

# Kaji Eksperimental Perbandingan Penggunaan Pipa Tembaga Dan Pipa *Multilayer* Terhadap Kinerja Refrigerator R134a

Ali Rahmatul Adzim<sup>1,\*</sup>, Ade Suryatman Margana<sup>2</sup>, Windy Hermawan Mitrakusuma<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40559  
E-mail : <sup>1,\*</sup>ali.rahmatul.tptu20@polban.ac.id; <sup>2</sup>adesmargana@polban.ac.id; <sup>3</sup>windyhm@polban.ac.id

## ABSTRAK

*Refrigerator* merupakan alat rumah tangga untuk menyimpan dan membekukan produk makanan dan minuman dengan cepat. Pada penelitian ini alat yang digunakan yaitu *refrigerator* dengan jenis refrigeran adalah R134a dan dilakukan pengujian untuk mengetahui kinerja sistem dengan *suction line* dan *liquid line* berbeda yaitu pipa tembaga dan pipa *multilayer*. Setelah melakukan pengumpulan data dan analisis bahwa Penggunaan pipa tembaga pada sistem memiliki perbedaan terhadap waktu pendinginan sistem *refrigerator*. Sistem menggunakan pipa tembaga *cut-off* pada menit ke 85 sedangkan sistem menggunakan pipa *multilayer* yaitu *cut-off* pada menit ke 92. Nilai COP aktual, COP carnot, dan efisiensi pada saat menggunakan pipa tembaga lebih besar dibandingkan sistem menggunakan pipa *multilayer* di *suction line* dan *liquid line*. COP aktual yang dihasilkan saat menggunakan pipa tembaga sebesar 2,44 dan COP carnot yaitu 3,90 dan efisiensi sebesar 62,5% sedangkan COP carnot ketika sistem menggunakan pipa *multilayer* sebesar 2,35 dan COP carnot sebesar 3,83 dengan efisiensi sebesar 61%. Energi listrik yang digunakan pipa tembaga lebih rendah daripada menggunakan pipa *multilayer*. Ketika menggunakan pipa tembaga sebesar 0,168 kWh sedangkan sistem menggunakan pipa *multilayer* sebesar 0,204 kWh.

### Kata Kunci

*Refrigerator, Suction Line, Liquid Line, Pipa Multilayer, Pipa Tembaga, COP.*

## 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan *Refrigerator* sangat dibutuhkan di jaman sekarang ini karena banyak sekali bahan makanan yang perlu dijaga kesegarannya selama sehari-hari atau berminggu-minggu. Oleh karena itu, sistem pendingin ini diperlukan untuk keperluan rumah tangga, komersial dan industri. Misalnya pada penyimpanan produk seperti buah, daging dan sayuran, diperlukan temperatur yang memenuhi persyaratan yang sesuai dengan produk produk tersebut, kebutuhan untuk memenuhi temperatur tersebut yaitu melalui sistem refrigerasi kompresi uap.

Di era sekarang, banyak yang berinovasi membuat komponen yang baru dan ramah lingkungan, seperti halnya produk baru yaitu pipa *multilayer*. Pipa *multilayer* mempunyai banyak keunggulannya seperti fleksibel dan mudah ditekuk, jauh lebih ringan dari pipa tembaga, instalasi yang sangat mudah dan tidak perlu melakukan *welding* dan *flaring*, kondensasi yang rendah dibandingkan dengan pipa tembaga serta sistem sambungannya bebas perekat, sehingga pemasangan pipa *multilayer* ini lebih cepat dan tidak membutuhkan waktu yang sangat lama [1]. Keuntungan lainnya tahan

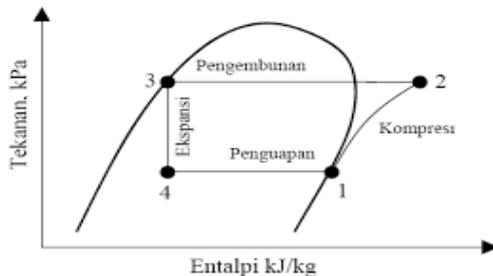
terhadap temperatur tinggi dan rendah, mulai dari -40°C dan maksimal temperatur mencapai 60°C [10]. Sistem pendingin biasanya menggunakan pipa tembaga untuk menggabungkan suatu komponen, namun dalam penelitian ini akan melakukan perbandingan saluran penghubung komponen yang bisa diganti dengan pipa *multilayer* yaitu *suction line* dan *liquid line*.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sistem Refrigerasi Kompresi Uap

Sistem refrigerasi kompresi uap adalah proses yang bertujuan untuk mendinginkan kabin hingga temperatur tertentu dengan cara dikompresi oleh kompresor yang dimana refrigeran sebagai media untuk pertukaran pada kalor. Refrigeran berfasa uap bertekanan rendah dikompresi oleh kompresor menjadi refrigeran bertekanan dan bertemperatur tinggi mengalir menuju kondensor yang membuang kalor ke lingkungan sehingga menyebabkan refrigeran berfasa uap menjadi cair. Refrigeran berfasa cair masuk ke alat ekspansi sehingga menyebabkan temperatur dan tekanan tinggi menjadi rendah. Setelah itu, refrigeran mengalir saluran *liquid*

menuju Evaporator untuk menyerap kalor dari ruangan atau kabin. Refrigeran berpindah fasa dari cair menjadi uap yang mengalir ke saluran *suction* menuju kompresor untuk dikompresi dan terus di sirkulasikan. [6] Gambar 2.2 merupakan Diagram P-h diklus refrigerasi kompresi uap.



Gambar 2. 1 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap (Sumber : <https://encrypted-tbn0.gstatic.com>)

Dalam memperoleh kualitas kerja dari suatu mesin refrigerasi terdapat persamaan sebagai berikut: [3]

$$COP_{\text{aktual}} = \frac{T_e}{T_c - T_e} \quad 1$$

Keterangan :

$COP_{\text{aktual}}$  = Coefficient of performance aktual

$T_e$  = Temperatur evaporasi ( $^{\circ}C$ )

$T_c$  = Temperatur kondensasi ( $^{\circ}C$ )

Kualitas idealnya dari kinerja sistem refrigerasi kompresi uap yaitu dengan  $COP_{\text{carnot}}$ , maka dapat diketahui dengan persamaan: [3]

$$COP_{\text{carnot}} = \frac{q_e}{w} \quad 2$$

Keterangan :

$COP_{\text{carnot}}$  = Coefficient of Performance

$q_e$  = Efek refrigerasi (kJ/kg)

$q_w$  = Kerja kompresi (kJ/kg)

Efisiensi Sistem dapat dihitung dengan persamaan : [9]

$$\eta_R = \frac{COP_{\text{aktual}}}{COP_{\text{carnot}}} \times 100\% \quad 3$$

Dalam menentukan perhitungan laju aliran massa kompresi dapat dilihat pada persamaan sebagai berikut : [5]

$$\dot{m} = \frac{W_{ms}}{(h_2 - h_1)} = \frac{V \times I \times \cos \phi}{(h_2 - h_1)} \quad 4$$

Keterangan :

$W_{ms}$  = Kerja kompresor (kW)

$\dot{m}$  = Laju aliran massa refrigeran (kg/s)

$h_2$  = Entalpi refrigeran saat keluar evaporator (kJ/kg)

$h_1$  = Entalpi refrigeran saat keluar evaporator (kJ/kg)

$V$  = Tegangan listrik (V)

$I$  = Arus listrik (A)

$\cos \phi$  = Faktor daya

Dalam menentukan perhitungan daya listrik dapat diketahui dengan persamaan: [4]

$$P = V \times I \times \cos \phi \quad 5$$

Keterangan :

$P$  = Daya listrik (watt)

$V$  = Tegangan listrik (V)

$I$  = Arus listrik (A)

$\cos \phi$  = Faktor daya

## 2.2 Perbandingan Spesifikasi Pipa Tembaga dan Pipa Multilayer

Dapat dilihat pada Tabel 2.2 bahwa pipa *multilayer* memiliki keunggulan dibandingkan dengan pipa tembaga. Perambatan suhu pipa *multilayer* jauh lebih rendah yaitu 0,45 w/m.k sedangkan pipa tembaga 379,14 w/m.k. Pipa *multilayer* memiliki berat yang lebih ringan dibandingkan pipa tembaga, selain itu pipa *multilayer* sudah dilengkapi dengan anti korosi. Kemudian pemasangan pipa *multilayer* lebih fleksibel dibandingkan dengan pipa tembaga yang membutuhkan *flaring* dan pengelasan ketika melakukan proses instalasi. [7]

Tabel 2. 1 Perbandingan Spesifikasi Pipa Tembaga dan Pipa Multilayer

Pipa	Perambatan Suhu	Berat	Anti Korosi	Instalasi
Pipa Tembaga	0,45 w/m.k	Ringan	√	Mudah dan cepat untuk diperbaiki
Pipa Multilayer	379,14 w/m.k	Berat	×	Membutuhkan <i>flaring</i> dan pengelasan ketika melakukan proses instalasi sistem.

## 3. METODOLOGI

Pipa refrigerasi pada umumnya menggunakan pipa tembaga khusus yang sudah memenuhi syarat pipa refrigeran. Namun di era modern ini, terdapat produk baru yang lebih ekonomis contohnya pipa *multilayer*. Pipa *multilayer* biasanya digunakan untuk *Air Conditioning* [1]. Namun dengan berkebangnya jaman salah satu contohnya *Cold Storage* berjenis *modular*. Maka dari itu penggunaan pipa *multilayer* dimasa yang akan datang untuk mesin pendingin sangat ideal dan ekonomis.

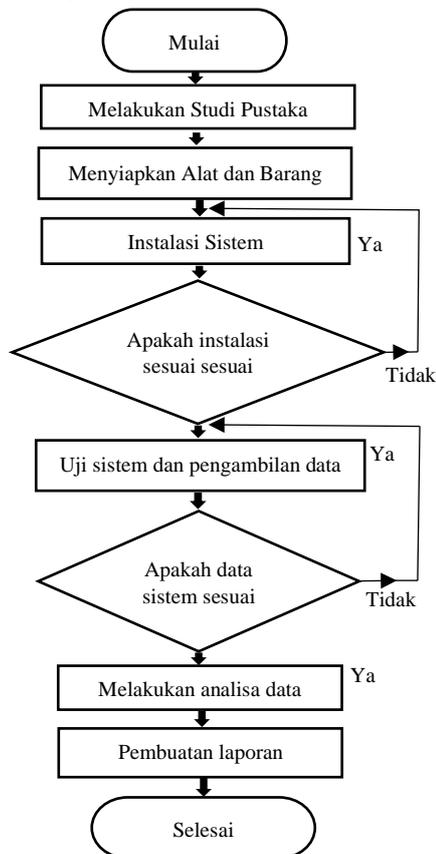
Alat mesin yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah sistem *refrigerator* dengan kapasitas 1/6 PK. Pipa yang digunakan adalah

pipa tembaga dan pipa *multilayer* sebagai penghubung pada *suction line* dan *liquid line*. Pada penelitian ini, pipa *mulyilayer* dan pipa tembaga yang digunakan adalah dengan ukuran 3/8 pada *saction line* dengan panjang 80 cm. Panjang pipa tembaga di *liquid line* adalah 60 cm dengan diameter pipa 1/4 inch dan pipa *multilayer* adalah 40 cm dengan diameter 3/8 inch. Gambar 3.2 merupakan alat penelitian yang digunakan.



Gambar 3. 1 Alat Penelitian Yang Digunakan (Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Gambar 3.1 merupakan *flowchart* prosedur pengerjaan penelitian.



Gambar 3. 2 Prosedur Pengerjaan Penelitian

Pada penelitian ini terdapat proses yang harus dilakukan untuk mendapatkan data dari sistem

yang di eksperimen, maka dari itu berikut adalah tahapan untuk pengambilan data:

1. Langkah awal pengambilan data siapkan alat pengukur temperatur dan tekanan
2. Lakukan pengukuran dengan cara menempatkan sensor dan alat ukur ke titik pengukuran yang sudah ditentukan
3. Nyalakan sistem *refrigerator*
4. Catat data dari hasil pengukuran

Setelah pengambilan data pada pipa tembaga telah selesai, lakukan pengambilan data terhadap pipa *multilayer*.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah mengumpulkan data dari dari penggunaan pipa tembaga dan pipa *multilayer*. Kemudian dilakukan pengolahan data untuk mengetahui  $Cop_{\text{aktual}}$ ,  $Cop_{\text{carnot}}$ , Efisiensi sistem dengan menggunakan *Coolpack* dan perhitungan secara manual. Data yang digunakan adalah ketika mesin sedang *stedy* yaitu menit ke 120 untuk pipa tembaga dan menit 165 untuk pipa *multilayer*. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar konsumsi energi listrik yang digunakan. Tabel 4.1 Merupakan data pengukuran pipa tembaga dan pipa *multilayer* yang digunakan.

Tabel 4. 1 Data Pengukuran Pipa Tembaga dan Pipa *Multilayer*

No	Parameter	Pipa Tembaga	Pipa Multilayer	satuan
1	Tekanan Suction	1,9	1,8	Bar Absolut
2	Tekanan Discharge	15	15	Bar Absolut
3	Temperatur Suction	-3,8	-4,2	°C
4	Temperatur Discharge	73,7	74,8	°C
5	Temperatur Kel. Kondensor	50,8	51,8	°C
6	Arus	0,8	0,8	A
7	Tegangan	200	207	V
8	$\cos\phi$	0,80	0,77	

Setelah memperoleh hasil plot menggunakan *p-h* diagram dari aplikasi *coolpack* dan melakukan perhitungan maka didapatkan hasil seperti pada Tabel 4. 2.

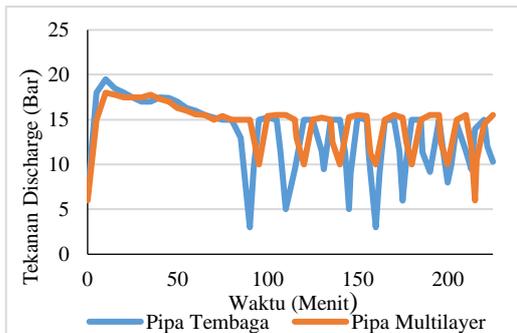
Tabel 4. 2 Hasil Pengolahan Data

No	Parameter	Pipa Tembaga	Pipa <i>Multilayer</i>
1.	$Cop_{\text{aktual}}$	2,44	2,35
2.	$Cop_{\text{carnot}}$	3,90	3,83
3.	Efisiensi	62,5 %	61 %

4.	Laju Aliran Massa Refrigeran	0,0025 kg/s	0,0024 kg/s
5.	Rasio Kompresi	50,793 kJ/kg	52,159 kJ/kg

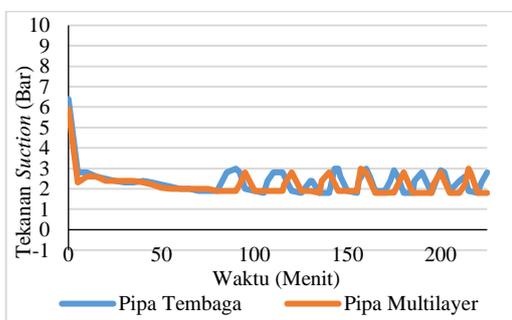
#### 4. 2 Analisis dan Grafik Data

Setelah melakukan pengolahan data, maka diperoleh grafik yang didapat digunakan untuk menganalisa sistem *refrigerator* dalam kaji eksperimental penggunaan pipa tembaga dan pipa *multilayer*. Pengumpulan data dilakukan sampai menit ke 225 untuk mengetahui berapa banyak sistem melakukan *cut-off* dan *cut-in*.



Gambar 4.1 Grafik Tekanan *Discharge* Terhadap Waktu

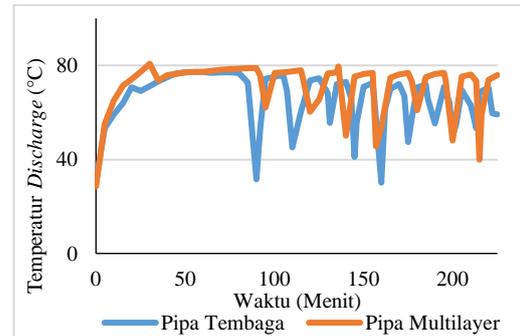
Gambar 4.1 menunjukkan bahwa ketika sistem dinyalakan mengalami kenaikan dan penurunan yang sama namun Pipa tembaga mengalami *cut-off* pada menit ke 85 dengan tekanan discharge 15 bar absolut, sedangkan sistem yang menggunakan pipa *multilayer* mengalami *cut-off* pada menit 92 dengan tekanan discharge sama yaitu 15 bar absolut. Sistem menggunakan pipa tembaga cenderung mengalami penurunan yang melonjak pada saat sistem sedang *cut-off*.



Gambar 4.2 Grafik Tekanan *Suction* Terhadap Waktu

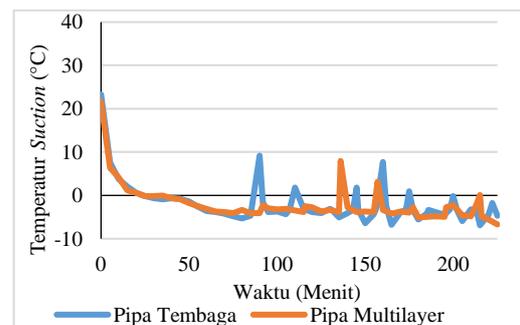
Dapat dilihat dari Gambar 4.2 bahwa saat sistem mulai dinyalakan mengalami penurunan yang signifikan sampai menit ke 5 namun mengalami kenaikan sampai menit ke 10 yaitu pada pipa tembaga 2,8 bar absolut dan pipa *multilayer* 2,6 bar absolut, selanjutnya dari menit 15 sampai menit ke 70 mengalami penurunan yang sama

untuk pipa tembaga dan pipa *multilayer* hingga akhirnya kedua pipa mengalami kondisi steady di 1,9 bar absolut.



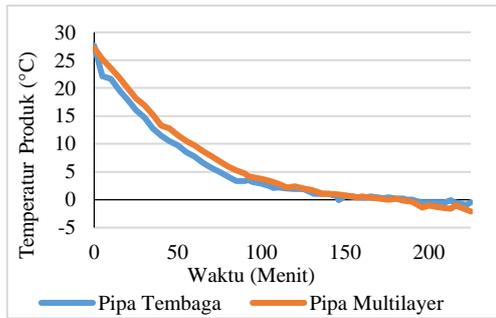
Gambar 4.3 Grafik Temperatur *Discharge* Terhadap Waktu

Dapat dilihat pada Gambar 4.3 pada awal sistem dinyalakan kedua pipa memiliki kenaikan yang sama, namun sistem pada saat menggunakan pipa tembaga mengalami terjadinya kenaikan yang berbeda di menit 10 sampai menit 35 dan terjadi titik temperatur yang sama pada menit ke 50 yaitu 77,1°C. Temperatur discharge pada saat menggunakan pipa tembaga mengalami kenaikan hingga 78,7°C sedangkan ketika menggunakan pipa *multilayer* mengalami kenaikan sampai 80,7°C.



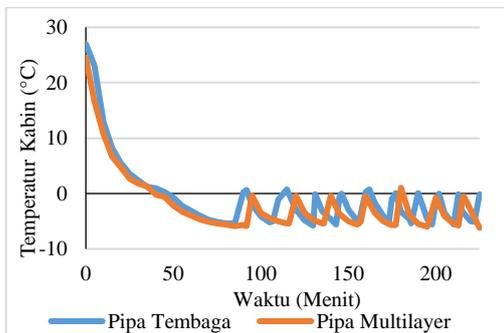
Gambar 4.4 Grafik Temperatur *Suction* Terhadap Waktu

Gambar 4.4 menunjukkan Ketika sistem mulai dinyalakan kedua pipa mengalami penurunan yang cukup sama, namun pada saat sistem menggunakan pipa tembaga *cut-off* menit ke 90 mengalami kenaikan yang signifikan dengan temperatur mencapai 9,2°C, berbeda dengan sistem menggunakan pipa *multilayer* yang mengalami kenaikan temperatur tidak terlalu melonjak dan hanya mengalami satu lonjakan yang tinggi menit ke 136 dengan temperatur 8°C sedangkan pipa tembaga yang mengalami dua kali kenaikan yaitu pada menit ke 90 dengan temperatur 9,2°C dan pada menit ke 160 dengan temperatur mencapai 7,7°C.



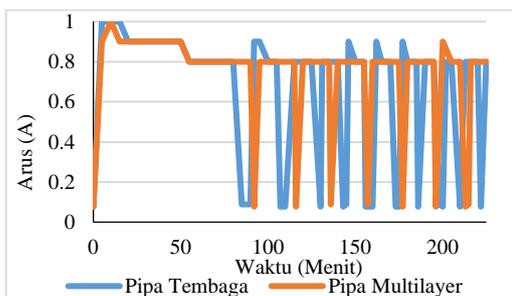
Gambar 4.5 Grafik Temperatur Produk Terhadap Waktu

Dapat dilihat pada Gambar 4.5 ketika sistem ketika menggunakan kedua pipa mengalami penurunan yang sama saat sistem berjalan di menit ke 140 sampai menit ke 225 dengan temperatur akhir produk saat menggunakan pipa tembaga yaitu  $-0,5^{\circ}\text{C}$ , sedangkan ketika sistem menggunakan pipa *multilayer* yaitu  $-2,1^{\circ}\text{C}$ . Hal ini terjadi karena pipa tembaga lebih banyak *cut-off* yaitu 10 kali dibandingkan dengan pipa *multilayer* sebanyak 7 *cut-off*.



Gambar 4.6 Grafik Temperatur Kabin Terhadap Waktu

Hasil dari pengukuran temperatur kabin terhadap waktu dapat dilihat di Gambar 4.6. dapat dilihat bahwa terjadi penurunan temperatur pada kedua jenis pipa yang relatif konstan, namun pipa *multilayer* mencapai temperatur yang lebih rendah dibandingkan dengan pipa tembaga karena temperatur awal kabin yaitu berbeda  $2,5^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 4.7 Grafik Arus Listrik Terhadap Waktu

Dari Gambar 4.7 dapat diketahui bahwa sistem yang menggunakan pipa tembaga arus mengalami kenaikan sampai 1 Ampere selama 10 menit berbeda halnya dengan sistem menggunakan pipa *multilayer* di *liquid line* dan *suction line* pada awal sistem dinyalakan yang hanya mengalami satu kali kenaikan selama 5 menit.

### 4.3 Analisis Konsumsi Energi Listrik sebelum *Cut-Off* Pertama

Setelah mengetahui nilai tegangan, arus, dan faktor daya dari hasil pengukuran, maka dapat menghitung konsumsi daya listrik yang telah digunakan pada sistem *refrigerator*.

1. Sistem menggunakan pipa tembaga, hasil pengukuran sebelum *cut-off* pertama pada menit ke 80 menunjukkan tegangan sebesar 193 V, arus sebesar 0,8 A dan faktor daya sebesar 0,82

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \times \cos\phi \\
 &= 193 \text{ V} \times 0,8 \text{ A} \times 0,82 \\
 &= 126,608 \text{ Watt} \\
 W &= P \times \text{Chilling Time} \\
 &= 126,608 \text{ Watt} \times \frac{80}{60} \\
 &= 168,388 \text{ Wh} \\
 &= 0,168 \text{ KWh}
 \end{aligned}$$

2. Sistem menggunakan pipa *multilayer*, hasil pengukuran sebelum *cut-off* pertama pada menit ke 90 menunjukkan bahwa tegangan sebesar 198 V, arus sebesar 0,8 A dan faktor daya sebesar 0,80

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \times \cos\phi \\
 &= 198 \text{ V} \times 0,8 \text{ A} \times 0,80 \\
 &= 136,224 \text{ Watt} \\
 W &= P \times \text{Chilling Time} \\
 &= 136,224 \text{ Watt} \times \frac{90}{60} \\
 &= 204,912 \text{ Wh} \\
 &= 0,204 \text{ KWh}
 \end{aligned}$$

Penggunaan energi listrik ketika menggunakan pipa *multilayer* lebih banyak 0,036 KWh, dikarenakan perbedaan dari waktu pendinginan dari kedua pipa, sistem yang menggunakan pipa tembaga lebih cepat yaitu di menit ke 85 dibandingkan sistem yang menggunakan pipa *multilayer* pada saluran *suction* dan saluran *liquid* yaitu di menit ke 90.

### 4.4 Perbandingan Hasil Eksperimental

Hasil dari pengolahan data ketika menggunakan pipa *multilayer*, nilai dari  $\text{COP}_{\text{aktual}}$ ,  $\text{COP}_{\text{camot}}$ , dan Efisiensi lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan pipa tembaga. Energi listrik yang telah digunakan oleh pipa *multilayer* lebih banyak 0,036 kWh dibandingkan dengan pipa

tembaga. Penggunaan pipa tembaga ataupun pipa *multilayer* terhadap proses *chilling time* lebih cepat 7 menit ketika menggunakan pipa tembaga pada sistem *refrigerator*. Namun dapat diketahui bahwa pipa *multilayer* biasanya digunakan untuk AC Split namun dari hasil penelitian ketika menggunakan pipa *multilayer* tidak jauh berbeda dengan pipa tembaga. Dari hasil Penelitian, pipa *multilayer* bisa menjadi alternatif bila pipa tembaga sudah langka. Hasil pengolahan dan analisis data dapat dilihat pada Tabel IV.3.

Tabel 4. 3 Perbandingan Hasil Eksperimental

Nomor	Parameter	Pipa Tembaga	Pipa <i>Multilayer</i>
1	COP <sub>aktual</sub>	2,44	2,35
2	COP <sub>carnot</sub>	3,90	3,83
3	Efisiensi	62,5 %	61%
4	<i>Chilling Time</i>	85 Menit	92 Menit
5	Energi Listrik	0,168 kWh	0,204 kWh
6	Rasio Kompresi	50,793 kJ/kg	52,159 kJ/kg
7	Laju Aliran Massa	0,0025 kg/s	0,0024 kg/s
8	<i>Subcooling</i>	7,59 K	7,29 K
9	<i>Superheat</i>	4,44 K	2,34 K

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil dari pengumpulan dan pengolahan data yang didapat ketika menggunakan pipa tembaga dan pipa *multilayer* dapat disimpulkan bahwa:

1. Penggunaan pipa tembaga pada sistem memiliki perbedaan terhadap waktu pendinginan. Sistem menggunakan pipa tembaga *cut-off* pada menit 85 sedangkan sistem yang menggunakan pipa *multilayer* di *suction line* dan *liquid line* yaitu pada menit 92. Kemudian temperatur terendah produk menggunakan pipa *multilayer* yaitu -2,1°C pada menit 225 sedangkan menggunakan pipa tembaga yaitu -1°C pada menit 220.
2. COP<sub>aktual</sub>, COP<sub>carnot</sub>, dan efisiensi sistem menggunakan pipa tembaga lebih besar dibandingkan sistem menggunakan pipa *multilayer* di saluran *suction* dan saluran *liquid*, COP<sub>aktual</sub> yang dihasilkan saat menggunakan pipa tembaga adalah sebesar 2,44 dan COP<sub>carnot</sub> yaitu 3,90 dengan nilai efisiensi adalah sebesar 62,5% sedangkan COP<sub>carnot</sub> ketika sistem menggunakan pipa *multilayer* yaitu sebesar 2,35 dan COP<sub>carnot</sub> adalah sebesar 3,83 dengan efisiensi sebesar 61%.

3. Energi listrik yang digunakan pada kondisi sistem ketika menggunakan pipa *multilayer* adalah sebesar 0,168 kWh sedangkan ketika sistem menggunakan pipa *multilayer* di *liquid line* dan *suction line* adalah sebesar 0,204 kWh.

Berdasarkan hasil dari hasil penelitian terdapat saran untuk penelitian selanjutnya yang akan menganalisis pipa *multilayer*, diantaranya :

1. Penggunaan pipa *multilayer* dapat dicoba dengan sistem yang berbeda seperti *Blast Freezer* namun hanya digunakan di *suction line*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] RIIFO. (2021). Solusi pemipaan ideal untuk semua orang. Riifo.id. <https://www.riifo.id/>
- [2] Alhouse. Andrew D. 2017. Modern Refrigeration and Air Conditioning. The Goodhaert-Willcox Company, INC.
- [3] Dossat. Roy j. Principles of Refrigeration, Second Edition, SI Version, Jhon Willey and Soons. Canada,1981
- [4] Gamas, C. (2022). Kaji Eksperimental Pengaruh Penggunaan Pipa Tembaga dan Pipa Nilon Pada Liquid Line dan *Suction Line* terhadap Kinerja Brine Cooling. Politeknik Negeri Bandung.
- [5] Al-Fatah, A, R. (2022). Kaji Eksperimental Penggunaan Air Kondensat Untuk Precooling Pada Saluran Discharge Terhadap Kinerja Kompresor Pada Sistem Ac Dx. Politeknik Negeri Bandung.
- [6] Aminah, S. (2018). Kaji Eksperimental Perbandingan Kinerja Mesin Mini Chiller Menggunakan Pipa Kapiler dan Txv. Politeknik Negeri Bandung.
- [7] Haka Polar. (2023). Perbandingan Pipa AC Rifeng dengan Pipa Tembaga. [www.hargaac.co.id/pipa-ac-rifeng/](http://www.hargaac.co.id/pipa-ac-rifeng/)
- [8] Hanif,Z., Setyawan, A., Najmudin, H., Refrigerasi, T., Bandung, P.N., & Kunci, K. (2022). *Pengaruh Panjang Pipa Suction Dan Liquid terhadap Kinerja AC Split*. 13-14.
- [9] Sugara,F., Khoerun, B. (2021). Perbandingan Performansi Mesin Refrigerasi Kompresi Uap Chest Freezer Menggunakan Pipa Kaliper dan Orifice. Politeknik Negeri Indramayu.
- [10] PT. Andero Michaki Indonesia. (2023). Mengenal Pipa AC Rifeng dan Assesoris. PT. Andero Michaniki Indonesia. <https://michaniki.co.id/mengenal-pipa-ac-rifeng-dan-assesoris/>