

Perhitungan Daya Kompresor dan Beban Kalor Pada Hasil Tangkapan Ikan Laut

Boby Wisely Ziliwu^{1*}, Darel Aprilio Muharram²

¹Program Studi Mekanisasi Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Sorong

²Program Studi Permesinan Kapal, Politeknik Kelautan dan Perikanan Dumai

¹Jln. Kapitan Pattimura, Tanjung Kasuari, Suprau, Sorong – Papua Barat Daya

²Jl. Wan Amir, Kelurahan Pangkalan Sesai, Dumai, Riau

E-mail: bobyzil@polikpsorong.ac.id¹, darelaprilio@gmail.com²

Info Naskah:

Naskah masuk: 25 April 2023

Direvisi: 20 Juni 2023

Diterima: 29 Juni 2023

Abstrak

Pada kapal perikanan mesin refrigerasi sangat dibutuhkan, karena tujuan penangkapan adalah untuk menangkap ikan sebanyak mungkin dan menjaga kualitas mutu hasil tangkapan. Pada umumnya kapal perikanan menggunakan mesin refrigerasi mekanik dalam usaha mempertahankan mutu hasil tangkapan hingga ke tangan konsumen. Dari hasil pengecekan produk yang masuk ke palka dapat diketahui rata-rata temperatur awal ikan masuk ke palka sebesar 11,7 °C. Temperatur akhir produk ikan setelah melalui proses pembekuan adalah sebesar 2,075 °C. Total perhitungan beban produk adalah 101,1 KW dan rata-rata beban kalor produk pada palka adalah sebesar 9,1 kJ/s. Dengan mengetahui tekanan hisap, buang dan temperatur kerja kompresor melalui lembar kerja yang dijurnalkan setiap hari, serta temperatur pada pipa setelah kondensor, dan katup ekspansi menggunakan diagram Mollier R-22 serta tabel *Saturation Properties-Temperature* R-22 maka diketahui daya kompresor rata-rata sebesar 1,9 kW dan COP Aktual rata-rata sebesar 4,6 KJ/Kg. Hasil total perhitungan daya kompresor sebesar 20,96 KW dengan pemakaian rata-rata 1,9 KW. Hasil total perhitungan COP aktual sebesar 51,4 dengan rata-rata 4,6.

Keywords:

fishing;
machine;
refrigeration;
pressure;
saturation;
generator

Abstract

A refrigeration machine is needed on a fishing boat because the purpose of catching is to catch as many fish as possible and maintain the quality of the catch. In general, fishing vessels use mechanical refrigeration machines in an effort to maintain the quality of the catch up to the hands of consumers. The results of checking products that enter the hold showed the average initial temperature of the fish entering the hold was 11,7 °C. The final temperature of fish products after going through the freezing process is 2,075 °C. The total product load calculation is 101,1 KW and the average product heat load on the hold is 9,1 KJ/s. By knowing the suction pressure, exhaust, and working temperature of the compressor through a worksheet that is journalized every day, as well as the temperature in the pipe after the condenser, and the expansion valve using the Mollier R-22 diagram and the Saturation Properties-Temperature R-22 table, it is known that the average compressor power average of 1,9 KW and actual COP averaging is 4,6 KJ/Kg. The total compressor power result calculation is 20,96 KW with an average usage of 1,9 KW. The total result of the COP actual calculation is 51,4 with an average of 4,6.

***Penulis korespondensi:**

Boby Wisely Ziliwu

E-mail: bobyzil@polikpsorong.ac.id

1. Pendahuluan

Refrigerasi memiliki hubungan yang erat dengan pendinginan, dimana pendinginan tersebut diartikan sebagai proses pelepasan kalor dari objek zat yang akan dikehendaki [6]. Pendinginan digunakan sesuai dengan kebutuhan masing-masing yang ingin melakukan pendinginan tersebut [7]. Namun secara umum, tujuan dari pendinginan adalah membuang panas dari suatu zat sehingga temperaturnya menjadi lebih rendah, mengubah wujud suatu zat seperti mengubah air menjadi es serta mempertahankan temperatur dari zat tersebut [13]. Dalam hal ini sistem refrigerasi merupakan hal yang penting bagi kapal perikanan, karena sebagian besar untuk menampung hasil tangkapan ikan yang akan dimasukkan ke dalam palka serta dapat mengawetkan ikan sehari-hari lamanya [8]. Komponen utama pada sistem refrigerasi adalah kompresor.

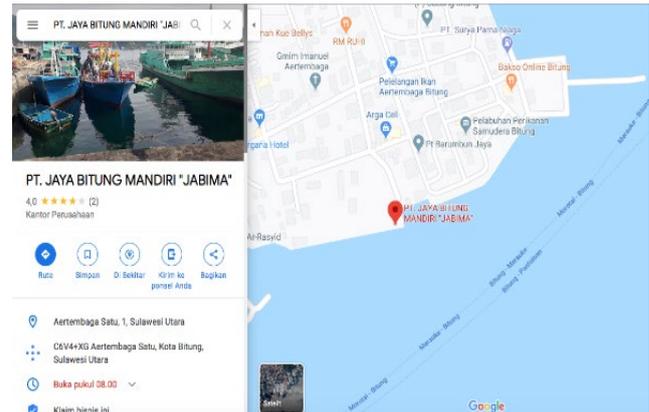
Kompresor digunakan untuk menghisap dan menaikkan tekanan uap refrigerant yang berasal dari evaporator [10]. Refrigeran yang masuk ke dalam kompresor harus benar-benar berfasa uap [15]. Adanya cairan yang masuk ke kompresor dapat merusak piston, silinder, piston ring dan batang torak [14]. Karena itu, beberapa jenis mesin refrigerasi dilengkapi dengan *liquid receiver* untuk memastikan refrigeran yang dihisap oleh kompresor yang telah berfasa uap [1]. Siklus kompresi uap dapat dilihat menggunakan bantuan diagram besaran entalpi tekanan [2]. Besaran-besaran ini adalah kerja kompresi laju pengeluaran kalor, dampak refrigerasi. Komponen yang digunakan untuk mengambil kalor dari suatu ruangan atau suatu benda yang bersentuhan dengannya. Pada evaporator terjadi pendidihan (*boiling*) atau penguapan (*evaporation*), atau perubahan fasa refrigerant dari air menjadi uap [11]. Refrigerant pada umumnya memiliki titik didih -41°C . dengan demikian, refrigerant mampu menyerap kalor pada temperatur yang sangat rendah [3].

Kompresor pada sistem refrigerasi kompresi uap berfungsi untuk memompa uap refrigerant dari tekanan rendah menjadi uap refrigerant bertekanan tinggi. Uap refrigerant tersebut menjadi bertekanan tinggi sebagai akibat dari kerja yang diberikan kompresor pada refrigerant (W) [12]. Atau dengan kata lain kerja kompresor dihitung dari selisih antara entalpi refrigerant keluaran dan masukan kompresor dikalikan dengan massa refrigerant yang melewatinya [9]. Karena refrigerant yang melewati kompresor mengalir dengan kecepatan tertentu, akan sulit untuk menghitung sejumlah massa refrigerant yang melewatinya [5].

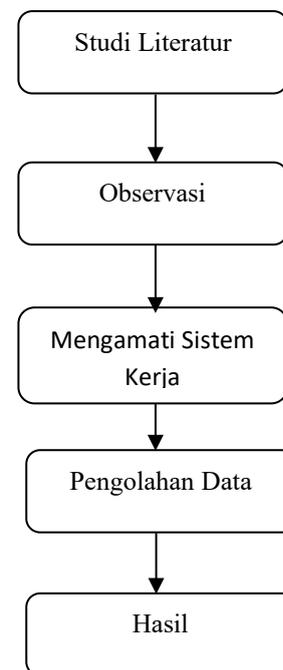
Pada penelitian ini akan dilakukan sebuah perhitungan daya kompresor dan beban kalor pada hasil tangkapan ikan. Perhitungan daya kompresor yang akan dihitung dilakukan pada mesin pendingin (refrigerasi) khusus tempat penyimpanan ikan-ikan serta akan dihitung beban kalor yang terdapat pada penyimpanan ikan-ikan yang terdapat di mesin pendingin (refrigerasi). Riset sebelumnya hanya menganalisa beban kalor pada hasil tangkapan ikan serta mengetahui beban panas pada ruang pendingin, dan mengetahui jumlah es yang terdapat pada palka atau penyimpanan ikan sementara [16].

2. Metode

Penelitian ini dilaksanakan selama kurang lebih 4 bulan, mulai dari bulan Maret 2020 – Juni 2020 dan berlokasi PT. Jaya Bitung Mandiri, Kota Bitung, Sulawesi Utara dengan menggunakan sebuah kapal Pukat Cincin (*Purse Seine*). Kapal ini terbuat dari bahan dasar kayu berlapis fiber dan memiliki 10 unit palka untuk menyimpan ikan-ikan hasil tangkapan. Pada Gambar 1 merupakan peta lokasi pengambilan data, dan metode penelitian dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Data



Gambar 2. Diagram blok penelitian

Dari diagram blok pada Gambar 2 dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Studi literature dengan cara mencari, mengumpulkan, dan mempelajari bahan-bahan referensi yang berkaitan dengan penelitian.

- b. Observasi dilakukan dengan cara mengamati langsung proses pembekuan ikan serta mempelajari komponen unit refrigerasi.
- c. Mengamati sistem kerja refrigerasi, mengukur, dan mengambil data-data yang diperlukan dalam penelitian ini seperti suhu ikan dan daya kompresor. Pada sistem kerja ini, dibutuhkan beberapa sampel ikan yang akan dijadikan objek penelitian untuk diambil suhu dari badannya.
- d. Mengolah data hasil pengujian dan melakukan perhitungan. Pada tahap ini akan diambil suhu dari jenis ikan yang telah dijadikan objek guna untuk mendapatkan beban kalor dari dalam tubuhnya. Serta akan dihitung juga daya kompresor pada refrigerant tempat penyimpanan ikan.
- e. Hasil dari penelitian ini bertujuan untuk menentukan beban produk dari hasil tangkapan ikan serta rata-rata kalor ikan tersebut. Selain tujuan penelitian tersebut akan dicari juga daya kompresor dan COP aktual harian.

Besarnya kerja kompresi tersebut dapat dihitung berdasarkan data dari siklus refrigerasi kompresi uap tersebut pada diagram Tekanan – Enthalpy (p – h) [4]. Besarnya nilai kerja suatu kompresor dapat ditentukan menggunakan rumus (1):

$$W_{\text{kompresor}} = m (h_2 - h_1) \quad (1)$$

Dimana:

- W_{komp} = Kerja kompresor, kJ
 m = Massa laju refrigerant yang melewati kompresor, kg/s
 h_2 = Entalpi refrigerant keluaran kompresor, kJ/kg
 h_1 = Entalpi refrigeran masukan kompresor, kJ/kg

3. Hasil dan Pembahasan

Untuk pengambilan data, digunakan sebuah kapal Pukat Cincin (*Purse Seine*). Adapun Rute kapal ini ialah Bitung – Ternate – Maluku - Sorong. Gambar 3 menunjukkan kapal Pukat Cincin (*Purse Seine*) dengan nama KM Jaya Bali Mandiri 10. Kapal inilah yang digunakan untuk penulis mengambil data guna mendukung kegiatan penelitian.

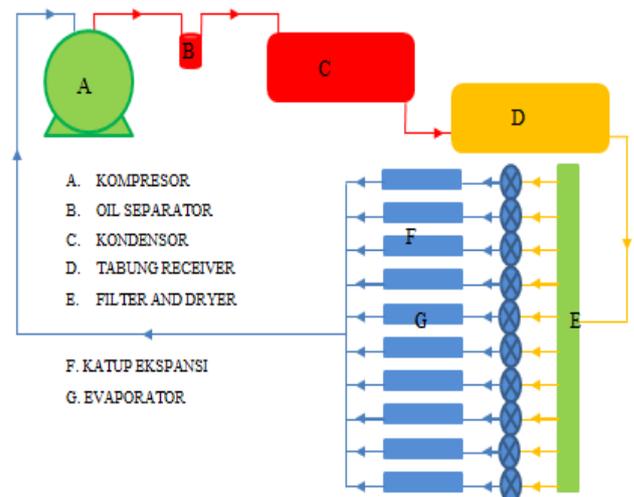


Gambar 3. Kapal KM Jaya Bali Mandiri 10

Spesifikasi kapal KM. Jaya Bali Mandiri 10 dapat dilihat pada tabel 1. Pada dasarnya semua mesin refrigerasi memiliki sistem kerja yang sama, komponen dan siklusnya pun demikian. Dari pengamatan yang telah dilakukan di lapangan dapat digambarkan siklus kerja mesin refrigerasi seperti pada Gambar 4.

Tabel 1. Spesifikasi Kapal KM. Jaya Bali Mandiri 10

Nama Kapal	KM. Jaya Bali Mandiri 10
Pemilik Kapal	PT Jaya Bitung Mandiri
Tanda Pengenal Kapal	A/715/KP-PS/003849
Berat Kotor (GT)	90 GT
Asal Kapal	Bali
Negara Asal	Indonesia
Jumlah ABK	32 Orang
Panjang Kapal	24,3 Meter
Lebar Kapal	7,18 Meter
Dalam Kapal	3 meter
<i>Fishing ground</i>	Maluku
Jenis Alat Tangkap	<i>Purse Seine</i> (Pukat cincin)
Kecepatan Maksimal	9 Knot
Kapasitas Bahan Bakar	10 Ton
Jenis Propeller	<i>Fixed Pitch Propeller</i>
Jumlah Daun Kemudi	1 buah
Sistem Kemudi	Hidrolik



Gambar 4. Siklus Kerja Unit Refrigerasi KM. Jaya Bali Mandiri 10

Gambar 4 dapat diketahui siklus dari kerja mesin refrigerasi dan refrigerantnya. Jika diuraikan secara singkat adalah sebagai berikut:

- a) Gas refrigerant yang bertekanan dan temperatur rendah dihisap oleh kompresor agar tekanannya tinggi dan temperaturnya tinggi.
- b) Gas refrigerant dengan tekanan dan temperaturnya tinggi dari kompresor kemudian diteruskan ke oil separator untuk memisahkan oli yang mungkin ikut terbawa dengan gas refrigerant. Dari oil separator gas refrigerant diteruskan ke kondensor.
- c) Di kondensor gas refrigerant mengalami proses kondensasi/pengembunan karena terjadi di penyerapan panas gas refrigerant dengan temperatur air laut yang temperaturnya lebih rendah (*heat exchanger*) sehingga

gas refrigerant berubah menjadi dalam bentuk cair dengan temperatur normal.

- d) Dari kondensor cairan refrigerant kemudian ditampung di receiver.
- e) Dari receiver cairan refrigerant diteruskan menuju katup ekspansi dengan terlebih dahulu melalui filter dryer agar kotoran dan uap-uap air yang masih ikut terbawa dengan cairan refrigerant dapat diserap.
- f) Di katup ekspansi cairan refrigerant mengalami proses jatuh tekan sehingga tekanan menjadi rendah. Gas refrigerant dari katup ekspansi kemudian diteruskan ke evaporator yang berada pada palka untuk menyerap panas produk.
- g) Gas refrigerant dari evaporator kemudian disalurkan kembali ke kompresor, gas refrigerant yang masih dalam keadaan bertekanan rendah dan bertemperatur rendah kembali dihisap oleh kompresor. Demikian berlangsung daur kompresi secara terus-menerus selama tidak terjadi masalah.

Produk yang masuk ke dalam palka terdiri dari beberapa ikan. Sebagai contoh, cara perhitungan beban refrigerasi pada produk tersebut, diambil pada tanggal 17 Maret 2020.

$m = 3000 \text{ kg}$
 $T_1 = 30.6^\circ\text{C}$
 $T_2 = 1.5^\circ\text{C}$
 $CP \text{ Fresh Ikan} = 3.22 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$

$Q_1 = m \cdot CP \text{ Fresh} (T_{\text{awal}} - T_{\text{akhir}})$
 $= 1.000 \text{ kg/h} \times 3.22 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \times (11 - 1.5)^\circ\text{C}$
 $= 30.590 \text{ kJ/Kg}$
 $Q_{\text{ikan}} = Q_1$
 $= 30.590 \text{ kJ/h}$

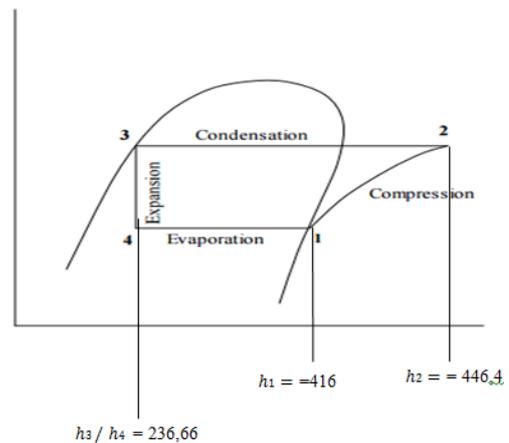
Setelah didapat total beban produk harian per jam yang masuk ke palka sehingga 30.590 kJ/h dikonversikan menjadi total beban produk harian per detik agar satuan beban tersebut menjadi kJ/s atau kW. Sehingga 30.590 kJ/h x 0.000278 kW = 8.5 kW. Sehingga Qtotal adalah 8.5 kW.

Pada tabel 2 menunjukkan sebuah total beban keseluruhan harian per trip

Perhitungan daya kompresor terlebih dahulu harus diketahui beban refrigerasi, tekanan kerja kompresor, temperatur evaporator, temperatur kondensor dan entalpinya dengan mempergunakan tabel *Saturation Properties-Temperature R-22* dan diagram Mollier R-22.

$P_{\text{komp in}} = 5 \text{ Bar}$ $T_{\text{evaporator}} = 14^\circ\text{C}$
 $P_{\text{komp out}} = 15 \text{ Bar}$ $T_{\text{kompresor}} = 73^\circ\text{C}$
 $T_{\text{ekspansi}} = -0.2^\circ\text{C}$
 $T_{\text{kondensor}} = 36.5^\circ\text{C}$

Langkah berikutnya dengan mencari entalpi dari tekanan kerja kompresor dengan menggunakan tabel *Saturation Properties-Temperature R-22* dan Diagram Mollier R-22. Gambar 5 merupakan siklus entalpi pada mesin refrigerasi. Cara kerja siklus entalpi pada mesin refrigerasi yakni fluida kerja dikompresikan di dalam kompresor dari tingkat keadaan 1 ke tingkat keadaan 2, pada tekanan tinggi fluida kerja ini diuapkan di dalam kondensor ke tingkat keadaan 3 dan kemudian diekspansikan dengan katup ekspansi ke tingkat keadaan 4 dan berevaporasi di dalam evaporator Kembali ke tingkat keadaan 1.



Gambar 5. Diagram Nilai Entalpi

Tabel 2 . Total beban keseluruhan per trip

Waktu	Lama Dingin (jam)	Beban Produk			Jenis Ikan	Q1 = Qikan = QTotal (kJ/h)	Qtot (kJ/S)
		T awal	T akhir	Berat (kg)			
Trip 1							
17/03/20	3	11	1,5	3.000	Malalugis	30.590	8,5
18/03/20	7,5	12	1,9	8.000	Malalugis	34.668	9,6
19/03/20	19	12,1	2,2	20.000	Malalugis	33.535	9,3
Trip 2							
25/03/20	6	12	2,3	7.000	Malalugis	36.418	10,1
26/03/20	7	11,9	2,3	8.000	Malalugis	35.310	9,8
27/03/20	5	11,7	2	5.000	Malalugis	31.234	8,6
28/03/20	9	12	2,7	10.000	Malalugis	33.270	9,2
Trip 3							
09/05/20	7	11	1,1	7.000	Malaguis	31.878	8,8
10/05/20	4,5	12	2,1	5.000	Malaguis	35.420	9,8
11/05/20	7	12	2,2	7.000	Malaguis	31.556	8,7
12/05/20	9,5	11,2	1,9	10.000	Malaguis	31.552	8,7
Total							101,1
Rata-Rata							9,1

Tabel 3. Perhitungan Daya kompresor

Waktu	T Kond °C	Pkomp In (Bar)	Pkomp Out (bar)	Qtot kJ/Kg	M Kg/s	Wkomp kW
Trip 1						
17/03/20	30	5	15	30.590	8,5	1,4
18/03/20	36,4	5	15	34.668	9,6	2,06
19/03/20	36,8	6	15	33.535	9,3	2,21
Trip 2						
25/03/20	36,1	5	15	36.418	10,1	2,13
26/03/20	36,3	5	15	35.310	9,8	2,06
27/03/20	36,1	5	15	31.234	8,6	1,7
28/03/20	36,6	5	15	33.270	9,2	1,99
Trip 3						
09/05/20	36,4	5	15	31.878	8,8	1,8
10/05/20	36	5	15	35.420	9,8	2,01
11/05/20	36,6	5	15	31.556	8,7	1,8
12/05/20	36,2	5	15	31.552	8,7	1,8
Total						20,96
Rata-rata						1,9

Setelah masing-masing diketahui entalpi pada setiap komponen, selanjutnya menghitung daya kompresor dengan cara:

a) Efek Refrigerasi

$$q_e = h_2 - h_1$$

$$= 416 \text{ kJ/kg} - 236.66 \text{ kJ/kg}$$

$$= 179.34 \text{ kJ/kg}$$

b) Masa Refrigeran yang mengalir

$$m = \frac{Q}{q_e}$$

$$= \frac{8,5 \text{ kJ/s}}{179,34 \text{ kJ/kg}}$$

$$= 0,047 \text{ kg/s}$$

c) Daya kompresor

$$W_{komp} = m (h_2 - h_1)$$

$$= 0,47 \text{ kg/s} (446,4 \text{ KJ/Kg} - 416 \text{ KJ/kg})$$

$$= 1,4 \text{ kW}$$

Perhitungan daya kompresor harian per trip yang ditunjukkan pada tabel 3.

Untuk perhitungan *Coefficient Of Performance* (COP) dapat dilihat seperti berikut:

$$COP_{aktual} = \frac{q_e}{h_2 - h_1}$$

$$= \frac{179.34 \text{ kJ/kg}}{446.4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 416 \text{ kJ/kg}}$$

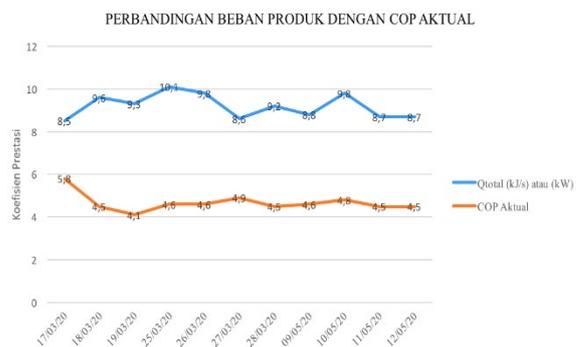
$$= 5.8$$

Tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan COP aktual harian per trip dari beban kalor ikan yang dihitung mulai dari tanggal 17 Maret 2020 hingga 12 Mei 2020. Gambar 6

merupakan sebuah grafik yang menunjukkan beban produk beserta COP aktual dan penulis mengambil salah satu sampel pada tanggal 17/03/2020. Dimana jenis kalor ikan yang didapat pada tersebut sebesar 8,5 kJ/S sedangkan untuk jumlah COP aktualnya sebesar 5,8. Hal ini akan berlanjut hingga tanggal 12/05/2020. Jadi dapat disimpulkan bahwa, gambar 6 menunjukkan perbandingan beban produk dengan COP aktual [12].

Tabel 4. Perhitungan COP harian per trip

Waktu	Qe (kJ/Kg)	h2 (kJ/Kg)	h1 (kJ/Kg)	COPaktual
Trip 1				
17/03/20	179,34	446,4	416	5,8
18/03/20	179,34	455,02	416	4,5
19/03/20	177,74	456,7	414,1	4,1
Trip 2				
25/03/20	179,34	454,18	416	4,6
26/03/20	179,34	454,18	416	4,6
27/03/20	179,34	452,2	416	4,9
28/03/20	179,34	455,02	416	4,5
Trip 3				
09/05/20	179,34	454,18	416	4,6
10/05/20	179,34	453,34	416	4,8
11/05/20	179,34	455,02	416	4,5
12/05/20	179,34	455,02	416	4,5
Total				51,4
Rata-rata				4,6



Gambar 6. Grafik beban produk dengan COP aktual

4. Kesimpulan

Komponen mesin refrigerasi yang digunakan oleh KM. Jaya Bali Mandiri 10 masih terdapat kekurangan pada komponen bantu yang pada akhirnya dapat memperbesar peluang terjadinya kerusakan pada unit refrigerasi. Hasil total perhitungan beban produk yang penulis ikuti selama penelitian adalah 101,1 kW dengan pemakaian rata-rata 9,1 kW. Hasil perhitungan beban produk yang lebih besar dibandingkan dengan kapasitas penggerak motor kompresor mengakibatkan terdapat beberapa ikan yang busuk sehingga kapal mengalami kerugian. Hasil total perhitungan daya kompresor yang peneliti ikuti selama penelitian adalah 20,96 kW dengan pemakaian rata-rata 1,9 kW. Hasil perhitungan daya kompresor yang lebih besar dibandingkan dengan spesifikasi motor listrik penggerak kompresor perlu melakukan pergantian kompresor. Hasil total perhitungan COP Aktual yang penulis ikuti selama penelitian adalah 51,4 dengan rata-rata 4,6

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada seluruh Kru kapal KM Jaya Bali Mandiri 10 yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] Siagian, S., "Perhitungan Beban Pendingin Pada Cold Storage Untuk Penyimpanan Ikan Tuna Pada PT. X", *Bina Teknika*. Vol.13, pp139-149, Juni.2017.
- [2] Silaban, E.R., "Pengaruh Kinerja Kompresor Pada Mesin Pendingin", *Jurnal Ilmiah Mekanik*. Vol.4, pp48-55, Mei.2018.
- [3] T. Darwis, "Pemahaman Tentang Sistem Refrigerasi", *Teknik SIMETRIKA*. Vol.4, pp314-318, April.2005.
- [4] Z. Bobby Wisely, S. Juniawan Preston, and Uriandi, "Perhitungan Beban Pendingin Pada Sistem Refrigerasi Air Blass Freezer", *Jurnal Teknologi Terapan*. Vol.6, pp163-171. September.2020.
- [5] B. Yuniato, "Pengaruh Perubahan Temperatur Evaporator Terhadap Prestasi Air Cooled Chilled Dengan Refrigerant R-134a Pada Temperatur Kondensor Tetap", *ROTASI*. Vol.7, pp.25-30. Juli.2005.
- [6] J. Ahmad and C. Pandu Adi, "Analisis Effisiensi Kerja Kompresor Pada Mesin Refrigerasi di PT XYZ", *Jurnal Mesin Nusantara*. Vol.5. pp86-95. Juni.2022.
- [7] Pani, Alamanda, "Mengatasi Meningkatnya Temperatur Pendingin Air Tawar Pada Mesin Induk KMP. Nusa Jaya Abadi Di Pelabuhan Nusa Penida", Karya Tulis. Universitas Maritim AMNI, 2019.
- [8] P. Teguh, et al, "Optimalisasi Perawatan Rubber Seal Tutup Palka Guna Melancarkan Proses Kegiatan Pelayaran di MV. Tanto Terima", *Jurnal Kewarganegaraan*. Vol.7. pp.296-307. Juni.2023.
- [9] H. Sugeng, "Analisa Pengaruh Pemeliharaan Terhadap Kinerja Sistem Pendingin Refrigerasi Kapal", *Jurnal Sains Teknologi Maritim*. Vol.2. pp30-35. Mei.2020.
- [10] Zulkifi, S. Baharudin, F. Andi Husni, and Muhammad, "Desain Sistem Refrigerated Sea Water Pada Kapal Ikan Pelat Datar 10 GT", *Jurnal JPE*. Vol.23. pp39-44. Mei.2019.
- [11] M. ling, Abdurrohman, and R. Harris, "Studi Kinerja Fresh Water Generator Di Kapal AHTS PETEKA 5401", *Jurnal Sains Teknologi Transportasi Maritim*. Vol.1. pp7-12. November.2019.
- [12] Mardioyono and F. Fadilah, "Perhitungan Refrigerasi Terhadap Hasil Tangkapan Pada KM. Harapan Jaya Juwana, Pati, Jawa Tengah", *Jurnal Rekayasa Mesin*. Vol.15. pp171-175. Desember.2020.
- [13] L. Maruto Swarata, S. Bambang, N. Ari Bagus and W. Hasnira Novie Ayub, "Sistem Pendingin Air Untuk Panel Surya Dengan Metode Fuzzy Logic", *Jurnal Integrasi*. Vol.12. pp21-30. April.2020.
- [14] R. Ahmad Imam and Novarini, "Pengaruh Tekanan Refrigeran R-134a Terhadap Nilai Coefficient of Performance (COP)", *Jurnal Inovator*. Vol.4. pp9-12. Desember.2020.
- [15] J. Amri and C. Audry. D, "Analisis Kinerja Sistem Pendingin Ruang Palka Ikan Dengan Menggunakan Refrigeran R-22 Dan Hidrokarbon (MC-22)", *Jurnal Kajian Teknik Mesin*. Vol.2. pp14-25. April.2017.
- [16] Safitri and G. Nabila, "Analisis Beban Kalor Dan Perbandingan Biaya Reusable Ice Pack Dengan Es Basah Pada Penyimpanan Sementara Ikan Kembang (Rastrliger SP)", Thesis. Universitas Bakrie, 2022.