

Pengaruh Panjang Pipa Kapiler Terhadap Kinerja AC Split Menggunakan Refrigerant R32

Diaz Alegra Arif Dewangga¹, Hendri Suryanto^{2*}

^{1,2}Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe

E-mail: ¹diazalegra001@gmail.com, ²hendrie_s@yahoo.com

Abstrak – Dalam sistem refrigerasi, salah satu komponen utama adalah pipa kapiler yang berfungsi sebagai alat ekspansi, di mana perbedaan panjangnya dapat memengaruhi performa sistem. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh panjang pipa kapiler terhadap kinerja sistem pendingin, terutama pada nilai *Coefficient of Performance* (COP) dan konsumsi daya listrik. Metode yang digunakan berupa uji eksperimental dengan panjang pipa kapiler 20 cm, 35 cm, dan 50 cm menggunakan refrigeran R-32. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pipa kapiler 20 cm menghasilkan COP sekitar 7,2 dengan daya 330 W. Pada panjang 35 cm, COP meningkat hingga 9 dengan daya 385 W, sedangkan panjang 50 cm menghasilkan COP 9,5 namun konsumsi daya lebih tinggi yaitu 395 W. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa pipa kapiler dengan panjang 35 cm merupakan kondisi paling baik karena mampu memberikan efisiensi tinggi dengan penggunaan daya yang masih seimbang.

Kata kunci - AC Split, Pipa Kapiler, Refrigeran R-32, COP

Abstract – In a refrigeration system, one of the key components is the capillary tube, which functions as an expansion device, where variations in its length can affect system performance. This study aims to analyze the effect of different capillary tube lengths on the performance of a cooling system, focusing on the *Coefficient of Performance* (COP) and electrical power consumption. The experimental method was carried out using capillary tubes with lengths of 20 cm, 35 cm, and 50 cm, with R-32 as the refrigerant. The results showed that the 20 cm capillary tube produced a COP of approximately 7.2 with a power consumption of 330 W. At a length of 35 cm, the COP increased to 9 with a power consumption of 385 W, while the 50 cm tube achieved a COP of 9.5 but with higher power consumption of 395 W. Therefore, it can be concluded that the 35 cm capillary tube provides the best performance, as it delivers higher efficiency with relatively balanced power usage.

Keywords - Split AC, Capillary Tube, R-32 Refrigerant, COP

1. PENDAHULUAN

Salah satu komponen penting dalam sistem pendingin adalah pipa kapiler, yang berfungsi sebagai alat ekspansi sederhana namun sangat memengaruhi kinerja sistem. Pipa kapiler mengatur aliran refrigeran dari kondensor ke evaporator. Panjangnya sangat penting karena memengaruhi penurunan tekanan dan, pada akhirnya, kinerja mesin secara keseluruhan. Panjang pipa yang tidak tepat dapat menyebabkan tekanan evaporator meningkat, sehingga menurunkan kapasitas pendinginan, dan membuat kompresor bekerja lebih keras, yang mengurangi efisiensi. Pipa kapiler yang digunakan dalam sistem refrigerasi umumnya berbentuk koil dengan diameter antara 0,8 hingga 2,0 mm dan panjang berkisar 1 hingga 6 meter, serta terbuat dari material tembaga. Faktor-faktor seperti bentuk, ukuran, dan posisi pemasangan pipa kapiler dapat memengaruhi kinerja sistem pendingin [1].

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa variasi panjang dan diameter pipa kapiler berpengaruh terhadap kapasitas pendinginan dan nilai *Coefficient of Performance* (COP). Penelitian yang dilakukan Yoga dan Putri [1] menunjukkan hasil semakin bertambah panjang pipa kapiler kapasitas pendinginan evaporator, kerja kompresor, nilai COP, dan nilai temperatur pada evaporator dari sistem akan semakin kecil sehingga mengakibatkan efek pendinginan akan semakin besar. Dalam penelitian tersebut menggunakan AC Split dengan refrigeran R22. Penelitian lain [2] juga menggunakan AC Split dengan refrigerant R22, menunjukkan semakin panjang pipa kapiler menghasilkan nilai COP yang makin kecil dan daya kompresor yang makin besar. Sedangkan pada penelitian lain [3] yang menggunakan AC Trainer Unit, menunjukkan semakin panjang pipa kapiler dan semakin besar diameter dalamnya menghasilkan nilai COP yang makin meningkat. Dalam penelitian tersebut digunakan refrigeran R410A.

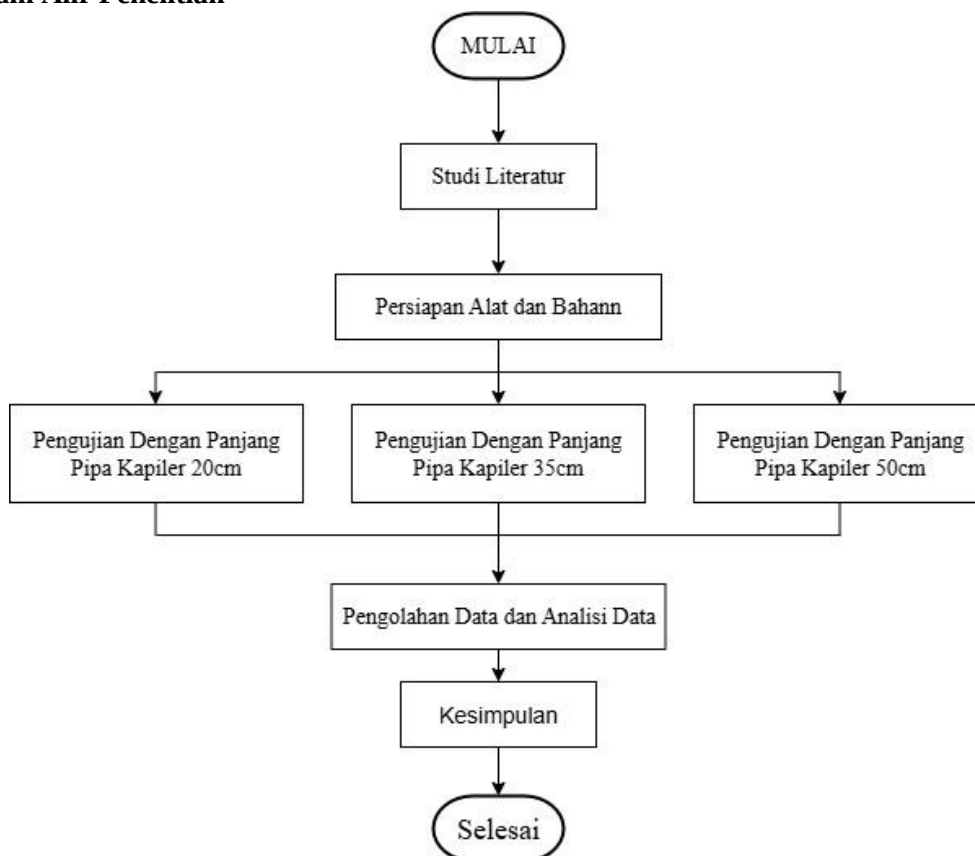
Dalam penelitian ini juga diteliti pengaruh panjang pipa kapiler terhadap kinerja mesin pendingin berupa Trainer Unit AC Split sedangkan refrigeran yang digunakan adalah R32. Refrigeran R32 merupakan refrigeran yang ramah lingkungan dan sudah mulai banyak digunakan di pasaran selain R1270. Refrigeran R32 bisa menjadi pilihan sebagai pengganti R22, yang belum ramah lingkungan, dibanding R1270. Meskipun R32 mempunyai nilai COP yang lebih rendah dibanding R1270 tetapi karena R1270 bersifat mudah terbakar maka R32 bisa menjadi

alternatif refrigeran yang lebih dipilih karena lebih aman [4]. Jenis refrigeran lain yaitu Dimethyl Ether (DME) juga merupakan refrigeran yang ramah lingkungan. Dalam penelitian kinerja AC Split dengan menggunakan DME [5] menunjukkan penggunaan pipa kapiler yang lebih panjang menghasilkan nilai COP lebih tinggi.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan secara eksperimen dengan menggunakan *Trainer Unit AC Split*. Variasi panjang pipa kapiler yang diuji adalah 20 cm, 35 cm, dan 50 cm, sedangkan parameter yang diukur meliputi suhu, tekanan, arus, dan daya listrik. Performa sistem dihitung melalui koefisien performa (*Coefficient of Performance/COP*).

2.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

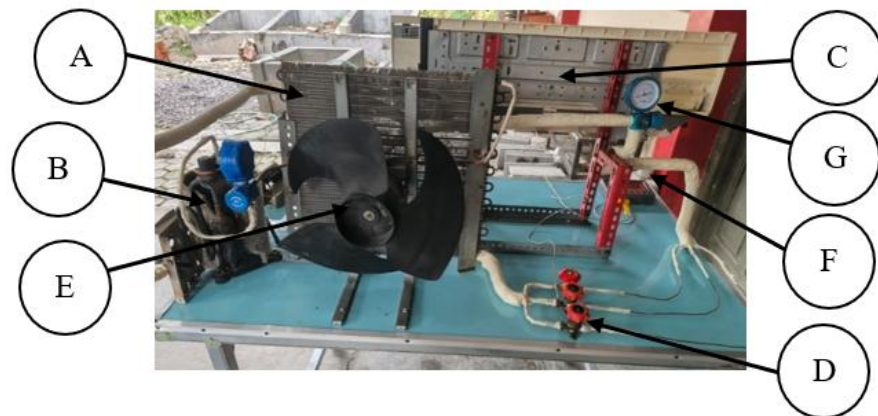
2.2 Tempat Pengujian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Konversi Energi, Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu.

2.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan penelitian terdiri dari: 1) Trainer Unit AC Split; 2) Pemotong Pipa; 3) Manifold Gauge; 4) Alat Las; 5) Bahan Las; 6) Wattmeter Digital; 7) Thermometer Digital; 8) Clampmeter; 9) Stopwatch; 10) Pipa Kapiler; 11) Refrigeran

Table 1. Spesifikasi AC Split ½ PK	
SPESIFIKASI	
Merek :	Sharp
Fluida kerja :	R 32
Daya (W) :	344
Tegangan (V):	180-240
Kecepatan Kipas :	890 rpm
Kapasitas Pendinginan :	5,000 BTU



Gambar 2. Trainer Unit AC Split Tampak Depan

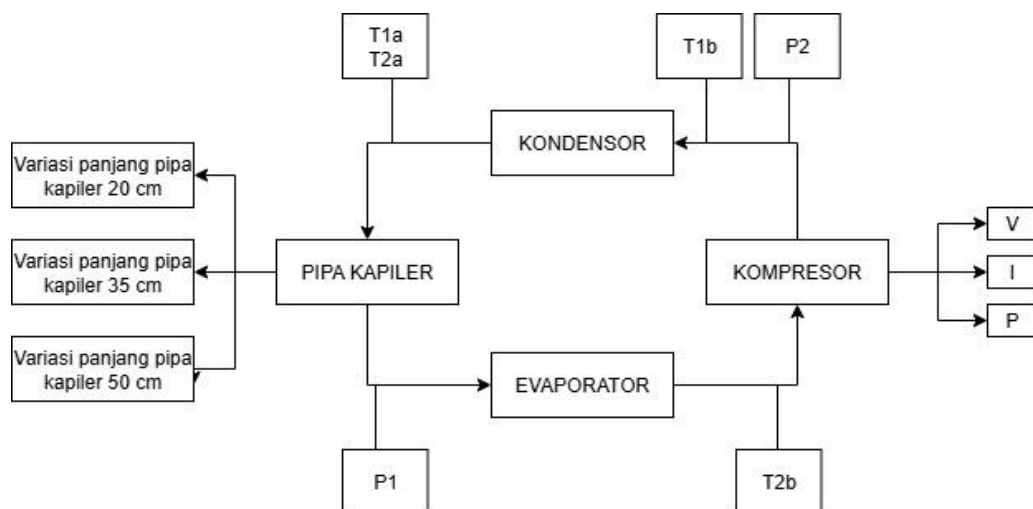


Gambar 3. Trainer Unit AC Split Tampak Samping

Keterangan :

- | | |
|-----------------|---|
| A. Kondensor | F. Termometer digital (suhu keluar kondensor dan masuk evaporator) |
| B. Kompresor | G. Pengukur tekanan sisi hisap (<i>low-pressure</i>) |
| C. Evaporator | H. Termometer digital (suhu keluar kompresor dan keluar evaporator) |
| D. Pipa Kapiler | I. Pengukur tekanan sisi tekan (<i>high-pressure</i>). |
| E. Kipas | J. Wattmeter digital |

2.4 Skema Alat Penelitian



Gambar 4. Skema Alat Penelitian

Keterangan :

T1a = Temperatur Keluar Kondensor
T2a = Temperatur Masuk Evaporator
T1b = Temperatur Keluar Kompresor
T2b = Temperatur Keluar Evaporator
P = Daya

P1 = Tekanan rendah sebelum masuk evaporator
P2 = Tekanan Tinggi setelah keluar kompresor
I = Arus listrik
V = Tegangan

2.5 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

A. Tahap Persiapan AC Split

Pada tahap ini dilakukan persiapan sistem agar siap digunakan dalam proses pengujian. Langkah-langkah yang dilakukan antara lain memastikan perangkat trainer AC Split dalam keadaan mati dan belum tersambung ke sumber listrik. Setelah itu, dilakukan pengecekan menyeluruh pada sambungan pipa dan kabel untuk memastikan tidak ada kebocoran maupun kerusakan. Selanjutnya, alat ukur yang diperlukan seperti *manifold gauge*, termometer, dan *clamp meter* disiapkan. Terakhir, trainer dihidupkan dan sistem dibiarkan bekerja selama 5–10 menit hingga mencapai kondisi operasional yang stabil.

B. Tahap Pengisian Refrigerant

Apabila ditemukan adanya indikasi kekurangan refrigerant, maka dilakukan pengisian ulang dengan prosedur sebagai berikut. Pertama, sebelum pengisian dilakukan, udara di dalam sistem dikosongkan menggunakan pompa vakum. Selanjutnya, alat bantu pengisian dipersiapkan, meliputi *manifold gauge*, selang manifold, tabung refrigerant jenis R-32 (sesuai spesifikasi unit), serta alat untuk membuka pentil servis. Setelah itu, selang merah dihubungkan ke sisi tekanan tinggi (*high-pressure*) dan selang biru ke sisi tekanan rendah (*low-pressure*) pada sistem. Kemudian, selang tengah disambungkan ke tabung refrigeran. Langkah berikutnya adalah membuka katup pada tabung refrigerant, lalu mengisi refrigerant secara perlahan saat kompresor dalam kondisi menyala. Selama proses ini, nilai tekanan pada *manifold gauge* dipantau agar mencapai tekanan kerja standar, yaitu sekitar 60–70 psi pada sisi *low* dan 200–250 psi pada sisi *high*, tergantung jenis refrigerant yang digunakan. Setelah pengisian dianggap mencukupi, keran ditutup dan seluruh selang pengisi dilepaskan dengan hati-hati.

C. Tahap Pengujian Kinerja Sistem

Tahap ini dilakukan untuk mengumpulkan data performa sistem AC Split berdasarkan parameter suhu, tekanan, dan arus listrik. Prosedur pengujian dimulai dengan menyalakan sistem trainer dan mengatur suhu target pada kisaran $\pm 18^{\circ}\text{C}$ dalam mode pendinginan (*cooling*). Selanjutnya, dipastikan bahwa unit kompresor dan kipas pada bagian outdoor beroperasi dengan normal. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan termometer digital untuk mengetahui suhu udara masuk dan keluar dari evaporator. Tekanan sisi hisap (*low-pressure*) dan sisi tekan (*high-pressure*) diukur menggunakan manifold gauge, sedangkan arus listrik kompresor diukur dengan wattmeter digital. Seluruh hasil pengukuran dicatat secara berkala pada interval waktu menit ke-5, ke-10, ke-15, ke-20, ke-25, dan ke-30 untuk mengetahui kestabilan kerja sistem. Setelah semua data terkumpul, trainer dimatikan dan sistem dibiarkan kembali ke suhu lingkungan. Tahap berikutnya adalah mengganti pipa kapiler dengan ukuran berbeda dengan cara menutup aliran pipa sebelumnya, membuka saluran pipa berikutnya, lalu mengulangi kembali proses pengujian dari langkah awal.

2.6 Sistem Refrigerasi

Refrigerasi dan pengkondisian udara merupakan penerapan prinsip perpindahan panas dan hukum termodinamika, di mana panas dipindahkan dari ruang bersuhu rendah ke ruang bersuhu lebih tinggi dengan bantuan energi dari luar. Dalam penelitian ini digunakan sistem refrigerasi kompresi uap, yaitu siklus yang melibatkan empat proses utama seperti digambarkan pada diagram P – h gambar 5 berikut ini.

Pertama, kompresi (1–2), ketika refrigeran berupa uap jenuh bertekanan rendah dihisap kompresor lalu ditekan sehingga tekanan dan temperaturnya meningkat, dengan kerja kompresi dihitung menggunakan persamaan:

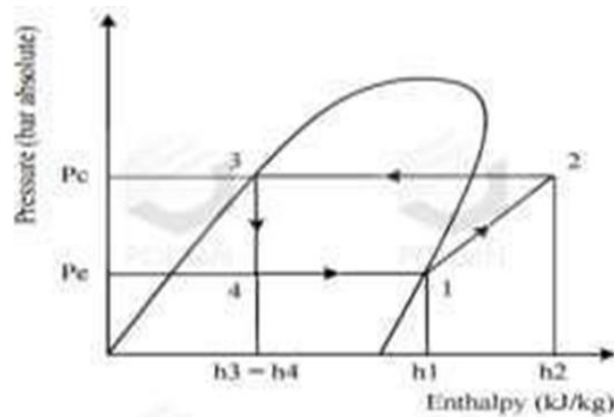
$$W_k = h_2 - h_1 \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

W_k = kerja kompresi (kJ/kg)

h_2 = entalpi sisi buang kompresor (kJ/kg)

h_1 = entalpi sisi hisap kompresor (kJ/kg)



Gambar 5. Diagram P – h Siklus Kompresi Uap

Kedua, kondensasi (2–3), di mana refrigeran bersuhu tinggi melepaskan panas ke lingkungan melalui kondensor hingga berubah fase menjadi cair, dengan kalor yang dilepas dihitung menggunakan persamaan:

$$Q_c = h_2 - h_3 \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

Q_c = Kalor yang dilepaskan kondensor (kJ/s)

h_2 = Entalpi masuk kondensor (kJ/kg)

h_3 = Entalpi keluar kondensor (kJ/kg)

Ketiga, ekspansi (3–4), ketika cairan bertekanan tinggi melewati katup ekspansi sehingga tekanannya turun secara isoentlpi. Keempat, evaporasi (4–1), yaitu proses penyerapan panas dari lingkungan oleh refrigeran hingga berubah menjadi uap jenuh, dengan kalor serapan dihitung menggunakan persamaan:

$$Q_e = h_1 - h_4 \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:

Q_e = Kalor yang diserap evaporator (kJ/s)

h_1 = Entalpi keluaran evaporator (kJ/kg)

h_4 = Entalpi masukan evaporator (kJ/kg)

Keempat proses ini berlangsung berulang membentuk siklus kompresi uap yang menjadi dasar kerja sistem pendingin.

2.7 Coefficient of Performance

Coefficient of Performance (COP) merupakan indikator efisiensi pada sistem refrigerasi kompresi uap yang tersusun dari kompresor, kondensor, alat ekspansi, evaporator, serta refrigeran seperti Freon sebagai fluida kerja. Nilai COP yang semakin tinggi menunjukkan kinerja sistem yang semakin optimal. Efisiensi ini dipengaruhi oleh kontribusi masing-masing komponen, mulai dari rasio kompresi kompresor, kemampuan kondensor membuang panas, efektivitas alat ekspansi dalam menurunkan tekanan, efisiensi evaporator dalam menyerap panas, hingga sifat termodinamika refrigeran yang digunakan.

$$COP = \frac{Q_e}{W_k} \dots \dots \dots (4)$$

dengan Q_e adalah kalor yang diserap evaporator dan W_k adalah kerja kompresor.

2.8 Refrigerant

Refrigerant berfungsi sebagai media utama dalam proses perpindahan panas pada sistem pendingin, sehingga pemilihannya harus mempertimbangkan aspek termofisik, kestabilan kimia, keamanan, dampak lingkungan, biaya, dan kesesuaian regulasi [6]. Berbagai jenis refrigerant seperti R-22, R-32, R-410A, dan R-290 memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Dalam penelitian ini dipilih R-32 karena memiliki efisiensi energi tinggi, nilai COP lebih baik dibandingkan R-22 dan R-410A, serta lebih ramah lingkungan dengan ODP nol dan GWP lebih rendah. Meskipun bersifat mudah terbakar, risiko penggunaannya dapat diminimalkan melalui desain sistem yang aman, sehingga R-32 dinilai paling sesuai untuk aplikasi pendinginan.

Tabel 2. Spesifikasi *Refrigerant*

Jenis <i>Refrigerant</i>	Formula	ODP	GWP	Efisiensi Energi	Keamanan	Keterangan
R-22	CHClF ₂	0,05	1810	Baik	Tidak beracun, tidak mudah terbakar	Mulai dilarang karena merusak ozon
R-32	CH ₂ F ₂	0	675	Sangat Baik	Sedikit mudah terbakar	Lebih efisien dan ramah lingkungan dibanding R-410A
R-410A	CH ₂ F ₂ + CHF ₂ CF ₃	0	2088	Sangat Baik	Tidak beracun, tidak mudah terbakar	Pengganti R-22, tetapi memiliki GWP tinggi
R-290	CH ₂ F ₂ + CHF ₂ CF ₃	0	3	Sangat Baik	Mudah terbakar	Ramah lingkungan, namun perlusistem

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian mengenai pengaruh panjang pipa kapiler terhadap kinerja sistem pendinginan disajikan pada tabel berikut ini.

Table 1. Data Hasil Uji Untuk Panjang Pipa Kapiler 20 cm

Waktu (Menit)	T1a (°C)	T2a (°C)	T1b (°C)	T2b (°C)	P1 (Bar)	P2 (Bar)	I (Ampere)	Voltase (Volt)	Daya (Watt)
0	31,8	25,2	30,5	20,5	4,27	16,54	1,81	224	378
5	37,7	7,8	75	17,8	4,68	16,89	1,81	224	276
10	38,2	8,7	77,2	18,9	4,75	17,35	1,82	224	279
15	38,6	8,5	78,2	18,9	4,82	17,44	1,84	224	381
20	39,2	9,1	79,1	19,2	5,1	17,71	1,87	224	390
25	39,3	9	79,2	19,7	5,17	17,78	1,85	224	387
30	39,7	9,2	78,9	19,8	5,44	18,06	1,89	224	394
Rata-rata	37,79	11,07	71,16	19,26	4,89	17,40	1,84	224	355

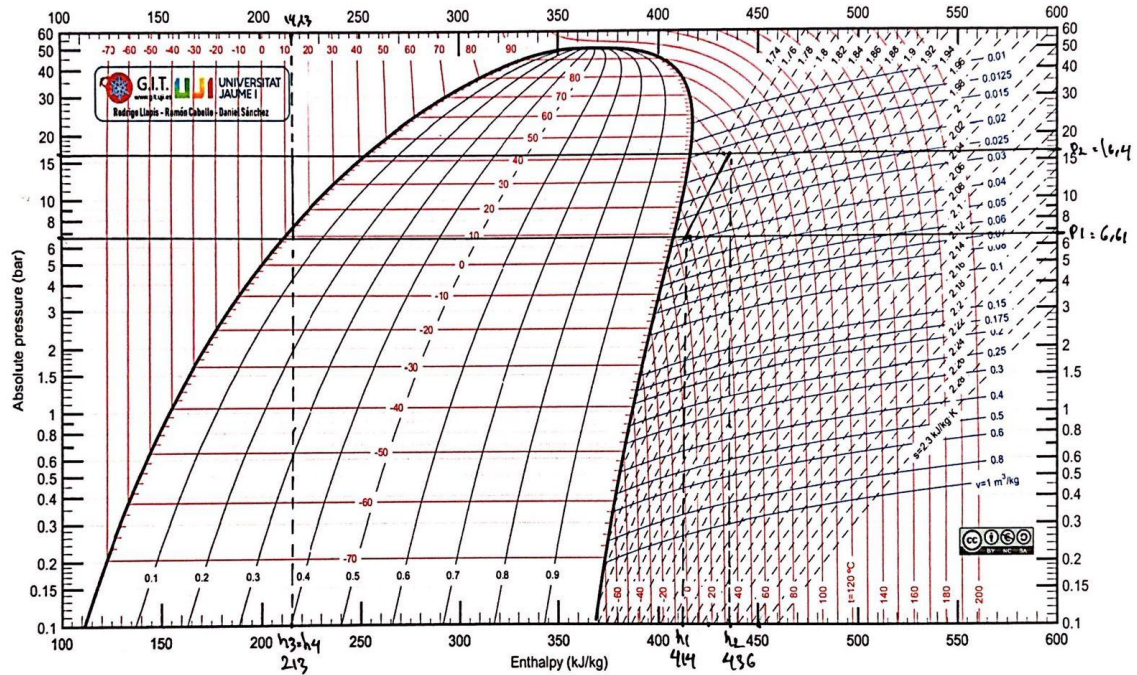
Table 2. Data Hasil Uji Untuk Panjang Pipa Kapiler 35 cm

Waktu (Menit)	T1a (°C)	T2a (°C)	T1b (°C)	T2b (°C)	P1 (Bar)	P2 (Bar)	I (Ampere)	Voltase (Volt)	Daya (Watt)
0	24,7	7,2	40,1	16,9	5,17	11,72	1,64	227	335
5	30,3	8,8	41,7	17,2	5,86	15,16	1,77	226	269
10	34,1	14,1	52,6	17,8	6,27	16,54	1,85	225	289
15	35,7	15,9	60,2	18,6	7,03	17,23	1,91	225	394
20	36,6	17,1	63,8	19,1	7,44	17,44	1,9	224	401
25	36,8	17,6	64,9	19,4	7,44	18,27	1,9	224	400
30	37,9	18,2	67,3	19,5	7,03	18,96	1,95	223	405
Rata-rata	33,73	14,13	55,80	18,36	6,61	16,47	1,85	224,86	384,71

Table 3. Data Hasil Uji Untuk Panjang Pipa Kapiler 50cm

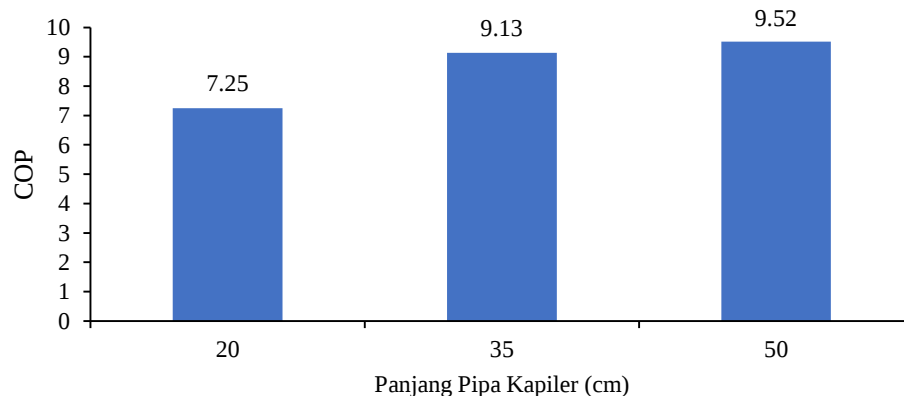
Waktu (Menit)	T1a (°C)	T2a (°C)	T1b (°C)	T2b (°C)	P1 (Bar)	P2 (Bar)	I (Ampere)	Voltase (Volt)	Daya (Watt)
0	31,7	10,2	53,7	17,9	4,96	16,2	1,95	226	379
5	36,2	10,4	61,6	16,4	5,37	15,09	1,84	226	288
10	37,6	11,7	67,5	16,8	5,65	17,37	1,87	226	291
15	38,2	12,4	71,5	16,8	5,99	17,44	1,88	226	399
20	38,5	12,8	72,6	17	6,13	17,58	1,9	226	397
25	38,7	12,8	73,7	17,2	5,86	17,92	1,9	226	399
30	39,6	13,3	74,7	17,3	6,27	18,61	1,94	226	408
Rata-rata	37,21	11,94	67,90	17,06	5,75	17,46	1,90	226,00	394,43

Berdasarkan data hasil pengujian tekanan dan suhu pada tabel 3, 4 dan 5 tersebut kemudian ditentukan nilai entalpi h_1 , h_2 , h_3 dan h_4 dengan menggunakan diagram P – h Refrigeran R32 seperti dicontohkan pada gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Contoh Penentuan Entalpi h_1 , h_2 , h_3 dan h_4 Dengan Diagram P – h Refrigeran R32

Dengan nilai entalpi yang telah diperoleh tersebut kemudian dihitung nilai COP untuk masing-masing panjang pipa kapiler. Nilai COP untuk masing-masing panjang pipa kapiler seperti ditampilkan pada grafik gambar 7 berikut ini.

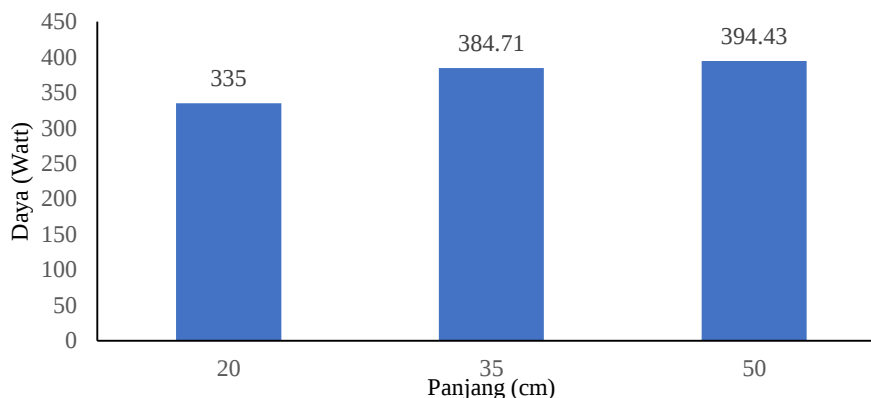


Gambar 7. COP Masing-masing Panjang Pipa Kapiler

Berdasarkan pada Gambar 7, dapat dilihat bahwa perubahan panjang pipa kapiler memberikan pengaruh nyata terhadap nilai COP pada sistem pendingin. Pada panjang kapiler 20 cm, COP yang diperoleh masih cukup rendah, yakni sekitar 7,2. Ketika panjang kapiler diperbesar menjadi 35 cm, nilai COP meningkat secara signifikan hingga mencapai 9. Selanjutnya, pada panjang kapiler 50 cm, COP kembali bertambah meskipun kenaikannya tidak terlalu besar, yaitu mendekati 9,5. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pertambahan panjang kapiler membuat aliran refrigeran lebih terkendali sehingga proses perpindahan kalor berlangsung lebih efektif. Akan tetapi, peningkatan COP terlihat mulai melambat setelah panjang kapiler mencapai 35 cm.

Berdasarkan data pada tabel 3,4 dan 5 juga, daya rata-rata untuk masing-masing panjang pipa kapiler ditampilkan pada grafik gambar 8 berikut ini.

Gambar 8 memperlihatkan bahwa konsumsi daya sistem mengalami variasi sesuai dengan perubahan panjang pipa kapiler. Pada panjang 20 cm, kebutuhan daya tercatat sekitar 330 Watt. Saat panjang kapiler ditingkatkan menjadi 35 cm, konsumsi daya naik cukup signifikan hingga mencapai 385 Watt. Kemudian, pada panjang 50 cm, kebutuhan daya kembali meningkat menjadi sekitar 395 Watt. Kondisi ini menunjukkan bahwa semakin panjang pipa kapiler, hambatan aliran refrigeran semakin besar, sehingga kompresor harus bekerja lebih berat dan membutuhkan daya listrik yang lebih tinggi.



Gambar 8. Daya Untuk Masing-masing Panjang Pipa Kapiler

Hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi panjang pipa kapiler berpengaruh nyata terhadap kinerja sistem pendingin. Pada pipa kapiler sepanjang 20 cm, COP yang dihasilkan relatif rendah, yaitu sekitar 7,2 dengan konsumsi daya ± 330 Watt. Ketika panjang pipa ditingkatkan menjadi 35 cm, COP meningkat signifikan hingga 9,13, meskipun konsumsi daya juga naik menjadi sekitar 385 Watt. Selanjutnya, pada panjang 50 cm, COP hanya bertambah sedikit menjadi 9,52 dengan konsumsi daya mencapai 395 Watt. Kondisi ini menunjukkan bahwa penambahan panjang pipa kapiler memang membuat aliran refrigeran lebih terkendali sehingga perpindahan kalor berlangsung lebih efektif. Namun, setelah mencapai panjang tertentu (sekitar 35 cm), peningkatan COP cenderung melambat, sementara kebutuhan daya listrik terus bertambah akibat meningkatnya hambatan aliran refrigeran yang memaksa kompresor bekerja lebih berat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, variasi panjang pipa kapiler terbukti berpengaruh terhadap nilai Coefficient of Performance (COP) dan konsumsi daya sistem. Pipa kapiler 20 cm menghasilkan COP terendah sekitar 7,2 dengan daya relatif kecil, sedangkan pada 35 cm COP meningkat signifikan hingga 9 dengan konsumsi daya moderat ± 385 Watt. Pada 50 cm, COP memang mendekati 9,5, namun peningkatannya tidak sebanding dengan kenaikan daya yang mencapai ± 395 Watt. Dengan demikian, panjang pipa kapiler 35 cm dapat dianggap sebagai kondisi paling efisien karena memberikan keseimbangan terbaik antara kinerja pendinginan dan kebutuhan daya listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. G. Yoga and A. M. Putri, "Studi Eksperimen Variasi Panjang Dan Diameter Pipa Kapiler Terhadap Kinerja Ac," *J. Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 5, no. 2, pp. 85–89, Oct. 2018, doi: 10.21009/jkem.5.2.5.
- [2] I. W. Sutiase, T. C. Wahyudi, and K. Ridhuan, "Pengaruh Variasi Panjang Pipa Kapiler Terhadap Daya Kompresor Dan Cop (Coefficient Of Performance) Ac Split," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 13, no. 2, Dec. 2024, doi: 10.24127/trb.v13i2.3777.
- [3] I. W. Sutarsa, A. A. K. W. Putra, and I. P. A. Haryawan, "Pengaruh Karakteristik Dimensi Pipa Kapiler Terhadap Coefficient of Performance (COP) Trainer Air Conditioner (AC) Split," *Indones. J. Lab.*, Dec. 2023.
- [4] F. A. Pratama, W. H. Mitrakusuma, M. A. Falahuddin, and W. S. Ayu, "Kajian Kinerja Sistem Refrigerasi Menggunakan Refrigeran R32, R22 & R1270 Menggunakan REFPROP", in *The 12th Industrial Research Workshop and National Seminar*, pp. 472-477, Bandung 4-5 Agustus 2021.
- [5] Shaumi, B. P., Mitrakusuma, W. H., Setyawan, A., & Kurniasetiawati, A. S., "Kaji Eksperimental Pengaruh Variasi Panjang Pipa Kapiler Terhadap Kinerja AC Split dengan Variasi Massa Refrigeran Dimethyl Ether (DME)", in *The 15th Industrial Research Workshop and National Seminar*, pp. 502-506, Bandung 24-25 Juli 2024.