



# **ANALISIS PENAMBAHAN WATER HEATER KAPASITAS 20 LITER TERHADAP KONSUMSI DAYA LISTRIK AC SPLIT 1 PK**

Mimin Andika Cahyatullah<sup>1</sup>, Nailul Atifah<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No.1, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail : andikamimin27@gmail.com

Masuk : 15 Februari 2024

Direvisi : 6 Maret 2024

Disetujui : 29 Maret 2024

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak penambahan water heater kapasitas 20 liter terhadap konsumsi daya listrik, suhu hembusan luaran evaporator, dan *Coefficient of Performance* (COP) AC split 1 PK. Dalam eksperimen ini, AC split 1 PK diuji dalam dua kondisi yaitu tanpa water heater dan dengan water heater. Penelitian ini dilakukan dalam kurun waktu 40 menit, karena dalam 40 menit suhu air dalam tangki sudah mencapai suhu yang diinginkan untuk kebutuhan mandi yaitu 40° C - 45° sesuai dengan standar panas *water heater*. Hasil penelitian selama 40 menit menunjukkan bahwa penambahan water heater kapasitas 20 liter menyebabkan penurunan konsumsi daya listrik dari 0,631 kWh menjadi 0,597 kWh atau sebesar 5,3%. Suhu hembusan udara dari evaporator meningkat dari rata-rata 15,32°C menjadi 20,26°C setelah penambahan water heater. Selain itu, nilai COP mengalami kenaikan dari 2,942 menjadi 3,061 atau sebesar 5%. Temuan ini mengindikasikan bahwa penambahan water heater dapat menambah efisiensi energi dan menurunkan konsumsi daya listrik pada system Air Conditioner.

**Kata kunci:** konsumsi daya listrik, AC split 1 PK, *water heater*, *Coefficient of Performance* (COP)

**Abstract:** This research aims to analyze the impact of adding a 20-liter water heater on the electricity consumption, the outlet air temperature of the evaporator, and the Coefficient of Performance (COP) of a 1 HP split AC. In this experiment, the 1 HP split AC is tested under two conditions: without the water heater and with the water heater. This research was conducted over a period of 40 minutes, as the water temperature in the tank reached the desired temperature for bathing needs, which is 40°C - 45°C, according to the water heater's heating standards. The results of the 40-minute study showed that the addition of a 20-liter capacity water heater reduced electricity consumption from 0.631 kWh to 0.597 kWh, or by 5.3%. The air discharge temperature from the evaporator increased from an average of 15.32°C to 20.26°C after the addition of the water heater. Additionally, the COP value increased from 2.942 to 3.061, or by 5%. This invention indicates that the addition of a water heater can enhance energy efficiency and reduce electricity consumption in the Air Conditioner system.

**Keywords:** electricity consumption, 1 HP split air conditioner, water heater, *Coefficient of Performance* (COP)

## PENDAHULUAN

Penggunaan perangkat listrik yang efisien menjadi sangat penting dalam upaya meningkatkan efisiensi energi di sektor domestik. Salah satu perangkat yang banyak digunakan saat ini salah satunya yaitu *air conditioner*. *Air conditioner* adalah seperangkat alat yang digunakan untuk mengkondisikan suhu ruangan guna memberi kenyamanan bagi pengguna[1]. *Air conditioner* yang sering digunakan adalah AC tipe Split, dimana AC ini memiliki dua bagian yaitu unit outdoor untuk membuang kalor ke lingkungan dan unit indoor untuk menyerap kalor dalam ruangan[2]. Penggunaan AC saat ini banyak yang dioperasikan bersamaan dengan *water heater* [3]. Penambahan *water heater* pada AC terletak diantara kompresor dan kondensor[4]. Caranya dengan memodifikasi pipa keluaran kompresor yang nantinya pipa keluaran kompresor sebelum menuju ke kondensor dimanfaatkan untuk memanaskan air dalam tangki dimana didalam tangki terdapat pipa spiral 12 meter agar menambah efektifitas panas pada tangki tersebut. Penambahan *water heater* pada *air conditioner* juga dapat mempengaruhi konsumsi daya listrik, suhu hembusan luaran evaporator dan *Coefficient Of Performance* (COP).

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan *water heater* dapat mempengaruhi kinerja sistem pendingin. Misalnya, penelitian oleh [5] menunjukkan bahwa penambahan *water heater* pada *air conditioner* kapasitas 1 PK dapat menaikkan COP dan menurunkan konsumsi daya listrik dengan cara menambahkan solenoid valve. Kemudian Penelitian [6][7] menunjukkan bahwa penambahan *water heater* pada *air conditioner* dapat menurunkan COP.

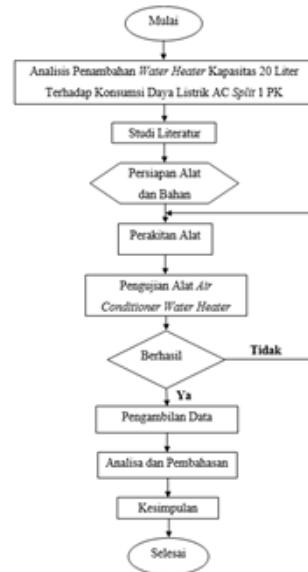
Dalam penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsumsi daya listrik sebelum dan sesudah diberi *water heater*, mengetahui pengaruh perubahan suhu hembusan luaran evaporator sebelum dan sesudah diberi *water heater*, dan mengetahui perubahan COP sebelum dan sesudah diberi *water heater*. Penelitian ini menggunakan *water heater* kapasitas 20 liter dan temperature air dalam tangki yang diinginkan yaitu 40° C - 45° C[8] dalam kurun waktu 40 menit. Melalui analisis ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai interaksi antara penggunaan *water heater* dalam sistem AC. Selain itu penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi penelitian selanjutnya mengenai pengaruh penambahan *water heater* pada AC split 1 PK terhadap konsumsi daya listrik, suhu hembusan luaran evaporator, dan COP (*Coefficient Of Performance*).

## METODOLOGI

Metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini berdasarkan gambar 1. dan 2. peneliti menggunakan AC split 1 PK yang dimodifikasi pipa output kompresornya untuk memanaskan air pada tangki dimana air itu akan dimanfaatkan untuk kebutuhan mandi. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu digital volt meter dan digital ampere meter dimana alat ini digunakan untuk mengetahui konsumsi daya listrik pada saat alat ACWH beroprasi. Kemudian alat yang digunakan adalah thermometer digital dimana alat ini digunakan untuk mengetahui suhu hembusan luaran evaporator yang nantinya dapat mengetahui perubahan suhu hembusan luaran evaporator sebelum dan sesudah diberi *water heater*. Kemudian peneliti juga menggunakan alat pressure gauge dimana alat ini untuk mengukur dan mengetahui tekanan rendah (*low pressure*) dan tekanan tinggi (*high pressure*) pada saat sistem ACWH beroperasi yang nantinya *high pressure* dan *low pressure* digunakan untuk menghitung COP atau efisiensi ACWH.



Gambar 1. Alat ACWH



Gambar 2. Diagram Alir

## 2.1 Perhitungan Konsumsi Daya Listrik

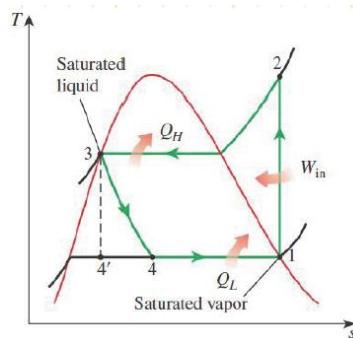
Perhitungan konsumsi daya listrik dilakukan dengan menggunakan digital ampere meter dan digital volt meter yang dimana perhitungan konsumsi daya listrik dilakukan setiap 5 menit selama 40 menit dengan formula pengukuran daya listrik sebagai berikut :

Dimana :

P = Daya Listrik (Watt)  
 I = Arus Listrik (Ampere)  
 V = Tegangan Listrik (Volt)

## 2.2 Parameter Perhitungan Kompresi UAP

Efisiensi termal adalah istilah yang digunakan untuk menentukan kinerja mesin panas. Pemanfaatan panas pengoperasian, juga dikenal sebagai rasio energi atau koefisien kinerja (COP), dapat digunakan untuk menggambarkan kinerja pendingin dan pompa panas. Kinerja suatu sistem pengkondisionan udara sering juga disebut dengan *Coefficient Of Performance* (COP).



Gambar 3. Diagram T-S

### 1-2 Proses Kompresi

$$W_{\text{Compressor}} = m \cdot (h_{(2)} - h_{(1)}) \quad (2)$$

dimana :

|                         |  |         |
|-------------------------|--|---------|
| $m$                     | : Laju aliran massa                          | (kg/s)  |
| $W_{\text{Compressor}}$ | : Besarnya kerja kompresi yang dilakukan     | (Watt)  |
| $h_{(2)}$               | : Entalpi refrigeran saat keluaran kompresor | (kJ/kg) |
| $h_{(1)}$               | : Entalpi refrigeran saat masukan kompresor  | (kJ/kg) |

### 2-3 Proses Kondensasi

$$Q_{\text{Condensator}} = m \cdot (h_{(3)} - h_{(2)}) \quad (3)$$

dimana :

|                          |   |         |
|--------------------------|---|---------|
| $m$                      | : Laju aliran massa                             | (kg/s)  |
| $Q_{\text{Condensator}}$ | : Besarnya kalor yang dikeluarkan ke lingkungan | (kJ/kg) |
| $h_{(2)}$                | : Entalpi refrigerant saat masuk kondensor      | (kJ/kg) |
| $h_{(3)}$                | : Entalpi refrigerant saat keluar kondensor     | (kJ/kg) |

### 3-4 Proses Expansi

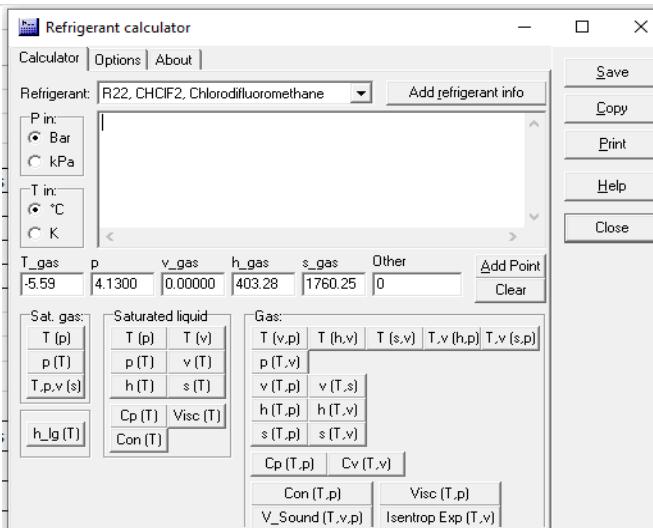
$$Q_{\text{Expander}} = [h]_{(1)} - h_{(4)} \quad (4)$$

dimana:

|                       |  |         |
|-----------------------|--|---------|
| $Q_{\text{Expander}}$ | : Besarnya kalor yang di serap evaporator    | (kJ/kg) |
| $h_{(4)}$             | : Entalpi refrigerant saat keluar evaporator | (kJ/kg) |
| $h_{(1)}$             | : Entalpi refrigerant saat masuk evaporator  | (kJ/kg) |

$$\text{COP} = (\text{Efek Refrigerasi}) / (\text{Kerja Kompresi}) = (h_{(1)} - h_{(4)}) / (h_{(2)} - h_{(1)}) \quad (5)$$

Perhitungan parameter ini peneliti menggunakan menggunakan software coolpack. CoolPack adalah software yang digunakan untuk simulasi berbasis pada data fisis sifat-sifat thermodinamika dari berbagai fluida kerja yang sering digunakan pada system refrigerasi. Berikut merupakan tampilan dari software coolpack:[10]



Gambar 4. Software Coolpack

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Konsumsi Daya Listrik

Konsumsi daya listrik dalam 40 menit atau 0,6 jam pada *Air Conditioning* kapasitas 1 PK sebelum penambahan *water heater* memiliki nilai sebesar 0,6311 kWh (Tabel 1).

Tabel 1. Data Konsumsi Daya Listrik *Air conditioner* Tanpa *Water heater*

| Data Daya Listrik Sebelum diberi Water heater |            |          |             |               |
|---|------------|----------|-------------|---------------|
| waktu (menit)                                 | Ampere (I) | Volt (V) | Daya (Watt) | kWh           |
| 5   | 3,96       | 201,2    | 796,75      | 0,0664        |
| 10  | 4,45       | 201,9    | 898,46      | 0,0748        |
| 15  | 4,82       | 201,2    | 969,78      | 0,0808        |
| 20  | 4,81       | 202,2    | 972,58      | 0,0810        |
| 25  | 5,05       | 197,4    | 996,87      | 0,0830        |
| 30  | 4,87       | 201,1    | 979,36      | 0,0816        |
| 35  | 4,87       | 202      | 983,74      | 0,0819        |
| 40  | 4,86       | 201,3    | 978,32      | 0,0815        |
| <b>Total</b>                                  |            |          |             | <b>0,6311</b> |

Berdasarkan Tabel 1. Konsumsi daya listrik sebelum diberi *water heater* di 5 menit pertama sebesar 0,0664 kWh dan di menit ke 40 naik menjadi 0,0815 kWh sehingga kenaikan rata – ratanya sebesar 0,0788 kWh. Dari data yang diperoleh mendapatkan bahwa konsumsi daya listrik di menit ke 5 sampai 15 mengalami kenaikan karena di menit ini tekanan refrigerant belum stabil atau belum mencapai 80 Psi. Selain itu, kenaikan konsumsi daya listrik juga disebabkan karena pipa penghubung indoor dan outdoor jaraknya terlalu dekat sehingga mempengaruhi beban kerja kompresor sehingga konsumsi daya listrik mengalami kenaikan.

Konsumsi daya listrik dalam 40 menit pada *Air Conditioning* kapasitas 1 PK dengan penambahan *water heater* memiliki nilai sebesar 0,5974 KWh (Tabel 2).

Berdasarkan Tabel 1. Konsumsi daya listrik sebelum diberi *water heater* di 5 menit pertama sebesar 0,0664 kWh dan di menit ke 40 naik menjadi 0,0815 kWh sehingga kenaikan rata – ratanya sebesar 0,0788 kWh. Dari data yang diperoleh menandakan bahwa konsumsi daya listrik di menit ke 5 sampai 15 mengalami kenaikan karena di menit ini tekanan refrigerant belum stabil atau belum mencapai 80 Psi. Selain itu, kenaikan konsumsi daya listrik juga disebabkan karena pipa penghubung indoor dan outdoor jaraknya terlalu dekat sehingga mempengaruhi beban kerja kompresor sehingga konsumsi daya listrik mengalami kenaikan.

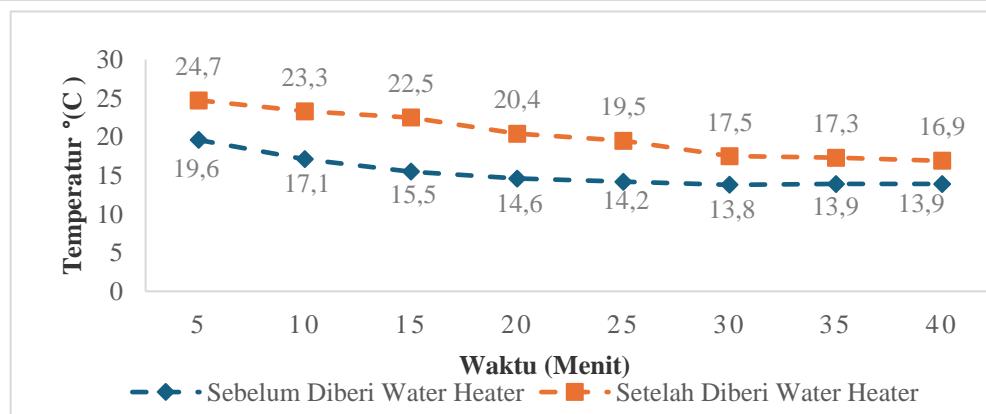
Tabel 2. Data Konsumsi Daya Listrik Air Conditioner dengan *Water heater*

| <b>Data Daya Listrik Setelah diberi <i>Water heater</i></b> |                         |                     |                 |                      |
|---|-------------------------|---------------------|-----------------|----------------------|
| <b>Waktu (menit)</b>  | <b>Arus Listrik (A)</b> | <b>Tegangan (V)</b> | <b>Daya (W)</b> | <b>Energi (kWh )</b> |
| 5   | 3.07                    | 212.7               | 652.99          | 0.0544               |
| 10  | 3.4                     | 212.3               | 721.82          | 0.0601               |
| 15  | 3.75                    | 210.8               | 790.50          | 0.0658               |
| 20  | 4.17                    | 208                 | 867.36          | 0.0723               |
| 25  | 4.55                    | 206.5               | 939.58          | 0.0783               |
| 30  | 4.81                    | 210.1               | 1010.58         | 0.0842               |
| 35  | 5.13                    | 209.5               | 1074.74         | 0.0895               |
| 40  | 5.32                    | 209.4               | 1114.01         | 0.0928               |
| <b>Total</b>  |                         |                     |                 | <b>0.5974</b>        |

Berdasarkan data tabel 2.konsumsi daya listrik setelah diberi *water heater* di 5 menit pertama sebesar 0,0544 kWh dan di menit 40 menjadi 0,0928 kWh, sehingga rata-rata konsumsi daya listrik sebesar 0,0746 kWh. Jika dibandingkan dengan rata-rata konsumsi daya listrik sebelum diberi *water heater* ,ini menandakan bahwa penambahan *water heater* dapat munurunkan konsumsi daya listrik selama 40 menit sebesar 5,3 %. Penurunan konsumsi daya listrik yang sangat signifikan terjadi di menit ke 5 sampai 15. Penurunan konsumsi daya listrik disebabkan karena di menit 5 sampai 15 refrigerant masih tahap sirkulasi karena adanya tambahan pipa pemanas air sehingga tekanan belum mencapai 80 Psi.Kemudian di menit 20 sampai 40 menit konsumsi daya listrik mengalami kenaikan yang sangat signifikan karena tekanan kompresor naik sebesar 80 Psi sehingga beban kerja kompresor bertambah yang mengakibatkan konsumsi daya listrik meningkat.

### 3.2 Data Suhu Hembusan luar Evaporator

Dalam pengambilan data ini peneliti menggunakan thermometer yang ditempelkan di swing AC untuk mengetahui suhu hembusan luaran evaporator sebelum dan setelah diberi *water heater* .Pengambilan data dilakukan dengan pengaturan suhu 24° dan dengan tekanan refrigerant 80 Psi.



Gambar 5. Hasil Suhu hembusan evaporator terhadap waktu

Berdasarkan gambar 5. Penambahan *water heater* pada *Air conditioner* tipe split 1 PK mengalami kenaikan suhu luaran evaporator setelah diberi *water heater* selama 40 menit. Semula suhu hembusan luar evaporator memiliki suhu rata-rata 15,3°C kemudian setelah diberi *water heater* suhu evaporator mengalami kenaikan suhu rata-rata yaitu 20,2°C. Kenaikan suhu luaran evaporator terjadi karena penambahan pipa pemanas dari output pipa kompresor menuju tangki air. Selain itu suhu evaporator naik juga bisa disebabkan karena tangki *water heater* berada di dekat evaporator sehingga evaporator harus bekerja lebih keras untuk menghilangkan panas tambahan.

### 3.3 Data Suhu Hembusan luar Evaporator

Berikut merupakan uraian perhitungan hingga dapat diketahui nilai COP seperti yang tertera pada gambar 5. Pengambilan data di 5 menit pertama.

Perhitungan parameter- parameter termodinamika refrigerant di titik 1 (input kompresor dari evaporator):

Dari data yang diperoleh di 5 menit pertama,

Tekanan ( $P_1$ ) = 4,13 bar

( $T_1$ ) adalah suhu refrigerant pada fase saturated gas pada  $P_1$ . Dari perhitungan menggunakan software coolpack diperoleh:

$$T_1 = f(P_1) = -5,59^\circ\text{C}$$

$h_1$  adalah entalpi yang tergantung dari  $P_1$  dan  $T_1$ ,

$$h_1 = f(T_1, P_1) = 403,28 \text{ kJ/kg}$$

Entropi ( $s_1$ ) = 1760,25 kJ/kg $^\circ\text{C}$

Perhitungan parameter- parameter termodinamika refrigerant di titik 2 (output kompresor) :

$P_2$  diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan pressure gauge.

Tekanan ( $P_2$ ) = 22,75 bar.

$s_2$  secara ideal kompresi berlangsung secara isentropic, sehingga dapat diasumsikan  $s_2 = s_1$  sehingga,

$$s_2 = 1760,25 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$T_2$  adalah suhu refrigerant pada fase superheated gas yang dapat ditentukan dengan:

$$T_2 = f(s_2, P_2) = 84,89^\circ\text{C}$$

Untuk  $h_2$  dapat diperoleh berdasarkan perhitungan menggunakan software coolpack yaitu :

$$h_2 = f(T_2, s_2) = 446,68 \text{ kJ/Kg}$$

Perhitungan parameter- parameter termodinamika refrigerant di titik 3 (dalam Kondensor) :

$P_3$  terjadi secara isobar (tekanan konstan) sehingga ( $P_3 = P_2$ ), maka:

$$P_3 = 22,75 \text{ bar}$$

$T_3$  adalah suhu refrigerant pada fase saturated liquid sehingga suhu refrigerant mengalami penurunan.

$T_3$  dapat diketahui dengan menggunakan software coolpack yaitu :

$$T_3 = f(P_3) = 57,04^\circ\text{C}$$

$h_3$  dalam proses ini entalpi menurun,

Untuk  $h_3$  dapat diperoleh berdasarkan perhitungan menggunakan software coolpack yaitu :

$$h_3 = f(T_3) = 273,25 \text{ kJ/Kg}$$

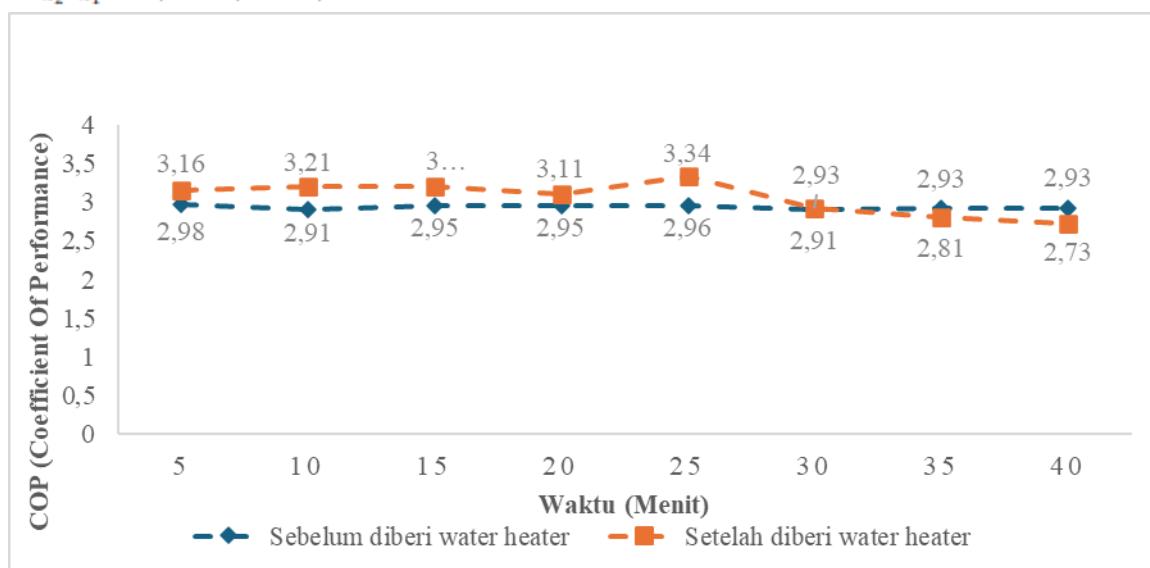
Perhitungan parameter-parameter termodinamika refrigerant di titik 4 (dalam eksplansi) :

Proses ini terjadi secara isenthalpic (entalpi konstan). Karena proses yang terjadi isenthalpic, maka dapat disimpulkan bahwa:

$$h_4 = h_3 = 273,25 \text{ kJ/kg}$$

Selanjutnya yaitu perhitungan COP dapat dihitung berdasarkan hasil perhitungan parameter kompresi uap:

$$\text{COP} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} = \frac{403,28 - 273,25}{446,68 - 403,28} = \frac{130,03}{43,59} = 2,893$$



Gambar 6. Hasil perhitungan COP

Berdasarkan gambar 6. COP *Air conditioner* setelah diberi tambahan *water heater* mengalami kenaikan COP yang sangat signifikan di menit ke 5 sampai 25, hal ini disebabkan karena setelah diberi tabahan pipa pemanas 12 meter dapat memperlambat sistem refrigerasi sehingga tekanan refrigerant rendah dan beban kompresor menurun sehingga COP naik. Kemudian di menit ke 30 sampai 40 COP mengalami penurunan karena tekanan refrigerant semakin tinggi dan beban kompresor naik sehingga COP mengalami penurunan. Berdasarkan data tersebut perbandingan COP sebelum dan sesudah diberi *water heater* hasilnya lebih efektif ketika diberi tambahan *water heater*, karena perbandingan rata-rata COP Sebelum diberi *water heater* adalah 2,942, kemudian setelah diberi *water heater* naik menjadi 3,061 atau sebesar 5%.

## KESIMPULAN

Penelitian ini telah mengidentifikasi dampak signifikan dari penambahan *water heater* kapasitas 20 liter terhadap konsumsi daya listrik dan efisiensi energi AC split 1 PK selama 40 menit. Berdasarkan hasil penambahan *water heater* dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penurunan konsumsi daya listrik dari 0,946 kilowatt-jam (kWh) menjadi 0,896 kWh atau sebesar 5,3%.
2. Suhu hembusan udara dari evaporator AC juga meningkat dari rata-rata  $15,32^{\circ}\text{C}$  menjadi  $20,26^{\circ}\text{C}$  setelah diberi tambahan *water heater*.
3. *Coefficient Of Performance* (COP) naik dari 2,942 menjadi 3,061 atau sebesar 5% setelah diberi tambahan *water heater*, menunjukkan bahwa efisiensi energi AC split meningkat akibat tambahan beban dari *water heater* selama pemakaian 40 menit.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mardiansah and A. Triyanto, "Pengaruh Variasi Tekanan Refrigerant Terhadap Kinerja Sistem *Air conditioner*," OKTAL J. Ilmu Komput. dan Sci., vol. 2, no. 12, pp. 3145–3150, 2023.
- [2] Z. Hanif, A. Setyawan, and H. Najmudin, "Pengaruh Panjang Pipa Suction dan Liquid terhadap Kinerja AC Split," Pros. Ind. Res. Work. Natl. Semin., vol. 13, no. 01, pp. 797–800, 2022.
- [3] E. Scientific, T. Pemakaian, and B. Rumah, "JTELS Study Analisis Penghematan Daya Listrik dan Pengaruhnya," vol. 01, no. 02, pp. 76–85, 2024.
- [4] R. M. Yunus et al., "Pembuatan Alat Uji Ac Jenis Split  $\frac{1}{2}$  Pk Dengan Penambahan," vol. 07, no. 01, pp. 528–534, 2020.
- [5] R. F. Furkon and I. Ms, "Analisis Pengaruh Pemanfaatan Solenoid Valve Pada *Water heater* Terhadap Tingkat Pendinginan dan Konsumsi Daya Listrik *Air conditioner* di Perumahan," vol. 14, no. 2, pp. 106–114, 2023.
- [6] D. S. C A Siregar, A M Siregar, "Efek Penambahan APK Pipa Kapiler Bersirip Sebagai Pengantar Panas Terhadap Performance AC Pada Aplikasi ACWH," J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi, vol. 4, no. 1, pp. 131–139, 2021.
- [7] H. Hendradinata, F. Irawan, and, "Rancang Bangun *Water heater* Dengan Memanfaatkan Panas Air Conditioning," PETRA J. Teknol. , vol. 5, no. 2, pp. 43–49, 2018.
- [8] C. A. Siregar, A. M. Siregar, A. Affandi, and U. Amri, "Rancang Bangun Acwh Berkapasitas 60 Liter Memanfaatkan Pipa Kapiler Bersirip Sebagai Pengantar Panas," J. MESIL (Mesin Elektro Sipil), vol. 1, no. 1, pp. 56–62, 2020.
- [9] W. Putri et al., "Perbandingan Kinerja Sistem Refrigerasi Kompresi Uap menggunakan Refrigeran Dimethyl Ether (DME) dan R134a," pp. 344–348, 2023.
- [10] C. Davidson Elgogopril, B. Fajar Tk, and K. Rozi, "Perancangan Sistem Pendingin Susu Berkapasitas 500L Dengan Menggunakan Software Coolpack," J. Tek. Mesin S-1, vol. 11, no. 3, p. 2023, 2023.