

## BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Percobaan Unjuk Kerja AC Split

Pada percobaan ini data yang diamati adalah  $I$ ,  $V$ ,  $P_H$ ,  $P_L$ ,  $T_{ik}$ ,  $T_{ok}$ ,  $\dot{V}$  dan  $t$  pencapaian suhu, jenis percobaan ada 3 macam yaitu tanpa air, *valve 1/2 open*, *valve full open*, dengan  $t$  awal ruangan yang sama yaitu  $30^{\circ}\text{C}$  dan  $t$  yang dicapai setelah proses pendinginan yaitu  $23^{\circ}\text{C}$ , dan  $t$  air =  $26^{\circ}\text{C}$ . Masing – masing percobaan diulang sebanyak 3 kali dan diambil rata – rata nya. Hasil percobaan dapat dilihat dari Tabel 4.1 dibawah ini.

**Tabel 4.1** Data Hasil Percobaan

Data Pengamatan Bukan valve	I (A)	V (Volt)	P <sub>H</sub> (Kpa)	P <sub>L</sub> (Kpa)	T <sub>ik</sub> ( <sup>o</sup> C)	T <sub>ok</sub> ( <sup>o</sup> C)	$\dot{V}$ (L/dtk)	t (menit)
<b>Tanpa air</b>	3,88	220	618,4	175,2	35	50	0	15
	3,89	220	625,3	175	32	50	0	17
	3,86	220	618,4	175,1	33,1	50	0	16
<b>Rata<sup>2</sup></b>	<b>3,88</b>	<b>220</b>	<b>620,7</b>	<b>175,1</b>	<b>33,4</b>	<b>50</b>	<b>0</b>	<b>16</b>
<b>Valve 1/2 open</b>	3,42	220	577	142,7	33	45	0,08	13
	3,4	220	577	142,4	32,8	45	0,08	12
	3,45	220	584	142,4	33,2	45	0,08	14
<b>Rata<sup>2</sup></b>	<b>3,42</b>	<b>220</b>	<b>579,3</b>	<b>142,5</b>	<b>33</b>	<b>45</b>	<b>0,08</b>	<b>13</b>
<b>Valve full open</b>	3,3	220	494,3	113,5	30	40	0,15	10
	3,34	220	480,5	113,3	30,5	40	0,15	10
	3,35	220	494,3	113,1	29,2	40	0,15	11
<b>Rata<sup>2</sup></b>	<b>3,33</b>	<b>220</b>	<b>489,7</b>	<b>113,3</b>	<b>29,9</b>	<b>40</b>	<b>0,15</b>	<b>10,3</b>

Keterangan :

- I = Arus listrik yang masuk ke AC
- V = Tegangan listrik yang masuk ke AC
- $P_H$  =  $P_{high}$  / Tekanan Kondensor
- $P_L$  =  $P_{low}$  / Tekanan Evaporator
- $T_{ik}$  = Temperatur udara yang masuk kondensor, °C
- $T_{ok}$  = Temperatur udara yang keluar kondensor, °C
- $\dot{V}$  = Debit Aliran Air pada bukaan *valve*
- t = Waktu pencapaian ke suhu tertentu (23°C)

## 4.2 Hasil Perhitungan Unjuk Kerja AC Split

Pada rata – rata hasil percobaan di Tabel 4.1, maka dapat dilakukan perhitungan untuk mendapatkan  $\dot{W}_c$ ,  $\dot{m}$ ,  $\dot{Q}_c$ ,  $\dot{Q}_e$ , COP pada masing-masing jenis percobaan

### 4.2.1 Hasil Perhitungan Percobaan Pertama (Tanpa air pendingin)

#### 1. Daya Kompresor

$$\begin{aligned}\dot{W}_c &= V \cdot I \\ &= 220 \text{ Volt} \cdot 3,88 \text{ A} \\ &= 853,6 \text{ j/s} = 0,854 \text{ kj/s}\end{aligned}$$

#### 2. Laju Aliran Massa Freon

$$\dot{m} = \frac{\dot{W}_c}{(h_2 - h_1)}$$

dimana :

$h_2$  = Entalpi Freon saat keluar kompresor, kj/kg  
Berdasarkan tabel refrigerant R-22 superheated pada lampiran, didapatkan nilai 439,8 *kJ/kg* dengan metode interpolasi.

$h_1$  = Entalpi Freon saat keluar evaporator, kj/kg

Berdasarkan table refrigerant R-22 saturated vapor pada lampiran, didapatkan nilai 393,4  $\text{kJ/kg}$  dengan metode interpolasi.

$$= \frac{0,854 \text{ kJ/s}}{439,8 \text{ kJ/kg} - 393,4 \text{ kJ/kg}}$$

$$= 0,0184 \text{ kg/s}$$

### 3. Laju aliran kalor kondensasi

$$\dot{Q}_c = \dot{m}(h_2 - h_3)$$

dimana ;

$h_3 =$  Entalpi Freon saat keluar kondensor,  $\text{kJ/kg}$

Berdasarkan table refrigerant R-22 saturated liquid pada lampiran, didapatkan nilai 208,2  $\text{kJ/kg}$  dengan metode interpolasi.

$$= 0,0184 \frac{\text{kg}}{\text{s}} (439,8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 208,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}})$$

$$= 4,26 \text{ kJ/s}$$

### 4. Kerja proses evaporasi / kapasitas refrigerasi

$$\dot{Q}_e = \dot{m}(h_1 - h_4)$$

dimana ;

$h_4 =$  Entalpi Freon saat masuk evaporator,  $\text{kJ/kg}$ ; bernilai =  $h_3$ , Karena merupakan proses ekspansi adiabatik dimana entalpi fluida tidak berubah sepanjang proses

Berdasarkan table refrigerant R-22 saturated liquid pada lampiran, didapatkan nilai 208,2  $\text{kJ/kg}$  dengan metode interpolasi.

$$= 0,0184 \frac{\text{kg}}{\text{s}} (393,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 208,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}})$$

$$= 3,41 \text{ kJ/s}$$

### 5. Coefficient Of Performance / Koefisien performa kinerja mesin

$$\begin{aligned}
 \text{COP} &= \frac{(h_1 - h_4)}{(h_2 - h_1)} \\
 &= \frac{(393,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 208,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}})}{(439,8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 393,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}})} \\
 &= 3,99
 \end{aligned}$$

Pernyataan proses sistem pendingin dengan  $\dot{V} = 0$  (tanpa air pendingin) tersebut diatas dapat dilihat pada lampiran Diagram P-H Freon R-22 dengan pola garis berwarna biru.

#### 4.2.2 Hasil Perhitungan Percobaan Kedua (*valve 1/2 open* , $\dot{V} = 0,08 \text{ L/dtk}$ )

##### 1. Daya Kompresor

$$\begin{aligned}
 \dot{W}_c &= V \cdot I \\
 &= 220 \text{ Volt} \cdot 3,42 \text{ A} \\
 &= 752,4 \text{ j/s} = 0,752 \text{ kJ/s}
 \end{aligned}$$

##### 2. Laju Aliran Massa Freon

$$\begin{aligned}
 \dot{m} &= \frac{\dot{W}_c}{(h_2 - h_1)} \\
 &= \frac{0,752 \text{ kJ/s}}{436,6 \text{ kJ/kg} - 391,2 \text{ kJ/kg}} \\
 &= 0,0166 \text{ kg/s}
 \end{aligned}$$

##### 3. Laju Aliran Kalor Kondensasi

$$\begin{aligned}
 \dot{Q}_c &= \dot{m}(h_2 - h_3) \\
 &= 0,0166 \frac{\text{kg}}{\text{s}} (436,6 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 205,6 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}) \\
 &= 3,83 \text{ kJ/s}
 \end{aligned}$$

##### 4. Kerja proses evaporasi / kapasitas refrigerasi

$$\begin{aligned}
 \dot{Q}_e &= \dot{m}(h_1 - h_4) \\
 &= 0,0166 \frac{\text{kg}}{\text{s}} (391,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 205,6 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}) \\
 &= 3,08 \text{ kJ/s}
 \end{aligned}$$

## 5. Coefficient Of Performance / Koefisien performa kinerja mesin

$$\begin{aligned}\text{COP} &= \frac{(h_1 - h_4)}{(h_2 - h_1)} \\ &= \frac{(391,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 205,6 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}})}{(436,6 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 391,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}})} \\ &= 4,09\end{aligned}$$

Pernyataan proses sistem pendingin dengan  $\dot{V} = 0,08$  L/dtk tersebut diatas dapat dilihat pada lampiran Diagram P-H Freon R-22 dengan pola garis berwarna merah.

### 4.2.3 Hasil Perhitungan Percobaan Ketiga (*valve full open* , $\dot{V} = 0,15$ L/dtk)

#### 1. Daya Kompresor

$$\begin{aligned}\dot{W}_c &= V \cdot I \\ &= 220 \text{ Volt} \cdot 3,33 \text{ A} \\ &= 732,6 \text{ j/s} = 0,733 \text{ kJ/s}\end{aligned}$$

#### 2. Laju Aliran Massa Freon

$$\begin{aligned}\dot{m} &= \frac{\dot{W}_c}{(h_2 - h_1)} \\ &= \frac{0,733 \text{ kJ/s}}{434,2 \text{ kJ/kg} - 388,9 \text{ kJ/kg}} \\ &= 0,0161 \text{ kg/s}\end{aligned}$$

#### 3. Laju Aliran Kalor Kondensasi

$$\begin{aligned}\dot{Q}_c &= \dot{m}(h_2 - h_3) \\ &= 0,0161 \frac{\text{kg}}{\text{s}} (434,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 199,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}) \\ &= 3,78 \text{ kJ/s}\end{aligned}$$

#### 4. Kerja proses evaporasi / kapasitas refrigerasi

$$\begin{aligned}\dot{Q}_e &= \dot{m}(h_1 - h_4) \\ &= 0,0161 \frac{\text{kg}}{\text{s}} (388,9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 199,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}) \\ &= 3,05 \text{ kJ/s}\end{aligned}$$

## 5. Coefficient Of Performance / Koefisien performa kinerja mesin

$$\begin{aligned} \text{COP} &= \frac{(h1-h4)}{(h2-h1)} \\ &= \frac{(388,9\frac{kJ}{kg} - 199,4\frac{kJ}{kg})}{(434,2\frac{kJ}{kg} - 388,9\frac{kJ}{kg})} \\ &= 4,18 \end{aligned}$$

Pernyataan proses sistem pendingin dengan  $\dot{V} = 0,15$  L/dtk tersebut diatas dapat dilihat pada lampiran Diagram P-H Freon R-22 dengan pola garis berwarna hijau.

### 4.2.4 Ringkasan Hasil Perhitungan Unjuk Kerja

Hasil perhitungan diatas bila diringkaskan dalam sebuah tabel data maka akan seperti berikut :

**Tabel 4.2** Data Hasil Perhitungan

$\dot{V}$ Data Perhitungan	$\dot{W}_c$ (kj/s)	$\dot{m}$ (kg/s)	$\dot{Q}_c$ (kj/s)	$\dot{Q}_e$ (kj/s)	COP	t (menit)
$\dot{V} = 0$	0,854	0,0184	4,26	3,41	3,99	16
$\dot{V} = 0,08$ L/dtk	0,752	0,0166	3,83	3,08	4,09	13
$\dot{V} = 0,15$ L/dtk	0,733	0,0161	3,78	3,05	4,18	10,3

Keterangan :

$\dot{W}_c$  = Daya Kompresor

$\dot{m}$  = Laju aliran massa

$\dot{Q}_c$  = Laju aliran kalor kondensasi

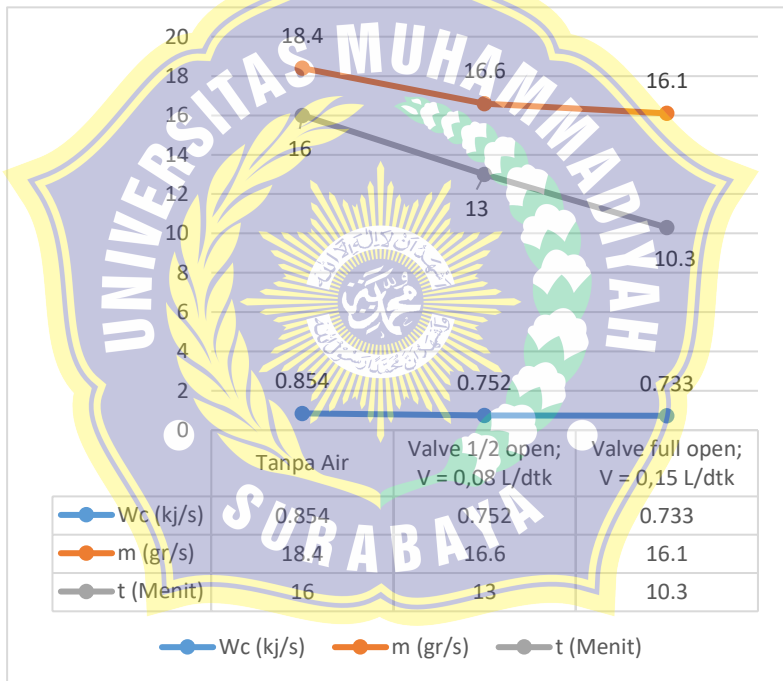
$\dot{Q}_e$  = Kerja proses evaporasi / kapasitas refrigerasi

COP = Koefisien performa kinerja mesin

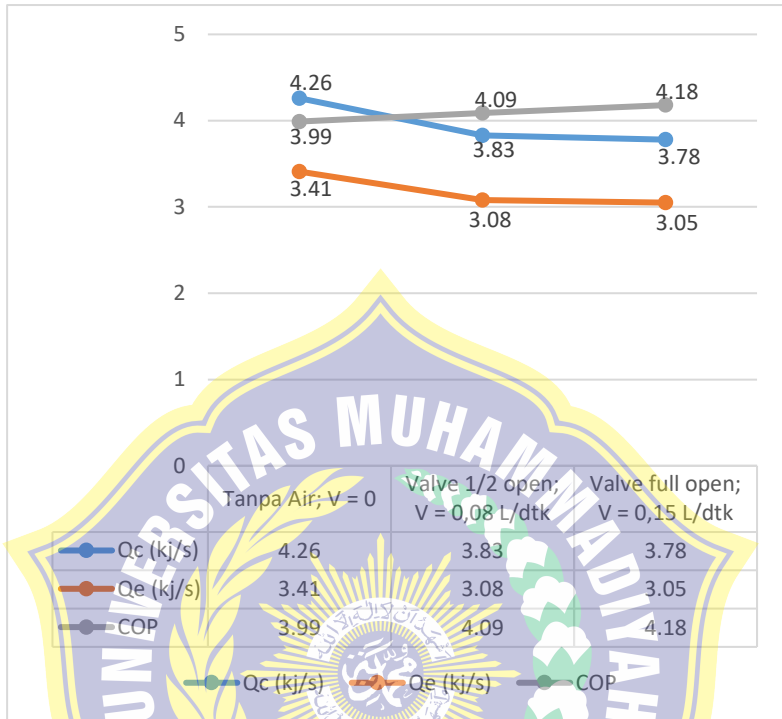
t = Waktu pencapaian ke suhu tertentu (30°C ke 23°C)

### 4.3 Analisa Hasil Percobaan dan Perhitungan

Pada hasil perhitungan di tabel 4.2 yang berdasar dari hasil percobaan di tabel 4.1 yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pemberian air dengan  $\dot{V}$  yang semakin besar pada kondensor AC Split dapat meningkatkan unjuk kerja suatu AC yang meliputi  $\dot{W}_c$ ,  $\dot{m}$ ,  $\dot{Q}_c$ ,  $\dot{Q}_e$ , COP, dan  $t$  pencapaian ke suhu tertentu, hasil dapat lebih jelas dilihat didalam beberapa grafik dibawah ini serta digambarkan pada diagram P-H Freon R-22 yang ada di bagian lampiran.



**Gambar 4.1** Grafik hubungan antara  $\dot{W}_c$ ,  $\dot{m}$  dengan  $t$  pencapaian waktu di setiap  $\dot{V}$



**Gambar 4.2** Grafik hubungan antara  $Q_c$ ,  $Q_e$  dengan COP di setiap  $\dot{V}$

Pada **Gambar 4.1** terlihat bahwa :

1.  $\dot{W}_c$  mengalami penurunan di setiap  $\dot{V}$  walaupun tidak signifikan dimana ketika  $\dot{V} = 0$ ;  $\dot{W}_c = 0,854$  kJ/s, ketika  $\dot{V} = 0,08$  L/dtk;  $\dot{W}_c = 0,752$  kJ/s, dan ketika  $\dot{V} = 0,15$  L/dtk;  $\dot{W}_c = 0,733$  kJ/s.
2.  $\dot{m}$  (satuan dirubah dari kg/s ke gr/s agar dapat dijadikan dalam 1 grafik) mengalami penurunan di setiap  $\dot{V}$  dimana ketika  $\dot{V} = 0$ ;  $\dot{m} = 18,4$  gr/s = 0,0184 kg/s, ketika  $\dot{V} = 0,08$  L/dtk;  $\dot{m} = 16,6$  gr/s = 0,0166 kg/s, dan ketika  $\dot{V} = 0,15$  L/dtk;  $\dot{m} = 16,1$  gr/s = 0,0161 kg/s.



3.  $t$  pencapaian waktu mengalami penurunan di setiap  $\dot{V}$  yang menandakan kecepatan pendinginan menjadi semakin cepat dimana ketika  $\dot{V} = 0$ ;  $t = 18,4$  menit, ketika  $\dot{V} = 0,08$  L/dtk;  $t = 13$  menit, dan ketika  $\dot{V} = 0,15$  L/dtk;  $t = 10,3$  menit.

Pada **Gambar 4.2** terlihat bahwa :

1.  $\dot{Q}_c$  mengalami penurunan di setiap  $\dot{V}$  dimana ketika  $\dot{V} = 0$ ;  $\dot{Q}_c = 4,26$  kj/s, ketika  $\dot{V} = 0,08$  L/dtk;  $\dot{Q}_c = 3,83$  kj/s, dan ketika  $\dot{V} = 0,15$  L/dtk;  $\dot{Q}_c = 3,78$  kj/s.
2.  $\dot{Q}_e$  mengalami penurunan di setiap  $\dot{V}$  dimana ketika  $\dot{V} = 0$ ;  $\dot{Q}_e = 3,41$  kj/s, ketika  $\dot{V} = 0,08$  L/dtk;  $\dot{Q}_e = 3,08$  kj/s, dan ketika  $\dot{V} = 0,15$  L/dtk;  $\dot{Q}_e = 3,05$  kj/s.
3. COP (Koefisien Kinerja Mesin) mengalami kenaikan di setiap  $\dot{V}$  dimana ketika  $\dot{V} = 0$ ; COP = 3,99, ketika  $\dot{V} = 0,08$  L/dtk; COP = 4,09, dan ketika  $\dot{V} = 0,15$  L/dtk; COP = 4,18.

