RSW (Refrigerated Seawater) with the software method and will produce a suitable RSW design for the Ijon-in fishing boat hold. In addition, the calculation of the economic aspects of the use of RSW will be carried out compared to conventional systems. The results of this study found that the cooling requirement for the hatch was 10.9847064 Kw, therefore the compressor used had a cooling capacity of 13.35 kW. Then we get a condenser design with a shell diameter of 350 mm and a tube diameter of 25.4 mm and an evaporator design with a shell diameter of 600 mm and a tube diameter of 12.7 mm.

**Keyword:** Traditional Ship, RSW, Hold, Refrigeration System, Block ice.

---

## **Nomenclature**

|          |   |
|----------|---|
| kg       | : kilogram                                  |
| mm       | : milimeter                                 |
| W        | : Watt                                      |
| K        | : Kelvin                                    |
| V        | : Volume                                    |
| °C       | : Derajat Celcius                           |
| $\rho$   | : Massa jenis air laut (kg/m <sup>3</sup> ) |
| T        | : Temperatur                                |
| cp       | : Kalor jenis ikan (kJ/kgC)                 |
| Vs       | : Kecepatan                                 |
| B        | : Lebar kapal                               |
| H        | : Tinggi kapal                              |
| $\theta$ | : Derajat waktu langkah putaran             |

## **1. PENDAHULUAN**

Perkembangan dunia bisnis pada masa ini telah mencapai masa keemasannya karena memiliki pertumbuhan yang sangat pesat. Begitu pula usaha bisnis yang bergerak di bidang perikanan seperti nelayan, agen ikan, serta pemilik kapal nelayan tradisional. Bisnis usaha bidang tersebut merupakan jenis bidang yang tak kenal musim namun memiliki resiko yang sulit untuk ditebak seperti resiko cuaca ekstrem,

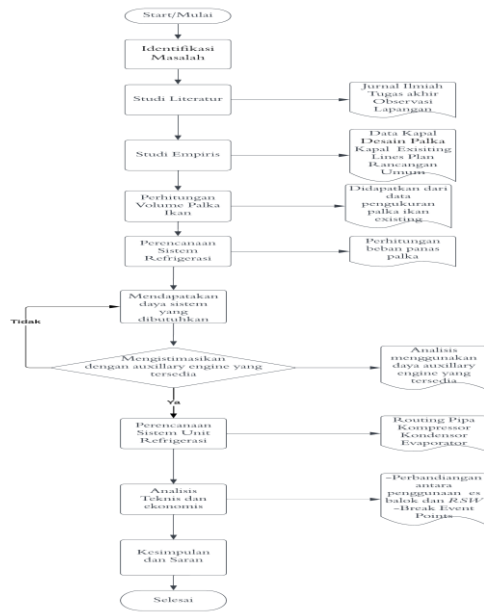
resiko kapal bocor dan lain sebagainya. Namun, hal tersebut merupakan permasalahan yang telah ada sejak dahulu dan nelayan-nelayan tradisional membutuhkan inovasi baru tentang kemampuan untuk menjaga dan mengatasi hal tersebut. Sama halnya dengan nelayan di Pelabuhan Perikanan Nusantara Brondong yang merupakan salah satu pusat sentral kegiatan perikanan laut yang berlokasi di Jalan PPDI Kelurahan Jompong Kecamatan Brondong Kabupaten Lamongan. Pelabuhan ini menjual berbagai jenis ikan dan hasil laut lainnya serta menyediakan berbagai kebutuhan penunjang nelayan yang cukup lengkap. Oleh karena itu perlu adanya inovasi baru untuk membantu para nelayan agar mendapatkan kualitas yang maksimal dan meningkatkan hasil dari nelayan.

Sistem yang ada di nelayan saat ini, yaitu dengan cara memasukkan es balok di dalam palka ikan. Sistem ini membutuhkan biaya yang cukup banyak untuk nelayan, karena nelayan sekali berangkat memerlukan 800-1000 balok es, sedangkan harga untuk 1 balok es Rp.12.000 untuk biaya es saja nelayan memerlukan Rp.9.600.000-Rp.12.000.000 juga dari berat beban yang harus ditanggung 1 balok beratnya 25 kg berarti antara 20-25 ton tentunya akan

mempengaruhi konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan sangat memberatkan untuk nelayan.

**2. METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam melakukan penelitian diperlukan diagram alir agar mudah dipahami dan diikuti prosesnya. Diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah :



Gambar 1 Langkah-langkah Pelaksanaan Penelitian

**2.1 Dimensi Objek Kapal Ijon-ijon**

Data dimensi palka ikan yang akan analisis adalah sebagai berikut :

- Panjang (P) : 12,5 m
- Lebar(L) : 7 m
- Tinggi(H) : 4,5 m
- Sarat Air(T) : 1,6 m
- Kecepatan(Vs) : 8 Knots

**2.2 Dimensi Palka dan Kapasitas Muatan Palka**

Data dimensi palka tengah dan samping ikan yang akan analisis adalah sebagai berikut :

- Panjang (P) : 1 m
- Lebar(L) : 1,4 m
- Tinggi (H) : 3 m

$V=4.2 \text{ m}^3 \times 0,5 \text{ Ton/m}^3$

$V=2,1 \text{ Ton}$

- Panjang (P) : 1 m

- Lebar(L) : 1,05 m

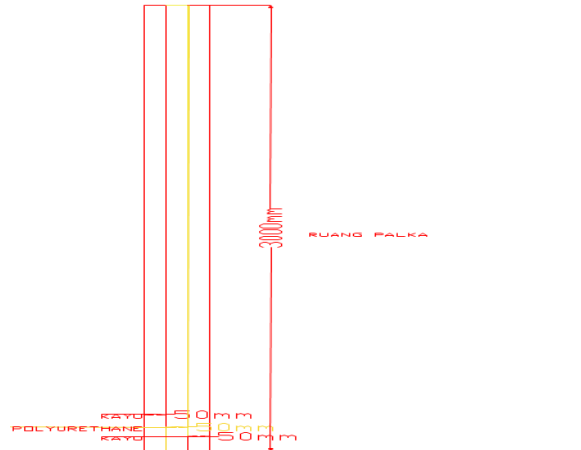
- Tinggi (H) : 3 m

$V=4,2 \text{ m}^3 \times 0,5 \text{ Ton/m}^3$

$V=1,575 \text{ Ton}$

**2.3 Perhitungan beba panas**

**A. Konfigurasi dinding Palka**



Gambar 2 Konfigurasi Palka dinding Existing

**B. Perhitungan Tahanan dinding palka**

Tabel 1 Nilai Tahanan Dinding Palka

| Rkayu | RPolyurethane | Rkayu setelah polyurethane | Rkonveksi | Satuan           |
|-------|---------------|----------------------------|-----------|------------------|
| 0,352 | 2,1739        | 0,352                      | 0,352     | $\frac{W}{m^2K}$ |
| 11267 | 13043         | 11267                      | 11267     |                  |
| 6     |               | 6                          | 6         |                  |

[1],[2]

**C. Perhitungan beban panas palka**

$Qd = U \times A \times Td$

Dimana[3]

Qd = Laju perpindahan panas melalui dinding (w)

A = Luas dinding 4,2 (m<sup>2</sup>)

$U = 1/(Rkayu \text{ kond} + Polyokond + Rkayu \text{ kond} + Rkonveksi)$

$U = 1/(0,352 \times 11267 + 2,1739 \times 13043$

$+ 0,352 \times 11267 + 0,527788643)$

$U = 0,29360582$

Td = Perbedaan suhu luar dan dalam palka °K

Td = Suhu udara luar 305 °K dan suhu desain 263 °K, maka Td= 42 °K

$Qd = 0,29360582 \times 4,2 \times 42$

$Qd = 51.7920666 \text{ Watt}$

**D. Perhitungan beban panas ikan**

$Q \text{ ikan} = m \text{ ikan} \times cp \text{ ikan} \times \Delta T$

$Q \text{ ikan} = 2100 \text{ kg} \times 3,854 \text{ kJ/kgC} \times 39,44$

$C = 319203.696 \text{ Kj}$

Perhitungan beban panas laten ikan ikan.

Dengan menggunakan rumus

$Qlaten \text{ ikam} = m \text{ ikan} \times L \text{ ikan}$

Dimana

$m \text{ Ikan} = \text{Massa ikan } 2100 \text{ kg/hari}$

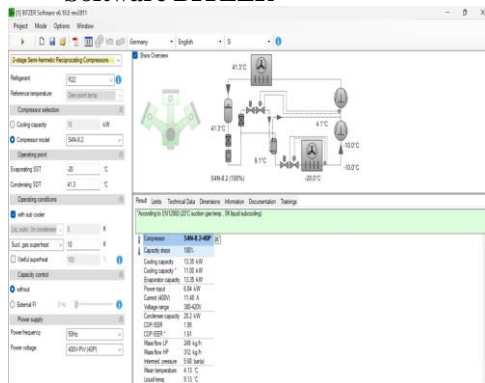
$L \text{ ikan} = \text{k calor laten ikan } 227 \text{ Kj/kg}$

$Qlaten \text{ ikam} = 2100 \text{ kg} \times 227 \text{ Kj/kg}$

$Qlaten \text{ ikam} = 476700 \text{ Kj}$

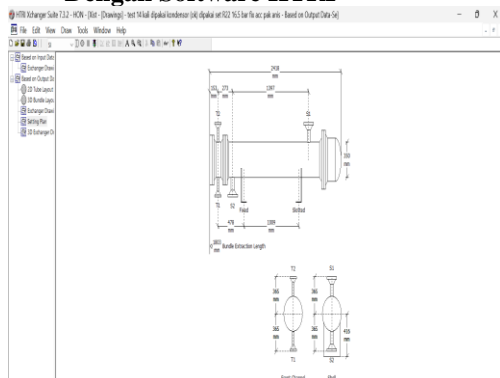
Perhitungan beban panas ikan suhu beku ke suhu desain.  
 Dengan menggunakan rumus  
 $Q (-10^{\circ}\text{C}) = m \text{ ikan} \times c_p \text{ ikan} \times \Delta T$   
 Dimana  
 $m \text{ Ikan} = \text{Massa ikan } 2100 \text{ kg/hari}$   
 $c_p \text{ ikan} = \text{k calor spesifik ikan di } -10^{\circ}\text{C}$   
 $5,3339 \text{ Kj/kg}$   
 $\Delta T = \text{suhu desain} - \text{suhu ikan beku}$   
 $\Delta T = -10^{\circ}\text{C} - (-9,44^{\circ}\text{C})$   
 $\Delta T = 0,56^{\circ}\text{C}$   
 $Q (-10^{\circ}\text{C}) = 2100 \text{ kg} \times 5,3339 \text{ Kj/kg} \times 0,56^{\circ}\text{C}$   
 $Q (-10^{\circ}\text{C}) = 6272,6664 \text{ Kj}$   
 $Q_{\text{ikan total}} = 319203,696 \text{ Kj} + 476700 \text{ Kj} + 6272,6664 \text{ Kj}$   
 $Q_{\text{ikan total}} = 802176,3624 \text{ Kj}$   
 $Q_{\text{total}} = (Q_{\text{ikan total}}) / (\text{lama waktu pembekuan})$   
 $Q_{\text{total}} = (802176,3624) / (24 \times 3600)$   
 $Q_{\text{total}} = 9,336240705 \text{ Kw} \times 10\%$   
 (safety factor)  
 $Q_{\text{total}} = 10,9847064 \text{ Kw}$

**2.4 Pemilihan Kompresor Menggunakan Software BITZER**

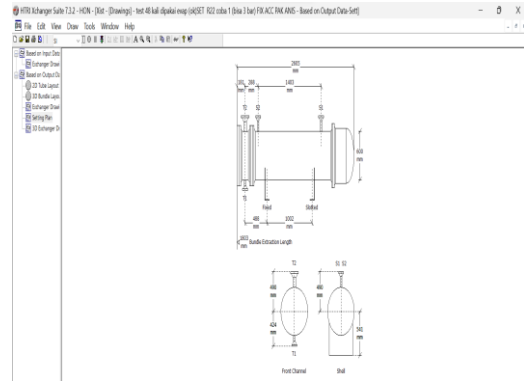


Gambar 2 Pemilihan kompresor di BITZER

**2.5 Desain Kondensator dan Evaporator Dengan Software HTRI**



Gambar 3 Hasil desain kondensator di HTRI



Gambar 4 Hasil desain evaporator di HTRI

**2.6 Perhitungan Pompa Kondensator dan Evaporator**

$$P = \frac{Hl \times p \times Q \times g}{Eff \text{ Pompa}}$$

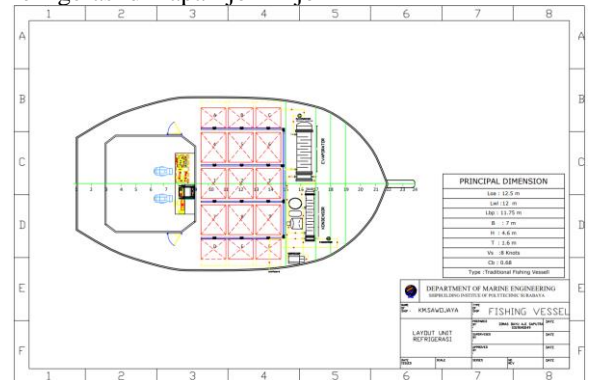
Dimana[4]

- Hl = Head loss pompa (m)
- p = massa jenis air laut (kg/m<sup>3</sup>)
- Q = debit aliran (m<sup>3</sup>/h)
- g = gaya gravitasi (kgm/s<sup>2</sup>)

Eff Pompa = Efisiensi pompa  
 $P_{\text{evap}} = (11,125 \times 1025 \times 0,014 \times 9,81) / 0,85$   
 $P_{\text{evap}} = 1868,975232 \text{ watt} / 1,86897 \text{ kW}$   
 $P_{\text{kond}} = (15,125 \times 1025 \times 0,014 \times 9,81) / 0,85$   
 $P_{\text{kond}} = 2531,438762 \text{ watt} / 2,5314 \text{ kW}$

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Setelah semua dipilih dan didesain, maka akan dilakukan desain di lay out kapal. Kemuda akan menghasilkan desain unit refrigrerasi di kapal ijon – ijon



Gambar 5 Layout unit refrigeraasi

Analisis ekonomis dalam penelitian ini adalah perbandingan biaya untuk menjaga kualitas muatan ikan antara pendinginan yang memakai bahan es balok / es batu dengan pendinginan yang menggunakan sistem RSW. Es Balok Berdasarkan wawancara dengan nakhoda kapal dan supplier es balok harga 1 es balok Rp 12.000, biaya yang diperlukan untuk sekali melaut

biaya es balok = jumlah es balok x harga es  
 = 800-1000 balok x Rp 12.000

=Rp 9.600.000-Rp 12.000.000  
Sehingga untuk biaya operasional 1 tahun Rp.115.200.000-Rp.144.000.000,-  
RSW dalam operasional menggunakan sistem pendingin RSW tidak membutuhkan biaya tambahan terkecuali biaya pembuatan. Biaya Kapal- total pembuatan sistem RSW ini diestimasikan sama dengan pembuatan chiller kapasitas 15 kW dengan harga Rp. 285.513.000  
Jadi untuk membuat sistem pendingin RSW ini membutuhkan waktu 2 tahun dari biaya yang dibutuhkan operasional menggunakan es balok.[5]

#### 4. KESIMPULAN

1. Kapasitas palka ikan didapatkan 2,1 ton untuk palka tengah dan untuk palka samping 1,575 ton
2. Berdasarkan perhitungan beban panas yang dibutuhkan untuk siste refrigerasi palka ikan 10,98074 kW
3. Desain kondesor didapatkan diameter shell 350 mm dan diameter tube 25,4 mm.Desain evaporator didapatkan diameter shell 600 mm dan diameter tube 12,7 mm. Kompresor yang didapatkan melalui software BITZER dengan tipe S4-8-2-40P dengan cooling capacity 13,35 Kw.Pompa untuk aliran evaporator denga daya 2,531438762 kW serta pompa untuk aliran kondensor 1,868975232 kW
4. Biaya pembuatan sistem RSW ini sama dengan biaya operasional menggunakan es balok selama 2 tahun.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Allah SWT atas berkat, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan aman, selamat, lancar, dan barokah.

Orang tua yang telah membesarkan penulis, membiayai sekolah penulis, selalu memberikan banyak nasehat, semangat, doa, kasih sayang,

dan meteri yang tidak dapat penulis ucapkan satu persatu.

1. Bapak Ir. Eko Julianto, M.Sc., MRINA. selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
2. Bapak Dr. Priyo Agus Setiawan, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Permesinan Kapal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
3. Ibu Ir. Emie Santoso, M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Permesinan Kapal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
4. BapakDr.Eng.M.Anis Mustaghfirin,ST., MT sebagai Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan banyak ilmu baru yang penulis peroleh dari penyelesaian Tugas Akhir.
5. Ibu Benedicta Dian Alfanda ST.MT sebagai Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan banyak ilmu baru yang penulis peroleh dari penyelesaian Tugas Akhir.

#### 6. PUSTAKA

- [1] A. Prasojo and J. Sulisty, "Konduktivitas panas empat jenis kayu dalam kondisi kadar air yang berbeda 1 2," pp. 97–101, 2002.
- [2] F. T. Arighi, Ivan, "Cooling Management Sistem Refrigerasi pada Cold Storage Bahan Makanan dengan Variasi Beban Pendinginan," 2018.
- [3] Stephan and Razali, "Perencanaan sistem pendingin palka ikan menggunakan tenaga surya," *Inovtek*, vol. 4, no. 2, pp. 98–105, 2014.
- [4] M. A. Kurniawan and A. Baheramasyah, "Desain Sistem Spray RSW ( Refrigerated Sea Water )," vol. 3, no. 1, 2014.
- [5] Sungkono and J. Said, "Perancangan cold storage pada kapal nelayan tradisional terhadap penekanan biaya operasional dan kualitas ikan," *J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 17, no. 2, pp. 138–144, 2022, doi: 10.36289/jtmi.v17i2.302.