

ANALISA PERBANDINGAN PENGARUH *HEATER* TERHADAP PROSES *DEFROST* PADA EVAPORATOR

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECT OF HEATER ON THE DEFROST PROCES IN THE EVAPORATOR

Sultan Rafliansyah^{1*}, Iman Mawardi¹, Bambang Suprakto¹

¹Program Studi Mekanisasi Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan, Sidoarjo

*Korespondensi: sultanrama22@gmail.com

ABSTRACT

Evaporator is one of the main components in the refrigeration system that functions to absorb heat from the cold room (cold storage) to maintain the temperature according to needs. This study aims to analyze the comparative effect of using a heater on the evaporator on electricity costs, evaporator conditions, cold storage temperatures, and evaporator maintenance. The comparison is focused on Evaporator 1 (inactive heater) with Evaporator 2 (active heater). The results showed that Evaporator 1 experienced a temperature increase of 0.7°C with a time of 18 minutes, while Evaporator 2 experienced an increase of 0.3°C with a time of 14,33 minutes. Likewise, the return to normal temperature, Evaporator 1 took 16 minutes, while Evaporator 2 only took 12.5 minutes. The time required also affects the operational costs during the defrost process until it returns to normal temperature with the calculation of electricity consumption on the defrost water pump, heater, evaporator, evaporator fan motor, and compressor. The operational cost of Evaporator 1 is Rp. 1.319.560 while Evaporator 2 is only Rp. 1.038.019. The accumulation of evaporator ice also affects maintenance. The maintenance cost of Evaporator 1 is Rp. 333.956 while Evaporator 2 is only Rp. 47.708.

Keywords: *Evaporator; defrost; heater; cold storage; electricity cost; maintenance*

ABSTRAK

Evaporator adalah salah satu komponen utama dalam sistem refrigerasi yang berfungsi menyerap panas dari ruangan dingin (*cold storage*) untuk menjaga suhu sesuai dengan kebutuhan. Dalam proses operasionalnya, pembentukan es pada evaporator dapat mempengaruhi suhu *cold storage*, sehingga dengan adanya metode defrost di evaporator tetap stabil. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan pengaruh penggunaan *heater* pada evaporator terhadap biaya listrik, kondisi evaporator, suhu *cold storage*, dan pemeliharaan evaporator. Perbandingan difokuskan pada Evaporator 1 (*heater* tidak aktif) dengan Evaporator 2 (*heater* aktif). Hasil penelitian menunjukkan bahwa Evaporator 1 mengalami kenaikan suhu 0,7°C dengan waktu 18 menit, sedangkan Evaporator 2 mengalami kenaikan 0,3°C dengan waktu 14,33 menit. Begitu juga kembalinya ke suhu normal, Evaporator 1 membutuhkan waktu 16 menit, sedangkan Evaporator 2 hanya 12,5 menit. Waktu yang diperlukan tersebut juga berpengaruh pada biaya operasional selama proses defrost sampai kembalinya ke suhu normal dengan perhitungan konsumsi listrik pada pompa air defrost, *heater*, evaporator, motor kipas evaporator, dan kompresor. Biaya operasional Evaporator 1 sebanyak Rp. 1.319.560 sedangkan Evaporator 2 hanya Rp. 1.038.019. Penumpukan es evaporator juga berpengaruh pada pemeliharaan. Biaya pemeliharaan Evaporator 1 sebanyak Rp. 333.956 sedangkan Evaporator 2 hanya Rp. 47.708.

Kata kunci: *Evaporator; defrost; heater; cold storage; biaya listrik; pemeliharaan*

I. PENDAHULUAN

Pengawetan dengan cara didinginkan dianggap paling baik karena bahan makanan/ikan yang telah didinginkan akan tetap segar dan tidak akan mengalami perubahan rasa, warna dan aromanya (Murtono, 2016). Salah satu penggunaan sistem refrigerasi berfungsi untuk industri penyimpanan produk dan bahan makanan (Rahmat, 2015). Produk dan bahan makanan yang disimpan dengan sistem refrigerasi tersebut dapat terjaga kualitas dan kesegarannya (Ramadhan *et al.*, 2017). Penyimpanan dilakukan dalam kondisi suhu rendah yang terjaga dengan menurunkan suhu pada objek (Suryadi dan Firmansyah, 2020).

Pendinginan mengubah wujud suatu zat seperti mengubah air menjadi es serta mempertahankan temperatur dari zat tersebut (Amrullah *et al.*, 2017). Didukung oleh beberapa komponen penting seperti kompresor, kondensor, evaporator, alat ekspansi dan juga dengan beberapa komponen pendukung lainnya (Wicaksono dan Basuki, 2024). Mesin pendingin yang sering ditemui adalah AC (*Air Conditioner*) yaitu untuk mendinginkan udara dengan cara menyirkulasikan gas refrigeran berada di pipa yang ditekan dan dihisap oleh kompresor (Nasution *et al.*, 2020). Mesin refrigerasi memanfaatkan perubahan fase refrigeran dari gas ke cairan dan kembali ke gas untuk memindahkan panas dari dalam ke luar sistem (Fakhrudin *et al.*, 2021)

Penelitian ini menggunakan *cold storage* dengan metode *Air Blast Freezer*. *Air Blast Freezer* juga dikenal dengan *rapid freezer*, yaitu mesin *freezer* yang mampu membekukan makanan dengan sangat cepat. Pada mesin ini umumnya udara dingin dipancarkan secara berkala atau terus menerus ke arah makanan yang dibekukan (Fajarani *et al.*, 2019). *Air Blast Freezer* ini terdiri dari sebuah wadah / tempat penyimpanan ikan yang besar yang didinginkan oleh sebuah unit pendingin

(Siagian, 2017). Mesin *cold storage* di PT. Kiat Ananda Cold Storage memiliki beberapa perawatan secara berkala pada waktu tertentu misalnya harian, mingguan, dan bulanan terutama pada evaporator yang dilakukan mingguan atau bulanan. (Iswidyastuti, 2019).

Penumpukan es pada evaporator sering terjadi. Bunga es dapat menghambat kinerja penyerapan panas pada evaporator. Hal ini terjadi karena embun beku yang menempel pada sirip – sirip evaporator akan menghalangi terjadinya penyerapan panas ruangan yang mengakibatkan tidak tercapainya suhu yang diinginkan (Roofiif dan Thaibil, 2025). Maka dari itu, perlunya perbandingan antara evaporator dengan *heater* (*heater* aktif) dan evaporator tanpa *heater* (*heater* tidak aktif).

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada sebuah mesin *cold storage* dengan kompresor tipe sekrap dengan daya 250 kW dengan refrigeran amonia. Pengamatan dilakukan dalam waktu 24 hari. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode survei untuk mendapatkan nilai-nilai dari parameter yang akan dibandingkan. Berikut adalah faktor – faktor yang akan dicari untuk perbandingan.

1. Kondisi Evaporator

Perbandingan kondisi diambil pada hari ke-12 atau pada saat sebelum proses defrost. Data penelitian ini akan diambil dalam bentuk gambar.

2. Suhu Cold Storage

Data suhu *cold storage* yang diambil ketika proses *defrost* berlangsung dengan pertimbangan kenaikan suhu pada waktu *defrost* dan data ketika suhu turun ke angka normal dengan waktu tertentu. Pengambilan data suhu ini menggunakan alat *thermo gun*. Kedua *cold storage* memiliki suhu acuan yaitu -3°C.

3. Konsumsi Daya Listrik

Golongan yang akan dipakai pada penelitian ini adalah (R-1/TR (Batas daya 2.200 kVA) dengan biaya Rp.1.444,70 / kWh. Berikut adalah rumus biaya listrik pada komponen yang menggunakan motor AC.

$$\left(\frac{P \times \cos \theta}{1000} \times \text{jam}\right) \times \text{Rp. 1.444,70} \quad (1)$$

Biaya listrik yang akan dicari adalah konsumsi daya pada pompa air *defrost* dan *heater* (dengan data waktu saat *defrost*) serta evaporator, kipas evaporator, dan kompresor (dengan data waktu setelah *defrost*).

4. Pemeliharaan Evaporator Merujuk ke Biaya Pemeliharaan

Biaya pemeliharaan ini menggunakan biaya tenaga kerja dan berdasarkan lama waktu pemeliharaan selama pengambilan data

- a. Biaya tenaga kerja dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\frac{\text{Gaji pokok}}{\text{Hari kerja/bulan} \times \text{jam kerja/hari}} \quad (2)$$

- b. Rumus biaya pemeliharaan sebagai berikut.

$$\text{Biaya tenaga kerja} \times \text{TTR (jam)} \quad (3)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perbandingan Kondisi Evaporator

Kondisi evaporator juga bisa disebabkan karena faktor dari dalam sistem dan faktor dari luar sistem. Faktor dari dalam dipengaruhi oleh tingkat kelembaban udara dan dari uap produk. Maka dari itu, perbandingan kondisi evaporator sangat diperlukan karena akan merujuk ke pemeliharaan evaporator (Harjuansyaha *et al.*, 2017). Berikut adalah penjelasan sebelum lanjut ke perbandingan.

Evaporator 1 = Evaporator dengan *heater* belum diperbaiki

Evaporator 2 = Evaporator dengan *heater* yang sudah di perbaiki

Tabel 1. Perbandingan kondisi evaporator

Kondisi Evaporator	
Evaporator 1	Evaporator 2
	

Dari Tabel 1, didapatkan bahwa kondisi evaporator 1 terjadi penumpukan es karena *heater* belum diperbaiki. Data ini diambil pada hari ke-12 atau saat pertengahan bulan pengambilan data. Kondisi evaporator juga mempengaruhi aktivitas pendinginan *cold storage* dan pemeliharaan. Jika evaporator terlalu sering mengalami kondisi penumpukan es, maka pemeliharaan terhadap evaporator tersebut juga mengalami peningkatan dan menyebabkan suhu naik.

B. Perbandingan Suhu Ruangan Cold Storage Ketika Pemeliharaan Evaporator

Untuk merumuskan masalah bagaimana suhu *cold storage* tetap stabil menggunakan *heater* adalah dengan membandingkan perubahan suhu ketika proses *defrost* pada evaporator berdasarkan waktu *defrost* (Wiharjo dan Budihadi, 2020).

Data suhu *cold storage* yang diambil ketika proses *defrost* berlangsung dan setelah *defrost* hingga suhu kembali normal pada masing-masing evaporator pada Tabel 3 - 6.

Tabel 3. Perubahan suhu Cold Storage (CS) dengan Evaporator 1 berdasarkan waktu *defrost*

Hari ke	Suhu CS (°C)	Waktu <i>defrost</i> (menit)
1	-2,5	17
2	-2,6	16
3	-2	20

4	-2,4	18
5	-2,4	18
6	-1,8	21
7	-2,5	17
8	-2,6	15
9	-2,1	19
10	-2,4	18
11	-2,8	16
12	-1,9	21
Total		216 (3,6 jam)
Rata-rata	-2,33	18

Tabel 4. Waktu kembalinya suhu *Cold Storage* (CS) ke suhu normal (setelah *defrost*) dengan Evaporator 1

Hari ke	Suhu CS (°C)	Waktu (menit)
1	-2,5 ke -3	15
2	-2,6 ke -3	14
3	-2 ke -3	18
4	-2,4 ke -3	16
5	-2,4 ke -3	16
6	-1,8 ke -3	19
7	-2,5 ke -3	15
8	-2,6 ke -3	13
9	-2,1 ke -3	17
10	-2,4 ke -3	16
11	-2,8 ke -3	14
12	-1,9 ke -3	19
Total		192 (3,2 jam)
Rata-rata		16

Tabel 5. Perubahan suhu *Cold Storage* (CS) dengan Evaporator 2 berdasarkan waktu *defrost*

Hari ke	Suhu CS (°C)	Waktu <i>defrost</i> (menit)
13	-2,8	14
14	-2,7	14
15	-2,7	15
16	-2,6	15
17	-2,7	15
18	-2,8	13
19	-2,7	15
20	-2,6	15

21	-2,8	14
22	-2,8	13
23	-2,7	14
24	-2,6	15
Total		174 (2,9 jam)
Rata-rata	-2,70	14,33

Tabel 6. Waktu kembalinya suhu *Cold Storage* (CS) ke suhu normal (setelah *defrost*) dengan Evaporator 2

Hari ke	Suhu CS (°C)	Waktu (menit)
13	-2,8 ke -3	12
14	-2,7 ke -3	12
15	-2,7 ke -3	13
16	-2,6 ke -3	13
17	-2,7 ke -3	13
18	-2,8 ke -3	11
19	-2,7 ke -3	13
20	-2,6 ke -3	13
21	-2,8 ke -3	12
22	-2,8 ke -3	11
23	-2,7 ke -3	12
24	-2,6 ke -3	13
Total		150 (2,5 jam)
Rata-rata		12,5

Hasil yang didapatkan dari rata – rata data pengukuran pada *cold storage* dengan evaporator 1 (Tabel 3) adalah suhu -2,33 °C dengan waktu 18 menit. *Cold storage* dengan evaporator 2 (tabel 5) adalah suhu -2,70 °C dengan waktu 14,33 menit.

Heater sangat berpengaruh pada suhu *cold storage*. *Cold Storage* 1 evaporator 1 hanya membutuhkan waktu 14,33 menit untuk proses *defrost* dengan suhu naik 0,3°C dari suhu acuan -3 °C. Sedangkan *Cold Storage* 2 evaporator 2 membutuhkan waktu 18 menit untuk proses *defrost* dengan suhu naik lebih banyak yaitu 0,7°C dari suhu acuan -3 °C maka *heater* membantu mempercepat proses *defrost* agar kenaikan suhu *cold storage* tidak mengalami fluktuatif terlalu banyak. Begitu juga rata-rata durasi yang diperlukan evaporator 1

(16 menit) lebih lama dari rata-rata durasi yang diperlukan oleh evaporator 2 (12,5 menit) dalam mencapai suhu acuan yakni - 3 °C selepas dilakukan proses *defrost*.

C. Perbandingan Biaya Listrik Proses *Defrost*

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan masyarakat yang sangat penting dan sebagai sumber daya ekonomis yang paling utama (Cahyo *et al.*, 2023). Golongan yang akan dipakai pada penelitian ini adalah (R-1/TR (Batas daya 2.200 kVA) dengan biaya Rp.1.444,70 / kWh. Biaya listrik yang akan dicari adalah konsumsi daya pada *heater* dan pompa air *defrost* (dengan data waktu saat *defrost*) serta evaporator, motor kipas evaporator, dan kompresor (dengan data waktu setelah *defrost*). Berikut adalah perhitungan konsumsi daya listrik yang meliputi proses *defrost*.

1. Konsumsi daya listrik *heater*

Pada *heater* tidak menggunakan $\cos \theta$ karena tidak ada motor AC 3 fasa.

$$\begin{aligned} V &= 234,5 \text{ V} \\ I &= 6,5 \text{ A} \\ P &= 234,5 \times 6,5 = 1522,95 \text{ Watt} \\ \text{Waktu Evaporator 2} &= 2,9 \text{ jam} \\ &= \left(\frac{P}{1000} \times \text{jam} \right) \times \text{Rp. 1.444,70} \quad (1) \\ &= \left(\frac{1522,95 \text{ watt}}{1000} \times 2,9 \right) \times \text{Rp. 1.444,70} \\ &= \text{Rp. 6.380,6} \end{aligned}$$

2. Konsumsi daya listrik pompa air *defrost*

$$\begin{aligned} P &= 7500 \text{ Watt} \\ \cos \theta &= 0,75 \\ \text{Waktu Evaporator 1} &= 3,6 \text{ jam} \\ \text{Waktu Evaporator 2} &= 2,9 \text{ jam} \\ \text{a. Evaporator 1} \\ &= \left(\frac{P \times \cos \theta}{1000} \times \text{jam} \right) \times \text{Rp. 1.444,70} \quad (1) \\ &= \left(\frac{7500 \times 0,75}{1000} \times 3,6 \right) \times \text{Rp. 1.444,70} \\ &= \text{Rp. 29.225} \end{aligned}$$

b. Evaporator 2

$$\begin{aligned} &= \left(\frac{P \times \cos \theta}{1000} \times \text{jam} \right) \times \text{Rp. 1.444,70} \quad (1) \\ &= \left(\frac{7500 \times 0,75}{1000} \times 2,9 \right) \times \text{Rp. 1.444,70} \\ &= \text{Rp. 23.566} \end{aligned}$$

3. Konsumsi Daya Listrik Evaporator

Evaporator tidak menggunakan $\cos \theta$ karena tidak ada motor AC 3 fasa.

$$P = 62.100 \text{ Watt}$$

$$\text{Waktu Evaporator 1} = 3,2 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu Evaporator 2} = 2,5 \text{ jam}$$

a. Evaporator 1

$$\begin{aligned} &= \left(\frac{P}{1000} \times \text{jam} \right) \times \text{Rp. 1.444,70} \quad (1) \\ &= \left(\frac{62.100}{1000} \times 3,2 \right) \times \text{Rp. 1.444,70} \\ &= \text{Rp. 287.090} \end{aligned}$$

b. Evaporator 2

$$\begin{aligned} &= \left(\frac{P}{1000} \times \text{jam} \right) \times \text{Rp. 1.444,70} \quad (1) \\ &= \left(\frac{62.100}{1000} \times 2,5 \right) \times \text{Rp. 1.444,70} \\ &= \text{Rp. 224.289} \end{aligned}$$

4. Konsumsi Daya Listrik Motor Kipas Evaporator

$$P = 5.500 \text{ Watt}$$

$$\cos \theta = 0,82$$

$$\text{Waktu Evaporator 1} = 3,2 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu Evaporator 2} = 2,5 \text{ jam}$$

a. Evaporator 1

$$\begin{aligned} &= \left(\frac{P \times \cos \theta}{1000} \times \text{jam} \right) \times \text{Rp. 1.444,70} \quad (1) \\ &= \left(\frac{5.500 \times 0,82}{1000} \times 3,2 \right) \times \text{Rp. 1.444,70} \\ &= \text{Rp. 20.849} \end{aligned}$$

b. Evaporator 2

$$\begin{aligned} &= \left(\frac{P \times \cos \theta}{1000} \times \text{jam} \right) \times \text{Rp. 1.444,70} \quad (1) \\ &= \left(\frac{5.500 \times 0,82}{1000} \times 2,5 \right) \times \text{Rp. 1.444,70} \\ &= \text{Rp. 16.288} \end{aligned}$$

5. Konsumsi Daya Listrik Kompresor

$$P = 250.000 \text{ Watt}$$

$$\cos \theta = 0,85$$

$$\text{Waktu Evaporator 1} = 3,2 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu Evaporator 2} = 2,5 \text{ jam}$$

a. Evaporator 1

$$= \left(\frac{P \times \cos \theta}{1000} \times \text{jam} \right) \times \text{Rp. 1.444,70} \quad (1)$$

$$= \left(\frac{250.000 \times 0,85}{1000} \times 3,2 \right) \times \text{Rp. 1.444,70}$$

$$= \text{Rp. 982.396}$$

b. Evaporator 2

$$= \left(\frac{P \times \cos \theta}{1000} \times \text{jam} \right) \times \text{Rp. 1.444,70} \quad (1)$$

$$= \left(\frac{250.000 \times 0,85}{1000} \times 2,5 \right) \times \text{Rp. 1.444,7}$$

$$= \text{Rp. 767.496}$$

Jadi, untuk biaya konsumsi listrik atau biaya operasional pada evaporator 1 (*heater* tidak aktif) adalah Rp. 1.319.560/bulan sedangkan evaporator 2 (*heater* aktif) adalah Rp. 1.038.019/bulan

D. Perbandingan Pemeliharaan Evaporator dengan *Heater* Aktif dan Evaporator dengan *Heater* Tidak Aktif

Evaporator pada *cold storage* sangat penting dan perlu diperhatikan agar tidak memperbanyak pemeliharaan sehingga pendinginan produk dapat maksimal (Madyantoro *et al.*, 2022). Berikut adalah data pemeliharaan evaporator beserta waktu pemeliharaan berlangsung.

Tabel 7. Pemeliharaan evaporator 1

Hari	Down time (Menit)	TTR (Jam)
H1	120	2
H6	150	2,5
H9	60	1
H14	90	1,5

Tabel 8. Pemeliharaan evaporator 2

Tanggal	Down time (Menit)	TTR (Jam)
H3	60	1

Dari Tabel 7 dan 8, didapatkan bahwa pemeliharaan evaporator 2 lebih banyak dibandingkan dengan pemeliharaan evaporator 1. Pemeliharaan merujuk pada biaya pemeliharaan. Biaya pemeliharaan ini menggunakan biaya seorang tenaga kerja.

Rumus biaya tenaga kerja dicari dengan rumus sebagai berikut.

$$= \frac{\text{Gaji pokok}}{\text{Hari kerja/bulan} \times \text{jam kerja/hari}} \quad (2)$$

$$= \frac{\text{Rp. 4.961.753}}{26 \text{ hari} \times 8 \text{ jam}}$$

$$= \frac{\text{Rp. 4.961.753}}{208}$$

$$= \text{Rp. 23.854 / jam}$$

Jika 2 orang melakukan perbaikan atau perawatan maka biayanya sebesar:

$$C1a = \text{Rp. 23.854} \times 2 \text{ orang}$$

$$= \text{Rp. 47.708 / jam}$$

Biaya pemeliharaan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Evaporator 1} = C1a \times \text{TTR (jam)} \quad (3)$$

$$= \text{Rp. 47.708} \times 7$$

$$= \text{Rp. 333.956}$$

$$\text{Evaporator 2} = C1a \times \text{TTR (jam)} \quad (3)$$

$$= \text{Rp. 47.708} \times 1$$

$$= \text{Rp. 47.708}$$

Tabel 9. Perbandingan biaya pemeliharaan

Evaporator 1	Waktu	7 jam
	Biaya	Rp. 333.956
Evaporator 2	Waktu	1 jam
	Biaya	Rp. 47.708

Dari hasil perbandingan Tabel 9, didapatkan bahwa dalam jangka waktu 24 hari (pengambilan data) biaya pemeliharaan evaporator 1 (*heater* tidak aktif) lebih banyak dibandingkan dengan evaporator 2 (*heater* aktif).

Jadi, solusi yang disarankan pada perusahaan adalah penggantian *heater* baru. Tetapi, perbandingan *heater* tidak aktif dengan penggantian *heater* baru juga diperlukan dengan pertimbangan umur *heater* lama dan harga *heater* baru. Total biaya operasional dan pemeliharaan *heater* aktif bisa disamakan dengan *heater* baru. Umur *heater* lama adalah 1 tahun dan harga *heater* baru yang didapat adalah Rp. 5.821.200 maka perbandingan biaya operasional dan pemeliharaan dikalikan 12 bulan.

Tabel 10. Perbandingan biaya *heater* baru dan *heater* tidak aktif selama 1 tahun

	<i>Heater</i> baru	<i>Heater</i> tidak aktif
Biaya operasional (Rp)	12.459.828	15.834.720
Biaya pemeliharaan(Rp)	572.496	4.007.472
Harga (Rp)	5.821.200	0
Total (Rp)	18.853.524	19.842.192

Jika dilakukan penggantian *heater* baru, maka akan menghemat biaya sebesar Rp.988.000/evaporator dalam satu tahun (Tabel 10). Jadi, penggantian *heater* baru lebih menguntungkan dibandingkan mempertahankan *heater* lama yang sudah tidak aktif.

IV. KESIMPULAN

Jika evaporator tidak menggunakan *heater*, terjadinya penumpukan es bisa meningkat. Penumpukan es mempengaruhi perubahan suhu ketika *defrost*. Waktu yang diperlukan saat *defrost* akan lebih banyak. Evaporator 1 mengalami kenaikan suhu 0,7°C dengan rata – rata waktu 18 menit, sedangkan evaporator 2 hanya mengalami kenaikan 0,3°C dengan rata – rata waktu 14,33 menit. Begitu juga kembalinya ke suhu normal, evaporator 1 membutuhkan waktu rata – rata 16 menit untuk kembali ke suhu normal, sedangkan evaporator 2 hanya 12,5 menit untuk kembali ke suhu normal. Waktu yang diperlukan tersebut juga berpengaruh pada biaya operasional selama proses *defrost* sampai kembalinya ke suhu normal dengan perhitungan konsumsi listrik pada pompa air *defrost*, *heater*, evaporator, motor kipas evaporator, dan kompresor. Dari hasil yang didapat, biaya operasional evaporator 1 sebanyak Rp. 1.319.560 sedangkan evaporator 2 hanya Rp. 1.038.019. Penumpukan es evaporator juga berpengaruh pada pemeliharaan. Semakin sering penumpukan es, maka

biaya pemeliharaan juga semakin banyak. Dari hasil yang sudah didapat, biaya pemeliharaan evaporator 1 sebanyak Rp. 333.956 sedangkan evaporator 2 hanya Rp. 47.708. Dari total harga operasional dan pemeliharaan, didapatkan hasil untuk membandingkan dengan penggantian *heater* baru dengan pertimbangan umur *heater* lama dan harga *heater* baru. Hasilnya bisa menghemat biaya sebesar Rp.988.000/evaporator dalam satu tahun. Jadi, dari semua perbandingan di atas, solusi yang disarankan untuk perusahaan adalah penggantian komponen *heater* baru.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrullah, A., Djafar, Z., & Piarah, W. H. (2017). Analisa Kinerja Mesin Refrigerasi Rumah Tangga Dengan Variasi Refrigeran. *Jurnal Teknologi Terapan*, 3(2), 7–11. <https://doi.org/10.31884/jtt.v3i2.55>
- Cahyo, W. D., Abidin, Z., & Ilmi, U. (2023). Analisa Perhitungan Beban Listrik di Kantor Pemerintah Kabupaten Lamongan. *Jurnal Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 6(2), 103–108.
- Fajarani, R. M., Handoyo, Y., & Rahmanto, R. H. (2019). Analisis beban pendinginan pada. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 7(1), 12–22. <https://doi.org/10.33558/jitm.v7i1.1905>
- Fakhrudin, A., Supriyadi, S., & Burhanudin, A. (2021). Sistem Kerja Mesin Pendingin Sebagai Media Pembelajaran Praktikum Teknik Refrigerasi. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 21(1), 28–33. <https://doi.org/10.15294/jptm.v21i1.31149>
- Harjuansyaha, Y., Senob, A., & Okvita, W. (2017). ANALISIS PENYEBAB TURUNNYA TEMPERATUR PADA RUANG PENDINGIN MAKANAN DI MT. BAUHINIA. *Journal of Maritime Dinamic*, 7(2), 1732–1739. <https://doi.org/10.46484/db.v7i2.53>

- Iswidyastuti, D. (2019). *Sistem Perawatan Dan Perbaikan Mesin Refrigrasi Pada Cold Storage Pelabuhan Perikanan Nusantara Prigi Trenggalek Jawa Timur Laporan* (pp. 51–53).
- Madyantoro, Henry, I., Adib, A., Yaqin, Rizqi, I., Siahaan, Juniawan, P., & Barokah. (2022). Penerapan Metode Fmea Dalam Perawatan Mesin Pendingin Kapal Penangkap Ikan. *Aurelia Journal*, 4(April), 97–106. <http://dx.doi.org/10.15578/aj.v4i1.11349>
- Murtono. (2016). Analisis beban pendingin cold storage PT. Sari Tuna Makmur Aertembaga Bitung, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Perikanan Tangkap*, 2(2), 89–93. <https://doi.org/10.35800/jitpt.2.2.2015.10114>
- Nasution, M., Nasution, A., & Putra, M. M. (2020). Analisa Kinerja Air Conditioner (Ac) Terhadap Perubahan Tekanan Dan Kecepatan Putaran Kompresor Pada. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Fakultas Teknik UISU*, 4(2), 59–63. <https://doi.org/10.55606/sinov.v5i2.696>
- Rahmat, M. R. (2015). Perancangan Cold Storage Untuk Produk Reagen. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unisma “45” Bekasi*, 3(1), 16–30.
- Ramadhan, A. I., Diniardi, E., & Mulyadi, M. (2017). Perancangan Cold Storage untuk Produk Kedelai dengan Kapasitas 2410 Ton/hari. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 5(2), 146.
- Roofiif, I., & Thaibil, A. (2025). Penggunaan Rerata Suhu saat Terbentuknya Bunga Es pada Provision Refrigeration Compressor KM Sinabung. *Jurnal Matematika Dan Sains Pada Pelayaran*, 3(1), 1–20. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14854167>
- Siagian, S. (2017). Perhitungan Beban Pendingin Pada Cold Storage Untuk Penyimpanan Ikan Tuna Pada PT . X. *Jurnal Ilmiah Universitas Pembangunan Nasional Jakarta*, 13(1), 139–149.
- Suryadi, A., & Firmansyah, A. (2020). Rancang Bangun Kulkas Mini Portable Menggunakan Peltier. *Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 11(1), 11–22. 1
- Wicaksono, S. B., & Basuki, M. (2024). Analisis Teknis dan Ekonomis Cold Storage Pendingin Ikan Kapasitas 61 Ton Dengan Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Vapor Compression Pada KM Natuna. *Jurnal Ilmiah Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*, 4(Senastitan Iv), 1–7.
- Wiharjo, & Budihadi, A. (2020). Analisa Efisiensi Daya Kompresor Pada Mesin Trainer Cold Storage. *Jurnal Teknik Mesin*, 8(2), 75. <https://doi.org/10.22441/jtm.v8i2.4615>