

Kaji Eksperimental Pengaruh Variasi Diameter Pipa Kapiler Pada Performansi Sistem Coolbox Menggunakan R600a Sebagai Pengganti R134a

Muhammad Adly Mufasya¹, Triaji Pangripto Pramudantoro², Parisya Premiera Rosulindo³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

¹E-mail : muhammad.adly.tptu21@polban.ac.id

²Email : triajipangripto@gmail.com

³Email : parisya.premiera@polban.ac.id

ABSTRAK

Alat ekspansi berfungsi untuk mengatur fluida refrigeran yang masuk ke evaporator. Alat ekspansi yang paling umum adalah pipa kapiler. Dengan perbedaan diameter dalam pipa kapiler akan berpengaruh jika ukurannya berbeda. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu eksperimen dengan variasi pipa kapiler 0,028 inci, 0,031 inci, dan 0,036 inci. Setelah dilakukan pengambilan data dan kemudian diolah, pada diameter pipa kapiler 0,028 inci didapatkan nilai COP_{Aktual} 3,09 dan COP_{Carnot} 4,92 serta efisiensi 62,80%. Pada diameter pipa kapiler 0,031 inci didapatkan hasil COP_{Aktual} 3,32 dan COP_{Carnot} 4,59 serta efisiensi 72,33%. Pada diameter pipa kapiler 0,036 inci didapatkan hasil COP_{Aktual} 3,16 dan COP_{Carnot} 4,98 serta efisiensi 63,45%. Berdasarkan hasil yang telah didapatkan, pipa kapiler diameter 0,031 inci dengan panjang 1,76 meter menghasilkan nilai efisiensi yang lebih besar dari pada variasi yang lain.

Kata Kunci

Pipa Kapiler, Efisiensi, Performansi, Variasi Diameter

ABSTRACT

The expansion device functions to regulate the refrigerant fluid that enters the evaporator. The most common expansion device is a capillary tube. The difference in the inner diameter of the capillary tube will have an effect if the size is different. The method used in this research is experimentation with variations in capillary tubes of 0.028 inches, 0.031 inches and 0.036 inches. After data collection was carried out and then processed, at a capillary pipe diameter of 0.028 inches, the COP_{Aktual} value was 3.09 and COP_{Carnot} 4.92 and the efficiency was 62.80%. At a capillary pipe diameter of 0.031 inches, the COP_{Aktual} results were 3.32 and COP_{Carnot} 4.59 and the efficiency was 72.33%. At a capillary pipe diameter of 0.036 inches, the COP_{Aktual} results were 3.16 and COP_{Carnot} 4.98 and the efficiency was 63.45%. Based on the results obtained, a capillary pipe with a diameter of 0.031 inches with a length of 1.76 meters produces a greater efficiency value than the other variations.

Keywords

Capillary Tubes, Efficiency, Performance, Diameter Variations

1. PENDAHULUAN

Refrigerasi merupakan suatu proses penyerapan kalor pada suatu benda sehingga benda tersebut memiliki temperatur yang lebih rendah dari temperatur lingkungannya. Sistem refrigerasi pada saat ini sangat diperlukan untuk meningkatkan kualitas hidup manusia di zaman sekarang. Pada zaman dahulu sistem refrigerasi

belum berkembang karena tidak ada teknologi yang dapat menunjang peningkatan sistem refrigerasi tersebut. Sistem refrigerasi yang umum digunakan pada zaman sekarang adalah sistem refrigerasi kompresi uap yang ditemukan pada tahun 1805 oleh ilmuwan asal Amerika Serikat bernama Oliver Evans [1].

Salah satu komponen penting dalam sistem refrigerasi kompresi uap yaitu katup ekspansi

yang berfungsi untuk mengatur jumlah aliran refrigeran yang masuk ke evaporator [2]. Katup ekspansi yang umum digunakan adalah pipa kapiler karena memiliki tahanan yang besar pada diameter dan panjang tertentu sehingga dapat menurunkan tekanan. Sejumlah kombinasi panjang dan diameter dimungkinkan pada tabung kapiler untuk mendapatkan aliran dan penurunan tekanan yang diinginkan. Kelebihan pipa kapiler adalah kesederhanaannya, biaya rendah dan tidak adanya bagian yang bergerak. Selain itu, diuntungkan dengan kontrol on-off karena karakteristik pembongkarannya. Jadi, ketika kompresor berhenti, tekanan tinggi dan rendah menjadi seimbang, sehingga motor kompresor dapat hidup kembali tanpa beban. Oleh karena itu, motor dengan torsi start rendah yang lebih kecil dapat digunakan [1].

Sistem refrigerasi memiliki refrigeran yang bergerak didalamnya dan menjadi media pendingin di dalam sistem. Dengan karakteristik yang berbeda beda refrigeran dapat merusak lapisan ozon dan menyebabkan pemanasan global. Oleh karena itu harus ada alternatif yang menjadi solusi untuk penggunaan refrigeran supaya tidak merusak bumi diantaranya dengan adanya refrigeran hidrokarbon yang tingkat ODP dan GWP yang rendah. Salah satu diantaranya adalah refrigeran R600a yang bisa menggantikan refrigeran R134a karena memiliki kesamaan.

Tujuan penelitian ini adalah membandingkan kinerja dari setiap variasi ukuran diameter pipa kapiler antara lain ukuran 0,028 inch, 0,031 inch dan 0,036 inch pada sistem coolbox dengan menggunakan refrigeran R600a

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Refrigerasi Kompresi Uap

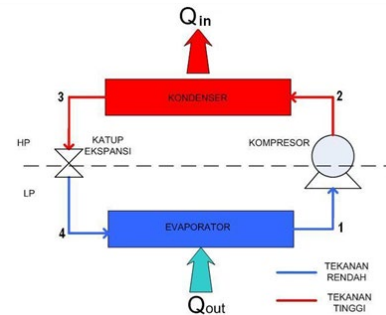
Kompresi uap merupakan sistem refrigerasi yang paling banyak digunakan hingga saat ini, kompresi uap bekerja dengan siklus yang berulang. Sistem ini memanfaatkan fluida yang bersirkulasi di dalam sistem yang dinamakan refrigeran untuk menyerap dan membuang kalor. Terdapat empat komponen utama di dalam sistem refrigerasi kompresi uap yaitu kompresor, kondenser, alat ekspansi, dan evaporator.

Siklus refrigerasi kompresi uap adalah siklus termodinamika yang memanfaatkan perubahan fasa pada fluida di dalam sistem yang akan menyerap dan membuang kalor. Ada beberapa

proses yang terjadi pada siklus refrigerasi kompresi uap antara lain:

1. Proses kompresi oleh kompresor.
2. Proses kondensasi oleh kondensor.
3. Proses ekspansi oleh alat ekspansi.
4. Proses evaporasi oleh evaporator.

Proses diatas terjadi secara berkelanjutan sampai dengan suhu yang diinginkan telah tercapai, proses diatas dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Siklus Sistem Refrigerasi Kompresi Uap

2.1.1 Proses Kompresi (1 - 2)

Proses kompresi terjadi pada kompresor, dimana uap refrigeran bertekanan rendah dikompresi oleh menjadi uap *superheat* bertekanan tinggi. Pada awalnya refrigeran yang masuk ke kompresor berfasa uap dengan tekanan dan suhu yang rendah ketika di kompresi tekanan dan suhu menjadi tinggi. Referensi (2) menunjukkan, besarnya kerja yang dilakukan oleh kompresor per satuan massa refrigeran dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$q_w = h_2 - h_1 \quad (1)$$

Keterangan:

q_w = Kerja kompresor (kJ/kg)

h_2 = Entalpi refrigeran keluar kompresor (kJ/kg)

h_1 = Entalpi refrigeran masuk kompresor (kJ/kg)

2.1.2 Proses Kondensasi (2 - 3)

Setelah proses kompresi maka fluida akan mengalami proses selanjutnya yaitu kondensasi yang terjadi di kondenser. Proses kondensasi adalah proses pelepasan kalor oleh refrigeran ke lingkungan, dimana disini juga terjadi perubahan fasa fluida uap refrigeran menjadi cair karena sebagian kalornya dibuang ke lingkungan. Referensi (2) menunjukkan, besarnya kalor yang dilepas oleh kondensor per satuan massa

refrigeran dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$q_k = h_2 - h_3 \quad (2)$$

Keterangan:

q_k = Panas yang dilepas di kondenser (kj/kg)
 h_2 = Entalpi refrigeran masuk kondenser (kj/kg)
 h_3 = Entalpi refrigeran keluar kondenser (kj/kg)

2.1.3 Proses Ekspansi (3 - 4)

Proses ekspansi terjadi pada alat ekspansi dimana proses ini terjadi secara isoentalpi yang artinya tidak ada pelepasan atau penyerapan energi yang terjadi pada saat ekspansi. Proses ini dilakukan oleh alat ekspansi seperti pipa kapiler, TXV, EEV.

2.1.4 Proses Evaporasi (4 - 1)

Evaporasi terjadi di evaporator, proses ini dilakukan secara isobar dan isothermal seperti proses di kondenser. Evaporasi terjadi karena fluida refrigeran cair yang sangat dingin menyerap panas dari beban pendingin yang ada pada kabin yang dikondisikan sehingga disini terjadi perubahan fasa ketika keluar dari evaporator menjadi uap. Referensi [2] menunjukkan besarnya kalor yang diserap oleh evaporator per satuan massa refrigeran dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$q_e = h_1 - h_4 \quad (3)$$

Keterangan:

q_e = Efek refrigerasi (kj/kg)
 h_4 = Entalpi refrigeran masuk evaporator (kj/kg)
 h_1 = Entalpi refrigeran keluar evaporator (kj/kg)

2.2 Kinerja Sistem Refrigerasi

2.2.1 Efek Refrigerasi

Efek refrigerasi atau efek pendinginan merupakan jumlah kalor yang diserap oleh refrigeran di evaporator. Referensi [2] menunjukkan, besarnya kalor yang diserap oleh evaporator per satuan massa refrigeran dapat dihitung oleh persamaan berikut ini:

$$q_e = h_1 - h_4 \quad (4)$$

Keterangan:

q_e = Efek refrigerasi (kj/kg)
 h_4 = Entalpi refrigeran masuk evaporator (kj/kg)
 h_1 = Entalpi refrigeran keluar evaporator (kj/kg)

2.2.2 Coefficient of Performance Actual (COP_{actual})

COP_{actual} merupakan perbandingan antara panas yang diserap oleh evaporator dengan kerja yang dilakukan oleh kompresor. COP_{actual} adalah nilai sesungguhnya dari performa dari suatu mesin refrigerasi. Menurut dossat, COP_{actual} dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$COP_{actual} = \frac{\text{efek refrigerasi}}{\text{kerja kompresor}} = \frac{q_e}{q_w} \quad (5)$$

Keterangan:

COP_{actual} = Coefficient of Performance Actual
 q_e = Efek refrigerasi (kj/kg)
 q_w = Kerja kompresor (kj/kg)

2.2.3 Coefficient of Performance Carnot (COP_{carnot})

COP_{carnot} merupakan COP maksimum yang dapat diraih oleh suatu mesin refrigerasi dengan temperatur dan kerja yang sama dengan sistem sebenarnya. COP_{carnot} dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$COP_{carnot} = \frac{T_e}{T_k - T_e} \quad (6)$$

Keterangan:

COP_{carnot} = Coefficient of Performance Carnot
 T_e = Temperatur evaporasi (K)
 T_k = Temperatur kondensasi (K)

2.2.4 Efisiensi Sistem Refrigerasi

Efisiensi merujuk kepada kata penghematan disini makna efisiensi adalah perbandingan antara COP_{actual} dan COP_{carnot}. Efisiensi sistem refrigerasi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\eta = \frac{COP_{actual}}{COP_{carnot}} \times 100\% \quad (7)$$

Keterangan:

η = efisiensi sistem refrigerasi (%)
 COP_{actual} = Coefficient of Performance Actual
 COP_{carnot} = Coefficient of Performance Carnot

2.2.5 Daya Listrik

Daya listrik merupakan jumlah energi yang bisa diserap dalam suatu rangkaian listrik. Daya listrik menjadi parameter yang diperlukan untuk mengetahui energi listrik yang digunakan pada

suatu sistem. Daya listrik dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$P = V \times I \times \cos \varphi \quad (8)$$

Dimana:

P = Daya listrik (Watt)

V = Tegangan listrik (Volt)

I = Arus listrik (Ampere)

$\cos \varphi$ = Faktor daya

2.2.6 Laju Aliran Massa Refrigeran

Penulis berasumsi bahwa kerja kompresor $\frac{1}{8}$ pk itu sekitar 92 Watt karena tidak memungkinkan bekerja secara 100% maka penulis menggunakan daya listrik untuk menghitung laju aliran massa. Berikut persamaan yang digunakan untuk mencari laju aliran massa refrigeran:

$$\dot{m} = \frac{W}{q_w} \quad (9)$$

Keterangan:

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

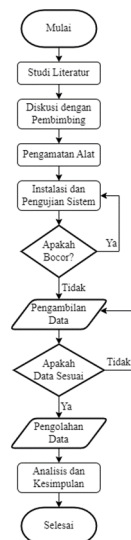
W = Daya yang dihasilkan kompresor (Watt)

q_w = Kerja kompresor (kJ/kg)

2.3 Komponen Utama

Pada sistem refrigerasi kompresi uap ada beberapa komponen utama yang membuat sistem dapat berjalan. Komponen utama yang dipakai dalam penelitian ini yaitu: kompresor, kondensor, alat ekspansi berupa pipa kapiler, dan evaporator.

3. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 2. Flowchart

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang diawali dengan melakukan studi literatur serta mengumpulkan data pustaka untuk didiskusikan dengan pembimbing. Setelah itu melakukan pengamatan alat penelitian yang. Kemudian setelah dilakukan pengamatan berikutnya penginstalan sistem pemipaan maupun kelistrikan. Penginstalan sudah selesai kemudian akan dilakukan pengujian sistem dan juga pengecekan kebocoran, jika ada kebocoran maka akan dilakukan penginstalan ulang sistem. Proses selanjutnya adalah melakukan pengambilan data, jika data dirasa cukup atau sesuai maka dilakukan pengolahan data. Setelah pengolahan data dan menganalisisnya telah selesai maka ditarik kesimpulan dari hasil penelitian tersebut.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengukuran

Pengukuran ini dilakukan tiga kali dengan variasi diameter pipa kapiler yang berbeda beda pada setiap pengukurannya. Data yang di analisis performansinya antara lain efek refrigerasi, COP_{carnot} , COP_{actual} , efisiensi refrigerasi, arus dan daya listrik. Data hasil pengukuran dapat dilihat di Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran

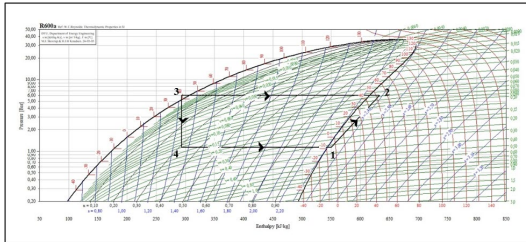
Parameter yang diukur	Variasi		
	0,028 inci	0,031 inci	0,036 inci
Tekanan <i>Discharge</i> (Bar Gauge)	5	5	5,2
Tekanan <i>Suction</i> (Bar Gauge)	0,13	0	0,2
Temperatur <i>Discharge</i> (°C)	50,13	49,26	50,56
Temperatur <i>Suction</i> (°C)	13,19	13,63	13
Temperatur <i>Out Kondenser</i> (°C)	36,38	35,63	37,63
Temperatur <i>Out Evaporator</i> (°C)	-2	-1,56	-0,31
Temperatur Lingkungan(°C)	25,44	25,88	26,81
Laju Aliran Massa(kg/s)	0,97	1,03	1,12
Arus Listrik(A)	0,8	0,8	0,9

Pada pengamatan data variasi diameter ukuran 0,028 inci ini kabin di kondisikan dengan temperatur 2°C dan produk kubis sebanyak 2 kg. Setelah mendapatkan data yang diperoleh kemudian data akan diolah di *software coolpack*

$$\text{Tek. Suction} = 0,13 \text{ Bar}_{\text{gauge}} + 1 \text{ atm} = 1,13 \text{ Bar}_{\text{absolute}}$$

$$\begin{aligned} \text{Tek. Discharge} &= 5 \text{ Bar}_{\text{gauge}} + 1 \text{ atm} = 6 \text{ Bar}_{\text{absolute}} \\ \text{Temp. Suction} &= -2^{\circ}\text{C} - 3^{\circ}\text{C} = -5^{\circ}\text{C} \\ \text{Temp. Discharge} &= 50,13^{\circ}\text{C} + 3^{\circ}\text{C} = 53,13^{\circ}\text{C} \\ \text{Temp. Keluar Kondenser} &= 36,38^{\circ}\text{C} + 3^{\circ}\text{C} = 39,38^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Setelah didapatkan data tersebut kemudian plot pada diagram p-h menggunakan *software coolpack*. Dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.

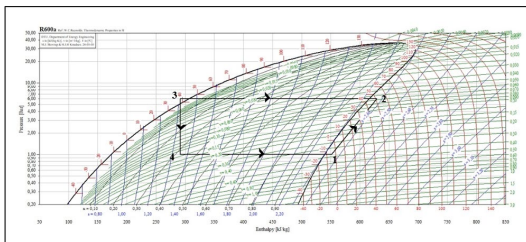


Gambar 3. Diagram p-h Diameter Pipa Kapiler 0,028 inci

Pada pengamatan data variasi diameter ukuran 0,031 inci ini kabin di kondisikan dengan temperatur 2°C dan produk kubis sebanyak 2 kg. Setelah mendapatkan data yang diperoleh kemudian data akan diolah di *software coolpack*.

$$\begin{aligned} \text{Tek. Suction} &= 0 \text{ Bar}_{\text{gauge}} + 1 \text{ atm} = 1 \text{ Bar}_{\text{absolute}} \\ \text{Tek. Discharge} &= 5 \text{ Bar}_{\text{gauge}} + 1 \text{ atm} = 6 \text{ Bar}_{\text{absolute}} \\ \text{Temp. Suction} &= -1,56^{\circ}\text{C} - 3^{\circ}\text{C} = -4,56^{\circ}\text{C} \\ \text{Temp. Discharge} &= 48,26^{\circ}\text{C} + 3^{\circ}\text{C} = 51,26^{\circ}\text{C} \\ \text{Temp. Keluar Kondenser} &= 35,63^{\circ}\text{C} + 3^{\circ}\text{C} = 38,63^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Setelah didapatkan data tersebut kemudian plot pada diagram p-h menggunakan *software coolpack*. Dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



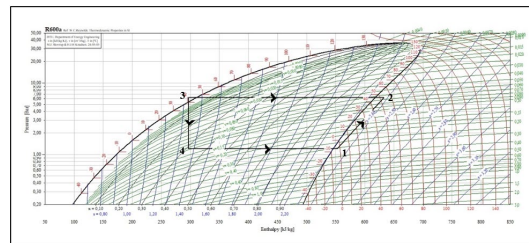
Gambar 4. Diagram p-h Diameter Pipa Kapiler 0,031 inci

Pada pengamatan data variasi diameter ukuran 0,031 inci ini kabin di kondisikan dengan temperatur 2°C dan produk kubis sebanyak 2 kg.

Setelah mendapatkan data yang diperoleh kemudian data akan diolah di *software coolpack*.

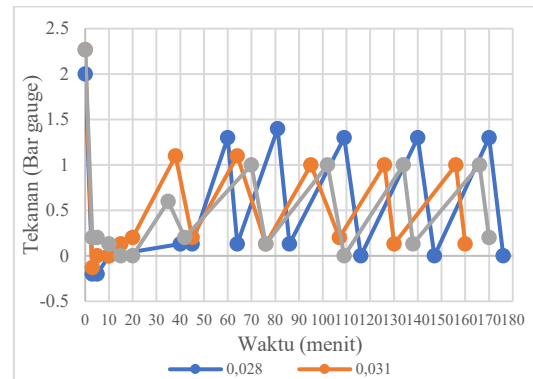
$$\begin{aligned} \text{Tek. Suction} &= 0,2 \text{ Bar}_{\text{gauge}} + 1 \text{ atm} = 1,2 \text{ Bar}_{\text{absolute}} \\ \text{Tek. Discharge} &= 5,2 \text{ Bar}_{\text{gauge}} + 1 \text{ atm} = 6,2 \text{ Bar}_{\text{absolute}} \\ \text{Temp. Suction} &= -0,31^{\circ}\text{C} - 3^{\circ}\text{C} = -3,31^{\circ}\text{C} \\ \text{Temp. Discharge} &= 50,56^{\circ}\text{C} + 3^{\circ}\text{C} = 53,56^{\circ}\text{C} \\ \text{Temp. Keluar Kondenser} &= 37,63^{\circ}\text{C} + 3^{\circ}\text{C} = 40,63^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Setelah didapatkan data tersebut kemudian plot pada diagram p-h menggunakan *software coolpack*. Dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



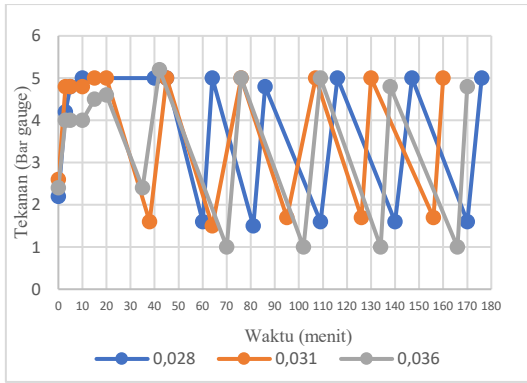
Gambar 5. Diagram p-h Diameter Pipa Kapiler 0,036 inci

Setelah melakukan *plotting* diagram p-h pada ketiga variasi diameter pipa kapiler tersebut. Kemudian akan dilakukan analisis performansi dari ketiga variasi tersebut.



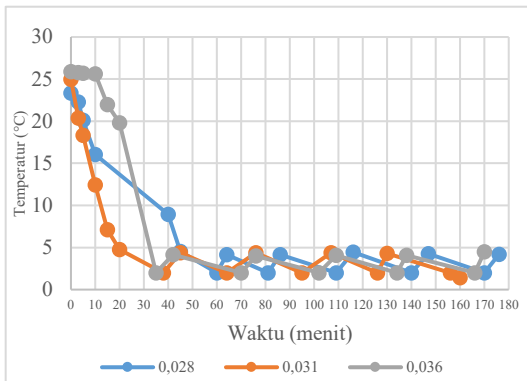
Gambar 6. Grafik Tekanan Suction Terhadap Waktu

Berdasarkan gambar 6 tekanan *suction* pada ketiga variasi berada diantara 0 bar sampai 1,5 bar. Ukuran diameter 0,028 inci memiliki rata-rata tekanan *suction* tertinggi sekitar 1,4 bar. Sedangkan untuk ukuran 0,031 dan 0,036 inci rata-rata tekanan *suction* berada pada 1 bar.



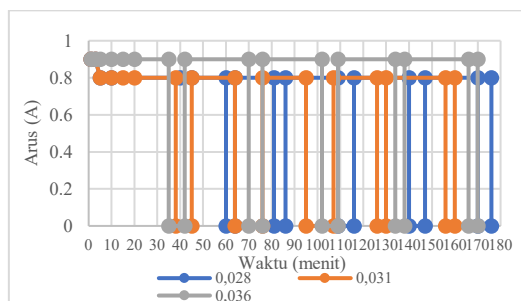
Gambar 7. Grafik Tekanan *Discharge* Terhadap Waktu

Berdasarkan gambar 7 tekanan *discharge* pada ketiga variasi berada diantara 4 bar sampai 5 bar. Semua ukuran variasi diameter memiliki tekanan *discharge* yang hampir sama yaitu 5 bar ketika sistem hidup.



Gambar 8. Grafik *Chilling Time*

Berdasarkan gambar 8 *chilling time* tercepat didapatkan oleh pipa kapiler diameter 0,036 inci dari 25 °C sampai 2 °C hanya 35 menit. Disusul dengan diameter 0,031 inci yang 38 menit dan yang paling lama yaitu 0,028 inci dengan waktu 60 menit.



Gambar 9. Grafik Arus

Berdasarkan gambar 9 arus yang tinggi berada pada saat menggunakan pipa kapiler diameter

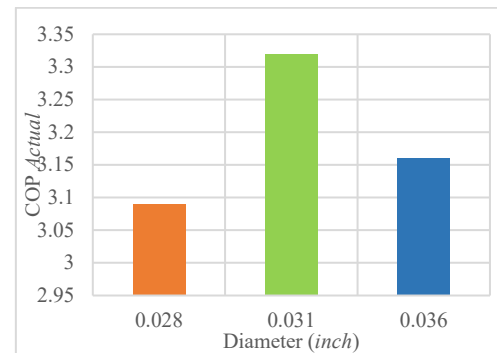
0,036 inci yaitu 0,9 A. Sedangkan untuk ukuran 0,031 dan 0,028 inci memiliki arus yang sama yaitu 0,8 A pada saat sistem hidup.

4.2 Analisis Performansi Sistem

Setelah didapatkan data-data yang dibutuhkan kemudian diolah untuk didapatkan performansi dari sistem refrigerasi. Performansi yang dianalisis antara lain COP_{actual} , COP_{carnot} , laju aliran massa dan efisiensi sistem.

COP_{actual}

Pada gambar 10 dapat dilihat COP_{actual} dari variasi pipa kapiler ukuran 0,028 inci, 0,031 inci dan 0,036 inci.

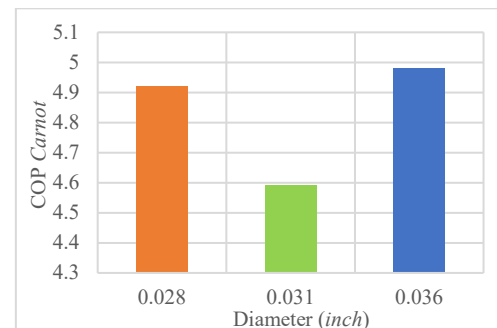


Gambar 10. Grafik COP_{actual}

Berdasarkan gambar 10 COP_{actual} tertinggi terdapat pada pipa kapiler ukuran 0,031 inci karena menghasilkan kerja kompresi yang rendah dan efek refrigerasinya tinggi sehingga COP_{actual} yang dihasilkan tinggi.

COP_{carnot}

Pada gambar 11 dapat dilihat COP_{actual} dari variasi pipa kapiler ukuran 0,028 inci, 0,031 inci dan 0,036 inci.

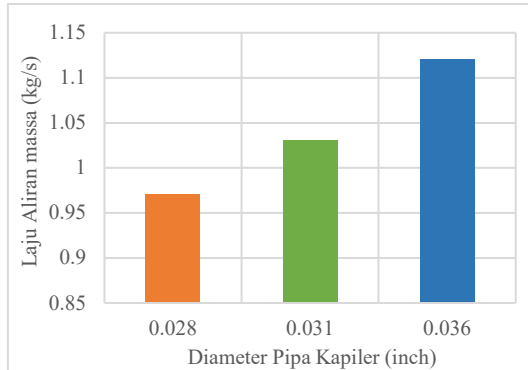


Gambar 11. Grafik COP_{carnot}

Berdasarkan gambar 11 COP_{carnot} yang dihasilkan berbeda, tertinggi didapatkan oleh pipa kapiler ukuran diameter 0,036 inci karena memiliki tekanan epavorasi yang lebih besar dari yang lain dan tekanan kondensasi yang rendah.

Laju Aliran Massa Refrigeran

Pada gambar 12 dapat dilihat laju aliran massa dari variasi pipa kapiler ukuran 0,028 inci, 0,031 inci dan 0,036 inci.

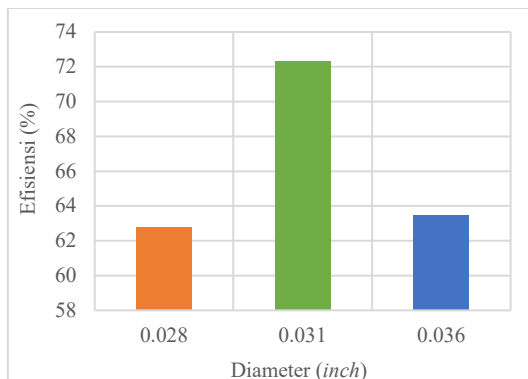


Gambar 12. Laju Aliran Massa Refrigeran

Berdasarkan gambar 12 laju aliran massa meningkat seiring dengan diameter pipa kapiler yang lebih besar. Hal ini disebabkan bahwa luas penampang atau area diameter sangat mempengaruhi laju dari refrigeran. Semakin besar diameternya maka akan semakin banyak refrigeran yang mengalir.

Efisiensi Refrigerasi

Pada gambar 13 dapat dilihat efisiensi refrigerasi dari variasi pipa kapiler ukuran 0,028 inci, 0,031 inci dan 0,036 inci.



Gambar 13. Grafik Efisiensi Refrigerasi

Berdasarkan gambar 13 efisiensi yang paling besar ialah pada saat menggunakan pipa kapiler ukuran diameter 0,031 inci. Diameter ini memiliki tekanan yang pas sehingga COP_{carnot} yang dihasilkan menjadi kecil. Serta kerja yang dihasilkan tidak terlalu berat tetapi efek pendinginannya besar sehingga mendapatkan COP_{actual} yang tinggi. Perbandingan antara COP_{actual} dan COP_{carnot} ini dapat menghasilkan efisiensi yang besar dan tentunya lebih hemat energi.

5. KESIMPULAN

Performansi yang dihasilkan dengan menggunakan diameter yang divariasikan akan berbeda beda setiap pipa kapilernya. Performansi ini meliputi COP_{actual} , COP_{carnot} dan Efisiensi Refrigerasi. Hasil perhitungan dari pipa kapiler ukuran diameter 0,028 inch diperoleh COP_{actual} sebesar 3,09 dan COP_{carnot} sebesar 4,92 serta didapatkan efisiensi sebesar 62,8%. Pada pipa kapiler ukuran diameter 0,031 inch didapatkan COP_{actual} sebesar 3,32 dan COP_{carnot} sebesar 4,59 serta efisiensi sebesar 72,33%. Sedangkan untuk pipa kapiler ukuran diameter 0,036 inch didapatkan COP_{actual} sebesar 3,16 dan COP_{carnot} sebesar 4,98 serta efisiensi didapatkan 63,45%. Efisiensi terbesar diperoleh dengan menggunakan pipa kapiler ukuran diameter 0,031 inch. Berdasarkan hasil yang telah didapatkan, pipa kapiler diameter 0,031 inch dengan panjang 1,76 meter menghasilkan nilai efisiensi yang lebih besar dari pada variasi yang lain

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Politeknik Negeri Bandung yang memberikan bantuan dana selama melakukan penelitian dan fasilitas untuk paper yang akan dipublikasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arora CP. Refrigeration and Air Conditioning . Tird Edition. Shukla S, Mukherjee S, editors. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited; 2009. 1–924 p.
- [2] Dossat RJ. PRINCIPLES OF REFRIGERATION. Wiley International. New York and London: JOHN WILEY & SONS, INC.; 1961. 1–544 p.

- [3] Hastak SS, Kshirsagar JM. Comparative performance analysis of R600a and R436a as an alternative of R134a refrigerant in a domestic refrigerator. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Institute of Physics Publishing; 2018.
- [4] Yoga NG, Putri AM. STUDI EKSPERIMEN VARIASI PANJANG DAN DIAMETER PIPA KAPILER TERHADAP KINERJA AC. Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ. 2018 Oct 31;5(2):85–9.
- [5] Subagja IWA, Susila IDM. PENGARUH VARIASI DIAMETER PIPA KAPILER PADA SIKLUS TEMPERATUR RENDAH TERHADAP PERFORMANSI TRAINER UNIT SISTEM REFRIGERASI CASCADE. JURNAL LOGIC. 2016;16(3):161–5.
- [6] Luay M, Alfa S, Pangripto Pramudantoro T, Lukitobudi AR. Kaji Eksperimental Pengaruh Variasi Diameter Pipa Kapiler Terhadap Performansi Coolbox Menggunakan R-134a. Industrial Research Workshop and National Seminar. 2023;14:96–102.
- [7] Supriyana N, Mastur, Sutarno. Studi Eksperimen Pengaruh Beban Dan Diameter Pipa Kapiler Terhadap Coefficien Of Performance (COP) Pada Mesin Pendingin. ITEKS. 2020;12(1):51–9.
- [8] Kusuma I, Siregar IH. Studi Komparasi Kinerja Refrigerant R134a dengan R600a. JTM. 2104;03(01):33–9.
- [9] Purwanto MA, Wibowo² A, Farid³ A. ANALISA PERUBAHAN DIAMETER PIPA KAPILER TERHADAP UNJUK KERJA AC SPLIT 1,5 PK. 2016;12(1):43–7.
- [10] Ramdan NJ, Lukitobudi AR, Pramudantoro TP, Refrigerasi JT, Udara T, Bandung N, et al. Rancang Bangun Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Untuk Penyimpanan Buah Alpukat. Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar. 2022;340–5.