

## PENGARUH TEKANAN REFRIGERAN TERHADAP UNJUK KERJA MESIN PENDINGIN MENGUNAKAN FREON R-134A

Suyanto<sup>1</sup>, Diana Langgeng Mustikawati<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Bangunan Kapal, Fakultas Kemaritiman, Universitas Ivet

Alamat : Jl. Pawiyatan Luhur IV No. 17 Benda Dhuwur, Gajah Mungkur, Kota Semarang, Jawa Tengah

E-mail: suyantoeste@yahoo.com

### ABSTRAK

Mesin pendingin mempunyai fungsi sangat penting sehingga penelitian di bidang tersebut banyak dilakukan untuk terus mengoptimalkan unjuk kerjanya. Unjuk kerja mesin pendingin bisa dinilai dari nilai *coefficient of performance* (COP). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi tekanan kerja freon terhadap unjuk kerja mesin pendingin. Alat yang digunakan adalah alat peraga atau *traine* sistem refrigerasi. Kondisi freon divariasikan dengan tekanan 8psi, 10psi, 12psi, dan 14psi. Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan dari empat variasi tekanan freon dapat disimpulkan bahwa tekanan optimum sistem refrigerasi tersebut dicapai pada tekanan kerja 10psi dengan nilai COP 2,86 dan efek refrigerasi 120kJ/kg.

**Kata Kunci:** COP, efek refrigerasi, tekanan freon

### ABSTRACT

The function of the cooling engine is so important that a lot of research in this field is carried out to continue to optimize its performance. The performance of the cooling engine can be assessed from the value of the *coefficient of performance* (COP). This research was conducted to determine the effect of variations in the working pressure of freon on the performance of the cooling machine. The tools used are props or refrigeration system training. Freon conditions are varied with pressures of 8psi, 10psi, 12psi, and 14psi. Based on the results of measurements and calculations of the four variations of freon pressure, it can be concluded that the optimum pressure of the refrigeration system is achieved at a working pressure of 10psi with a COP value of 2.86 and a refrigeration effect of 120kJ/kg.

**Keyword :** COP, refrigeration effect, freon pressure

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Refrigerator atau mesin pendingin adalah peralatan yang saat ini menjadi kebutuhan penting dalam hidup manusia sehari-hari. Mesin pendingin jenis AC merupakan jenis peralatan pengkondisi udara dengan mekanisme kerja udara dalam suatu ruangan dibersihkan, didinginkan, dan didistribusikan, sehingga kebutuhan akan udara dingin terpenuhi. Penggunaan AC cukup beragam diantaranya adalah untuk mendinginkan ruangan pada suatu gedung, maupun ruangan lain yang terdapat pada mobil, bus, kereta api, kapal, maupun pesawat. Mesin pendingin juga digunakan untuk pendinginan atau pengawetan bahan makanan, obat-obatan, maupun keperluan lainnya.

Prinsip kerja yang diterapkan dalam mesin pendingin adalah diambil dari hukum termodinamika. Dalam termodinamika dikenal dengan istilah refrigerasi dan pengkondisian udara. Refrigerasi maupun pengkondisian udara keduanya saling terkait, namun keduanya memiliki cakupan yang berbeda. Pengkondisian udara terkait dengan

perihal pengaturan temperatur, pengaturan kelembaban dan pengaturan kualitas udara. Refrigerasi diaplikasikan dalam proses tertentu seperti pendinginan ruangan pada perumahan, pendinginan keperluan umum, dan pendinginan dalam industri diantaranya *cold storage*, *desalting*, pemrosesan makanan dan minuman, industri manufaktur, dan industri kimia. Pada siklus pendinginan melibatkan input energi eksternal. Energi yang digunakan adalah energi listrik. Energi ini digunakan oleh kompresor untuk mensirkulasikan freon ke seluruh bagian atau komponen mesin pendingin. Freon kemudian mengalami siklus. Perubahan yang terjadi pada freon selama siklus meliputi perubahan wujud, tekanan, temperatur, serta energi dalam.

Mengingat pentingnya fungsi mesin pendingin, penelitian di bidang tersebut banyak dilakukan untuk terus mengoptimalkan unjuk kerjanya. Untuk menilai unjuk kerja dari mesin pendingin bisa dilihat dari nilai *coefficient of performance* (COP). Jika nilai COP semakin besar, maka dikatakan sebuah mesin pendingin semakin efisien. Dalam

menghitung COP mesin pendingin ialah dengan membagi dampak refrigerasi dengan kerja kompresi (Stoecker, 1982). Adapun variabel yang mempengaruhi nilai COP adalah dampak refrigerasi yaitu nilai kalor saat keluar dari evaporator atau masuk kompresor dikurangi nilai kalor saat masuk evaporator atau keluar dari katup ekspansi. Kemudian perubahan kerja kompresi yaitu nilai kalor saat keluar dari kompresor atau masuk ke kondensor dikurangi nilai kalor saat keluar dari evaporator atau masuk ke kompresor.

## 1.2 Rumusan Masalah

Penelitian unjuk kerja sebuah mesin pendingin dilakukan dengan membuat sebuah alat peraga mesin pendingin atau trainer. Kemudian dilakukan penelitian untuk mengetahui apakah tekanan kerja freon berpengaruh terhadap unjuk kerja mesin pendingin.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh tekanan kerja freon terhadap unjuk kerja mesin pendingin. Parameter yang dihitung adalah *coefficient of performance* (COP) mesin pendingin, efek refrigerasi, dan daya kompresi.

## 1.4 Tinjauan Pustaka

Ridwan (2005) melakukan penelitian tentang unjuk kerja freon R12 dan R134a terhadap variasi beban pendingin pada sistem refrigerasi 75W. Proses yang dilakukan adalah beban pendinginan berupa air dimasukkan dalam refrigerator dengan variasi volume 100 ml, 200ml, dan 300ml pada temperatur 28 ° C. Penurunan Temperature air dicatat setiap 5 menit hingga temperature air mencapai 0 ° C. Temperatur keluar – masuk kondensor, evaporator dan tekanan keluar pipa kapiler, kompresor masing-masing diukur dengan alat termometer digital dan pressure gauge. Data hasil penelitian menunjukkan bahwa pada masing-masing variasi beban pendingin COP untuk R.134a lebih tinggi dibanding COP R.12.

Kristian (2007) melakukan penelitian tentang efek rasio tekanan kompresor terhadap unjuk kerja system refrigerasi R 141B. Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa rasio tekanan kompresor tidak berpengaruh terhadap laju perpindahan kalor pada evaporator. Rasio tekanan kompresor berpengaruh terhadap laju perpindahan kalor pada kondensor, dimana peningkatan rasio tekanan kompresor menurunkan laju perpindahan kalor pada kondensor.

Enang (2012) meneliti tentang pengaruh tekanan kerja kompresor terhadap efek pendinginan. Variasi tekanan kompresor ditinjau terhadap kinerja mesin *refrigerasi* dan suhu *refrigerasi* yang keluar dari kondensor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar tekanan *suction* kompresor maka semakin besar efek refrigerasi yang terjadi tetapi

temperature pendingin (temperatur evaporator) yang dihasilkan semakin rendah. Disamping itu waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperature pendinginan rata-rata sama untuk masing-masing tekanan dan temperatur pendingin.

Pelatin dan Albahar (2016) meneliti tentang pengaruh tekanan freon pada system AC terhadap konsumsi listrik. Kesimpulan penelitian tersebut adalah tekanan freon berpengaruh terhadap konsumsi listrik mesin pendingin, semakin besar tekanan freon maka semakin besar pula konsumsi listrik atau sebaliknya.

Danang (2017) meneliti tentang pengaruh variasi tekanan kerja kompresor terhadap performansi system AC pada mobil. Tekanan kerja kompresor dibuat variasi 20psi, 25psi, 30psi, dan 35psi. Kesimpulan penelitian tersebut adalah bahwa peningkatan variasi tekanan kerja kompresor berpengaruh terhadap nilai *Coefficient Of Performance* (COP). Nilai COP optimal dicapai pada tekanan kerja 35 psi. Semakin besar variasi tekanan kerja kompresor AC mobil yang diberikan makasemakin cepat menurunkan suhu/mendinginkan ruangan dalam kabin mobil.

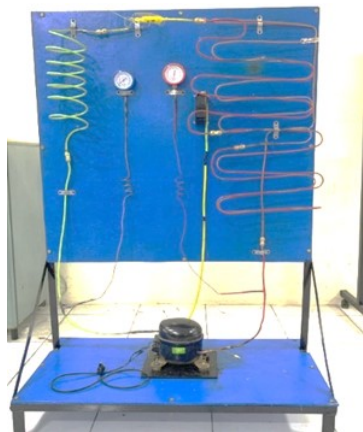
Rifai dan Novariana (2020) melakukan penelitian tentang pengaruh Tekanan Refrigeran R-134a Terhadap Nilai Coefficient of Performance (COP). Penelitian dilakukan dengan menggunakan refrigeran R-134a dengan variasi tekanan refrigeran 100psi, 125psi, dan 150 psi. Parameter yang diteliti adalah konsumsi energi oleh kompresor, kapasitas pendingin dan nilai COP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai COP menurun seiring dengan peningkatan waktu pengoperasian sistem pendingin, hal tersebut menunjukkan bahwa konsumsi energi meningkat seiring peningkatan tekanan refrigeran.

Budiyanto (2021) melakukan penelitian tentang hubungan tegangan input kompresor dan tekanan refrigerant terhadap COP mesin pendingin ruangan. Penelitian dilakukan dengan cara melakukan pengambilan data pada AC split dengan tegangan input kompresor yang divariasikan 200V, 210V, 220V, dan 230V (tekanan refrigeran 70 Psi). Selain memvariasikan tegangan input kompresor juga memvariasikan pada tekanan refrigeran yaitu pada tekanan refrigeran 30 Psi, 50 Psi, dan 70 Psi (tegangan input kompresor 220V). Dari besarnya nilai COP pada beberapa varian percobaan didapatkan hasil bahwa tegangan input kompresor yang paling baik adalah 220V dan tekanan refrigeran yang paling baik adalah 70 Psi.

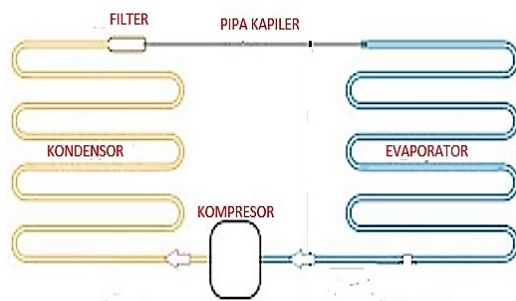
Unjuk kerja (COP) merupakan besaran tanpa dimensi. Unjuk kerja (COP) adalah besarnya energi yang berguna, yaitu efek refrigerasi dibagi dengan kerja yang diperlukan sistem (kerja kompresi). Semakin besar nilai COP semakin efisien sebuah mesin pendingin. Untuk mengukur COP sistem pendingin ialah dampak refrigerasi dibagi dengan kerja kompresi (Stoecker, 1982 : 187).

## 2. PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan dengan alat peraga system refrigerasi seperti pada Gambar 1, dengan spesifikasi kompresor 1/8 PK, kondensor dengan diameter 4,7 mm dan panjang 10m, pipa kapiler berdiameter 0,028 inchi dan panjang 1,6m, pipa evaporator berdiameter 5,5mm dengan panjang 2m, serta variasi tekanan freon R 134a 8 psi, 10 psi, 12psi, dan 14psi. Proses yang dilakukan pertama adalah melakukan vakum terhadap alat refrigerasi dengan pompa vakum hingga tekanan -30psi. Selanjutnya dilakukan pengisian freon R314a sesuai variasi tekanan yang diinginkan. Setelah itu dilakukan pengukuran tekanan tinggi, tekanan rendah, suhu kondensor, suhu evaporator, serta arus listrik pada waktu 10 menit.



Gambar 1. Alat Peraga Sistem Refrigerasi



Gambar 2. Siklus Refrigerasi

Komponen utama alat peraga siklus refrigerasi yang digunakan yang adalah kompresor, kondensor, pipa kapiler, dan evaporator. Kompresor berfungsi memberikan tekanan pada freon, sehingga freon pada sisi masuk yang bertekanan rendah kemudian pada sisi keluar bertekanan tinggi. Kenaikan tekanan freon ini diimbangi dengan kenaikan suhunya. Kemudian freon mengalir melalui kondensor. Pada kondensor ini freon berubah wujud dari kondisi gas berubah menjadi cair, karena sebagian kalor dibuang ke lingkungan. Perubahan ini terjadi karena adanya penurunan suhu, sehingga freon mengalami

pengembunan. Berikutnya freon mengalir melalui filter sebagai komponen penyaring. Setelah itu freon mengalir melalui pipa kapiler. Pada pipa kapiler ini freon mengalami penurunan tekanan secara drastis, demikian pula dengan suhu freon mengalami penurunan secara drastis. Setelah itu pada evaporator freon berubah wujud dari kondisi cair berubah menjadi gas, karena adanya peningkatan suhu yang disebabkan adanya penyerapan kalor dari lingkungan masuk ke dalam sistem.

Alat-alat yang digunakan dalam pengambilan data diantaranya adalah 1) *Manifold Gauge* untuk mengukur tekanan freon baik tekanan tinggi maupun tekanan rendah, 2) Thermogun untuk mengukur suhu baik di kondensor, maupun di evaporator, 3) Tang Ampere untuk mengukur arus listrik yang mengalir atau dipakai oleh kompresor, 4) Pompa Vacum digunakan untuk melakukan vakum freon sehingga bertekanan negatif.



Gambar 3. Manifold Gauge



Gambar 4. Thermogun



Gambar 5. Tang Ampere



Gambar 6. Pompa Vacum

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian meliputi tahap pemvakuman freon, dimana system refrigerant dibuat bertekanan -30psi dengan menggunakan alat pompa vakum. Berikutnya dilakukan pengisian freon sesuai dengan variasi tekanan yang menjadi target. Adapun pengukuran yang dilakukan meliputi pengukuran arus listrik, pengukuran suhu rendah dan suhu tinggi, serta pengukuran tekanan rendah dan tekanan tinggi. Data-data tersebut diambil pada kisaran waktu 2 menit, 4 menit, 6 menit, 8 menit, sampai dengan 10 menit.

Sebelum masuk kedalam tahap pengujian dan pengambilan data alat peraga mesin pendingin harus dilakukan pemvakuman yang bertujuan untuk mengkosongkan komponen alat peraga dari udara yang terjebak ketika proses uji joba alat peraga. Berikut adalah proses pemvakuman alat peraga :

1. Yang pertama menyiapkan alat yang akan digunakan yaitu pompa vakum dan manifold gauge.
2. Memasangkan *hose*/selang tekanan rendah berwarna biru ke pentil kompresor.
3. Memasangkan *hose*/selang service berwarna kuning ke pompa vakum.
4. Pastikan kedua hand valve (kran tekanan rendah dan tinggi) pada kondisi tertutup.
5. Buka hand valve/ tekanan rendah dan hidupkan pompa vakum untuk melakukan pemvakuman sampai -30 inHg selama 15 menit.

6. Jika manometer telah menunjukkan angka -20 sampai -30 in Hg tutup kembali hand valve/kran tekanan rendah.
7. Matikan pompa vakum dan pemvakuman berhasil dilakukan.

Jika alat peraga sudah dilakukan pemvakuman maka selanjutnya adalah proses pengisian refrigeran sesuai dengan data yang akan diujikan. Berikut adalah langkah-langkah pengisian refrigeran yang perlu kita lakukan :

1. Menyiapkan alat yang akan digunakan yaitu manifold gauge dan refrigeran yang akan digunakan R134a.
2. Pastikan kedua hand valve (kran tekanan rendah dan tinggi) pada kondisi tertutup.
3. Hubungkan *hose* /selang tekanan rendah (biru) ke port servis / pentil pengisian pada kompresor.
4. Hubungkan *hose* /selang service (kuning) ke tabung refrigerant.
5. Buka kran pada tabung refrigerant.
6. Buka dan tutup secara bertahap hand valve/ kran tekanan rendah (biru) sampai refrigerant terisi sesuai dengan ukuran data yang akan digunakan 10 psi dengan arus listrik kompresor tidak melebihi 0,84 ampere.
7. Jika pengisian refrigeran sudah sesuai dengan ukuran data tutup hand valve/kran tekanan rendah dilanjutkan menutup kran pada tabung refrigeran.

Hasil pengukuran data untuk variasi tekanan freon R-134a 8 psi, 10 psi, 12 psi, dan 14 psi ditunjukkan pada tabel berikut.

**Tabel 1. Hasil Pengukuran Pada Variasi Tekanan Freon 8 Psi.**

No	Waktu (menit)	Arus (A)	Tekanan Rendah (Psi)	Tekanan Tinggi (Psi)	Suhu Kondensator (°C)	Suhu Evaporator (°C)
1	2	0.68	8	138	42	8
2	4	0.68	8	140	43	5
3	6	0.69	8	142	45	3
4	8	0.69	8	142	47	1
5	10	0.70	8	143	48	0
Rata-rata		0.69	8	141	45	0

**Tabel 2. Hasil Pengukuran Pada Variasi Tekanan Freon 10 Psi**

No	Waktu (menit)	Arus (A)	Tekanan Rendah (Psi)	Tekanan Tinggi (Psi)	Suhu Kondensator (°C)	Suhu Evaporator (°C)
1	2	0.72	10	150	47	8
2	4	0.72	10	152	47	4
3	6	0.72	10	152	49	2
4	8	0.72	10	153	51	0
5	10	0.72	10	152	51	-1
Rata-rata		0.72	10	152	49	-1

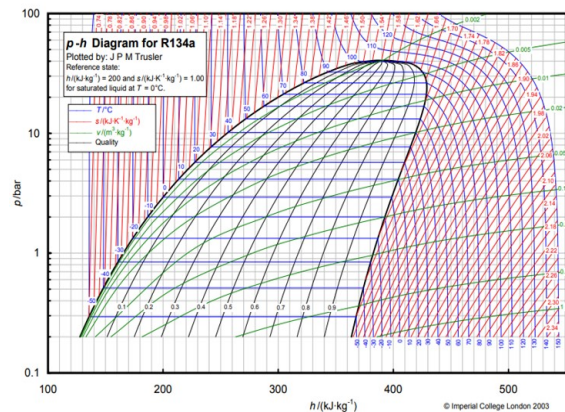
**Tabel 3. Hasil Pengukuran Pada Variasi Tekanan Freon 12 Psi**

No	Waktu (menit)	Arus (A)	Tekanan Rendah (Psi)	Tekanan Tinggi (Psi)	Suhu Kondensator (°C)	Suhu Evaporator (°C)
1	2	0.76	12	163	51	7
2	4	0.76	12	165	52	5
3	6	0.76	12	165	53	3
4	8	0.76	12	165	55	0
5	10	0.76	12	167	55	-1
Rata-rata		0.76	12	165	53	-1

**Tabel 4. Hasil Pengukuran Pada Variasi Tekanan Freon 14 Psi**

No	Waktu (menit)	Arus (A)	Tekanan Rendah (Psi)	Tekanan Tinggi (Psi)	Suhu Kondensator (°C)	Suhu Evaporator (°C)
1	2	0.81	14	174	54	8
2	4	0.82	14	178	56	7
3	6	0.83	14	176	56	4
4	8	0.82	14	175	57	2
5	10	0.82	14	177	56	0
Rata-rata		0.82	14	176	56	0

Harga entalpi (h) pada titik sebelum kompresor (h1), setelah keluar kompresor (h2), sebelum masuk pipa kapiler (h3), dan sesudah keluar pipa kapiler (h4) didapatkan melalui Mollier Diagram R-134a, dengan menggunakan data tekanan dan suhu pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4. Adapun harga entalpi yang didapatkan ditunjukkan pada Tabel 5.



**Gambar 7. Mollier Diagram R-134a**

**Tabel 5. Harga Entalpi (h) Dari Masing-Masing Variasi Tekanan Freon**

No	Variasi Tekanan Freon (Psi)	h1 (kJ/kg)	h2 (kJ/kg)	h3 (kJ/kg)	h4 (kJ/kg)
1	8	373	417	253	254
2	10	376	418	256	256
3	12	379	420	263	263
4	14	380	421	266	266

Harga entalpi pada Tabel 5 selanjutnya digunakan untuk menghitung efek refrigerasi (qe), kerja kompresi (qw), daya kompresi (P), laju aliran

massa (Mref), kalor yang dilepas kondensator (qc), kerja kondensator (Qc), coefficient of performance (COP), dengan persamaan berikut.

- Efek Refrigerasi  
 $q_e = h_1 - h_4$ .....(1)
- Kerja Kompresi  
 $q_w = h_2 - h_1$ .....(2)
- Daya Kompresi (Estimasi *Power Facto* = 0,8)  
 $P = V \times I \times \cos \theta$ .....(3)
- Laju Aliran Massa  
 $M_{ref} = \frac{P}{q_e}$ .....(4)
- Kalor yang dilepaskan Kondensator  
 $q_c = h_2 - h_3$ .....(5)
- Kerja Kondensator  
 $Q_c = M_{ref} \times q_c$ .....(6)
- COP Aktual  
 $COP \text{ Aktual} = \frac{q_e}{q_w}$ .....(7)

Perhitungan data yang diperoleh pada variasi tekanan freon 8psi bisa disajikan sebagai berikut:

- Efek Refrigerasi  
 $q_e = h_1 - h_4$   
 $= 373 - 254$   
 $= 119 \text{ kJ/kg}$
- Kerja Kompresi  
 $q_w = h_2 - h_1$   
 $= 417 - 373$   
 $= 44 \text{ kJ/kg}$
- Daya Kompresi (Estimasi *Power Facto* = 0,8)  
 $P = V \times I \times \cos \theta$   
 $= 220 \times 0,69 \times 0,8$   
 $= 121,4 \text{ Watt}$
- Laju Aliran Massa  
 $M_{ref} = \frac{P}{q_e} = \frac{121,4}{119000}$   
 $= 0,00102 \text{ kg/s}$
- Kalor yang dilepaskan Kondensator  
 $q_c = h_2 - h_3$   
 $= 417 - 253$   
 $= 164 \text{ kJ/kg}$
- Kerja Kondensator  
 $Q_c = M_{ref} \times q_c$   
 $= 0,00102 \times 164$   
 $= 0,167 \text{ kJ/kg}$
- COP Aktual  
 $COP \text{ Aktual} = \frac{q_e}{q_w} = \frac{119}{44} = 2.70$

Perhitungan data yang diperoleh pada variasi tekanan freon 10 psi bisa disajikan sebagai berikut:

- Efek Refrigerasi  
 $q_e = h_1 - h_4$   
 $= 376 - 256$   
 $= 120 \text{ kJ/kg}$

- b. Kerja Kompresi  
 $q_w = h_2 - h_1$   
 $= 418 - 376$   
 $= 42 \text{ kJ/kg}$
- c. Daya Kompresi (Estimasi *Power Facto* = 0,8)  
 $P = V \times I \times \cos \theta$   
 $= 220 \times 0,72 \times 0,8$   
 $= 126,7 \text{ Watt}$
- d. Laju Aliran Massa  
 $M_{ref} = \frac{\dot{P}}{q_e} = 126,7/120000$   
 $= 0,00106 \text{ kg/s}$
- e. Kalor yang dilepaskan Kondensor  
 $q_c = h_2 - h_3$   
 $= 418 - 256$   
 $= 162 \text{ kJ/kg}$
- f. Kerja Kondensor  
 $Q_c = M_{ref} \times q_c$   
 $= 0,00106 \times 162$   
 $= 0,172 \text{ kJ/kg}$
- g. COP Aktual  

$$\text{COP Aktual} = \frac{q_e}{q_w}$$

$$= 120/42$$

$$= 2.86$$

Perhitungan data yang diperoleh pada variasi tekanan freon 12 psi bisa disajikan sebagai berikut:

- a. Efek Refrigerasi  
 $q_e = h_1 - h_4$   
 $= 379 - 263$   
 $= 116 \text{ kJ/kg}$
- b. Kerja Kompresi  
 $q_w = h_2 - h_1$   
 $= 420 - 379$   
 $= 41 \text{ kJ/kg}$
- c. Daya Kompresi (Estimasi *Power Facto* = 0,8)  
 $P = V \times I \times \cos \theta$   
 $= 220 \times 0,76 \times 0,8$   
 $= 133,8 \text{ Watt}$
- d. Laju Aliran Massa  
 $M_{ref} = \frac{\dot{P}}{q_e} = 133,8/116000$   
 $= 0,00115 \text{ kg/s}$
- e. Kalor yang dilepaskan Kondensor  
 $q_c = h_2 - h_3$   
 $= 420 - 263$   
 $= 157 \text{ kJ/kg}$
- f. Kerja Kondensor  
 $Q_c = M_{ref} \times q_c$   
 $= 0,00115 \times 157$   
 $= 0,181 \text{ kJ/kg}$
- g. COP Aktual  

$$\text{COP Aktual} = \frac{q_e}{q_w}$$

$$= 116/41$$

$$= 2.83$$

Perhitungan data yang diperoleh pada variasi tekanan freon 14 psi bisa disajikan sebagai berikut:

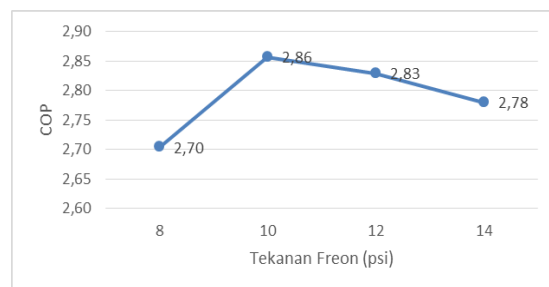
- a. Efek Refrigerasi  
 $q_e = h_1 - h_4$   
 $= 380 - 266$   
 $= 114 \text{ kJ/kg}$
- b. Kerja Kompresi  
 $q_w = h_2 - h_1$   
 $= 421 - 380$   
 $= 41 \text{ kJ/kg}$
- c. Daya Kompresi (Estimasi *Power Facto* = 0,8)  
 $P = V \times I \times \cos \theta$   
 $= 220 \times 0,82 \times 0,8$   
 $= 144,3 \text{ Watt}$
- d. Laju Aliran Massa  
 $M_{ref} = \frac{\dot{P}}{q_e} = 144,3/114000$   
 $= 0,00127 \text{ kg/s}$
- e. Kalor yang dilepaskan Kondensor  
 $q_c = h_2 - h_3$   
 $= 421 - 266$   
 $= 155 \text{ kJ/kg}$
- f. Kerja Kondensor  
 $Q_c = M_{ref} \times q_c$   
 $= 0,00127 \times 155$   
 $= 0,197 \text{ kJ/kg}$
- g. COP Aktual  

$$\text{COP Aktual} = \frac{q_e}{q_w}$$

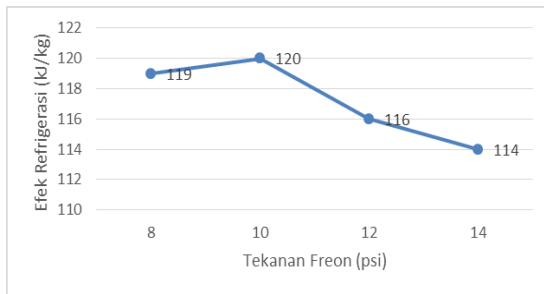
$$= 114/41$$

$$= 2.78$$

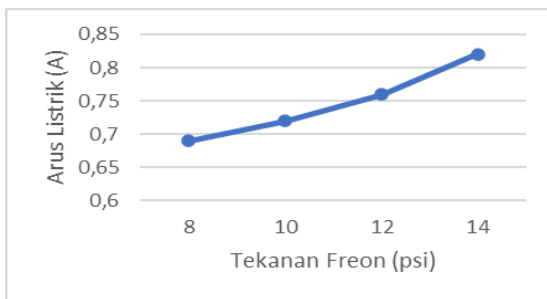
Indikator yang digunakan untuk menilai unjuk kerja mesin pendingin adalah seberapa dingin suhu yang dihasilkan oleh evaporator, seberapa besar efek refrigerasi yang dihasilkan, berapa nilai COP yang dihasilkan. Untuk membandingkan data-data tersebut yang dihasilkan dalam eksperimen yang menggunakan keempat variasi tekanan freon disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 9, Gambar 10, Gambar 11, dan Gambar 12.



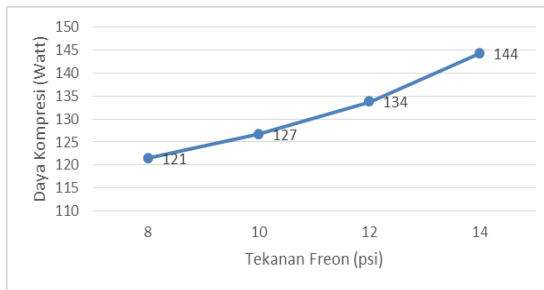
Gambar 9. Pengaruh Tekanan Freon Terhadap COP



**Gambar 10. Pengaruh Tekanan Freon Terhadap Efek Refrigerasi**



**Gambar 11. Pengaruh Tekanan Freon Terhadap Arus Listrik**



**Gambar 12. Pengaruh Tekanan Freon Terhadap Daya Kompresi**

Grafik pada Gambar 9 menunjukkan bahwa dengan penambahan pengisian tekanan freon dari 8 psi menjadi 10psi, nilai COP meningkat. Namun Ketika pengisian tekanan freon terus dinaikkan baik menjadi 12 psi maupun 14 psi, nilai COP cenderung mengalami penurunan. Nilai COP tertinggi didapatkan pada pengisian freon dengan tekanan 10 psi yaitu sebesar 2,86. Semakin tinggi nilai COP maka unjuk kerja mesin pendingin semakin baik. Semakin besar nilai COP semakin efisien sebuah mesin pendingin (Stoecker, 1982). Penurunan nilai COP mengindikasikan bahwa peningkatan tekanan refrigeran menyebabkan meningkatnya kinerja kompresor sehingga nilai COP menurun. Apabila tekanan refrigeran yang melebihi batas optimal dari mesin pendingin juga dapat mengakibatkan kenaikan

temperatur pada kondensor sehingga kerja kompresi semakin meningkat (Rifai dan Novariana 2020).

Grafik pada Gambar 10 menunjukkan adanya kenaikan efek refrigerasi pada penambahan freon dari tekanan 8psi menjadi 10psi. Namun Ketika tekanan freon dinaikkan ke tekanan 12 psi dan 14 psi maka efek refrigerasi cenderung turun. Efek refrigerasi tertinggi dicapai pada tekanan kerja freon 10 psi yaitu sebesar 120 kJ/kg. Efek refrigerasi adalah nilai kalor saat keluar evaporator (kJ/Kg) dikurangi nilai kalor saat masuk evaporator (kJ/Kg), dalam kata lain adalah kalor yang diserap dari lingkungan masuk ke evaporator. Semakin besar efek refrigerasi maka semakin besar efek dingin yang dihasilkan.

Pengaruh tekanan freon terhadap daya atau kerja kompresor ditunjukkan pada Gambar 12. Daya kompresi ini dihasilkan dari perhitungan voltase listrik PLN dikalikan dengan arus listrik yang mengalir Ketika kompresor bekerja. Semakin besar arus listrik maka semakin besar juga daya kompresinya. Arus listrik yang mengalir pada kompresor untuk setiap variasi tekanan freon bisa dilihat pada Gambar 11. Terlihat bahwa semakin meningkatnya tekanan freon berpengaruh terhadap kenaikan arus listrik yang mengalir. Pengaruhnya terhadap daya kompresi adalah pada grafik Gambar 12 tersebut dapat dilihat bahwa daya kompresi semakin meningkat seiring dengan peningkatan tekanan freon. Dengan kata lain semakin tinggi tekanan freon maka semakin berat kerja yang dilakukan oleh kompresor.

Data yang disajikan menunjukkan bahwa tekanan kerja freon optimum didapatkan pada tekanan 10 psi dengan nilai COP tertinggi sebesar 2,86 dan efek refrigerasi tertinggi yaitu sebesar 120 kJ/kg. Adapun kerja kompresi pada tekanan freon 8 psi dan 10 psi relatif sama yaitu masing-masing sebesar 121 dan 127 Watt.

### 3. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan penulis yaitu Pengaruh Tekanan Refrigeran Terhadap Unjuk Kerja Mesin Pendingin Menggunakan Freon R134a, maka dapat disimpulkan beberapa informasi yaitu sebagai berikut:

1. Efisiensi kerja refrigerant tertinggi didapatkan pada tekanan freon 10psi dengan nilai cop sebesar 2,86.
2. Efek refrigerasi tertinggi didapatkan pada tekanan kerja freon 10 psi yaitu sebesar 120kJ/kg.
3. Adapun daya kompresi pada tekanan freon 8 psi dan 10 psi relative sama yaitu masing-masing sebesar 121 dan 127 watt.

#### **PUSTAKA**

- [1] Ahmad Imam Rifa'i, Novarini. 2020. "Pengaruh Tekanan Refrigeran R-134a Terhadap Nilai Coefficient of Performance (COP)". *Jurnal Inovator*. Vol. 4, No. 2. 9–12.
- [2] Danang Tri Sagora. 2017. "Analisa Pengaruh Variasi Tekanan Kerja Kompresor Terhadap Performansi Sistem AC Pada Mobil Daihatsu Simki-Techsain". Vol. 1, No. 10. 2-6.
- [3] Eko Budiyanto. 2021. "Hubungan Tegangan Input Kompresor dan Tekanan Refrigeran Terhadap COP Mesin Pendingin Ruangan Turbo". Vol. 3, No. 1. 17-21.
- [4] Enang Suma A. 2012. "Pengaruh Tekanan Kerja Kompresor Terhadap Efek Pendingin Torsi". Vol. 10, No. 1. 11-24.
- [5] Kristian Selleng. 2007. "Efek Rasio Tekanan Kompresor Terhadap Unjuk Kerja Sistem Refrigerasi R141B Mekanik". Vol. 9, No. 1. 22-27.
- [6] Petrus Doni Pelatin, Abdul Kodir Albahar. 2016. "Pengaruh Tekanan Freon Pada System AC (Air Conditioning) Terhadap Konsumsi Listrik". *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*. Vol. 5, No. 1. 16-24.
- [7] Ridwan. 2005. "Perbandingan Unjuk Kerja Freon R-12 dan R 134a Terhadap Variasi Beban Pendinginan Pada Sistem Refrigerator 75 watt". *Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin IV*. Universitas Udayana, Bali. 21-22 Nopember 2005.
- [8] Stoecker, Wilbert F and Jones Jerold W. 1982. "Refrigerasi dan Pengkondisian Udara". Jakarta : Erlangga.