

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Perancangan

Dari perancangan yang dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut :

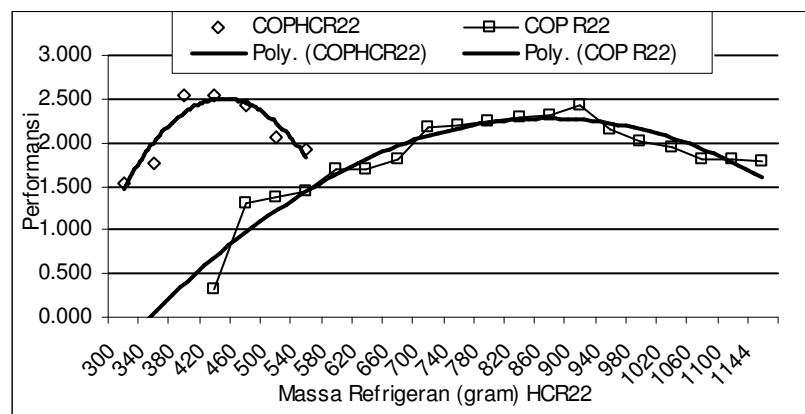
1. Kompresor, kompresor yang digunakan :
  - kompresor hermetik jenis rotari
  - daya kompresor sebesar 1 HP
2. Evaporator, menggunakan pipa tembaga ukuran diameter 3/8 in yang disusun sedemikian rupa dalam bentuk laluan dengan panjang satu laluan adalah 31 cm maka jumlah laluan seluruhnya adalah 66 laluan dan disusun dalam 11 tingkat dengan jumlah laluan pertingkat adalah 6. Data hasil perancangan evaporator :
  - Temperatur permukaan,  $T_s$  adalah  $9,17\text{ }^{\circ}\text{C}$
  - Luas total permukaan pipa,  $A_o$  adalah  $0,6175\text{ m}^2$
  - Panjang total pipa,  $L$  adalah  $20,69\text{ m}$
  - Koefisien konveksi rata-rata sisi evaporator  $h_o = 219,018\text{ W/m}^2.\text{ }^{\circ}\text{C}$
  - Koefisien perpindahan kalor total,  $U_o = 172,7496\text{ W/m}^2.\text{ }^{\circ}\text{C}$
3. Kondensor, menggunakan pipa tembaga ukuran diameter 3/8 in ini disusun sedemikian rupa dalam bentuk laluan dengan panjang satu laluan adalah 33 cm maka jumlah laluannya adalah 66 laluan dan disusun dalam 11 tingkat dengan jumlah laluan pertingkat adalah 6. Data hasil perancangan kondensor
  - Temperatur permukaan,  $T_s$  adalah  $40,93\text{ }^{\circ}\text{C}$
  - Luas total permukaan pipa,  $A_o$  adalah  $0,6489\text{ m}^2$
  - Panjang total pipa,  $L$  adalah  $21,74\text{ m}$

- Koefisien konveksi rata-rata sisi evaporator  $h_0 = 315,738 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$
- Koefisien perpindahan kalor total,  $U_0 = 236,469 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

4. Pipa kapiler, menggunakan pipa tembaga dengan diameter 1,7 mm, yang bekerja pada temperatur kondensasi  $45 \text{ }^\circ\text{C}$  dan temperatur evaporasi  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  panjang pipa kapiler adalah 1,65 m

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Massa Refrigeran R22 dan HCR22



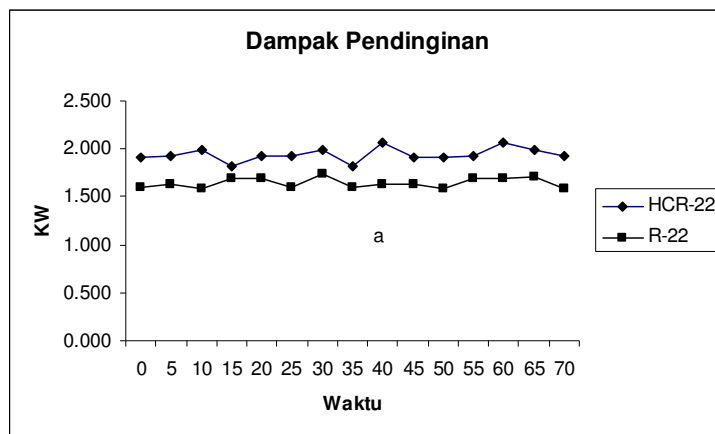
**Gambar 4.1 Grafik massa refrigeran optimum dan COP optimum R22 dan HCR22**

Penggunaan refrigeran HCR 22 massa refrigeran lebih hemat 51,2 persen dari massa refrigeran R22. Pada gambar 4.1 terlihat bahwa massa refrigeran optimum R22 sebesar 860 gram pada COP 2,312. Sedangkan massa refrigeran optimum HCR22 sebesar 420 gram pada COP 2,546.

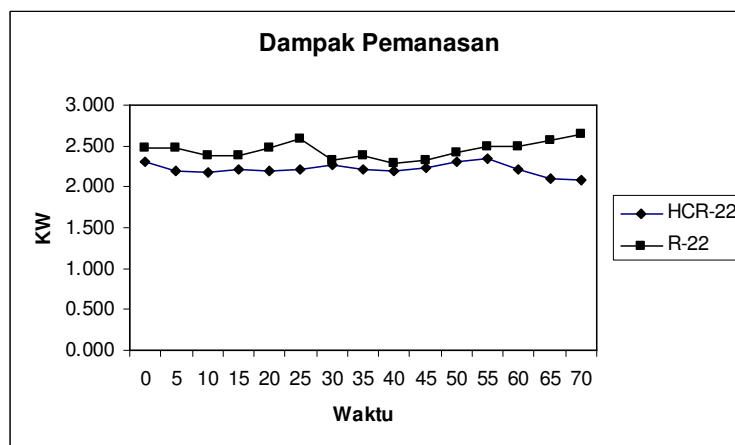
### 4.2.2 Dampak pendinginan, Dampak pemanasan dan Kerja Kompresor

Pada gambar 4.2 dapat dilihat dampak pendinginan rata-rata dari HCR22 adalah 1,94 kW dan dampak pendinginan rata-rata R22 1,643 kW. Dampak pendinginan

HCR22 lebih tinggi dari R22, hal ini dipengaruhi oleh kemampuan penyerapan kalor yang tinggi dari refrigeran hidrokarbon dibanding refrigeran halokarbon. Hal ini cenderung sama jika dilakukan perhitungan pada sisi refrigeran sekunder (sisi air). Namun hasil yang didapatkan tidak persis sama, hal ini disebabkan karena kerugian panas yang terjadi pada perangkat pengkondisian udara kompresi uap hibrida.



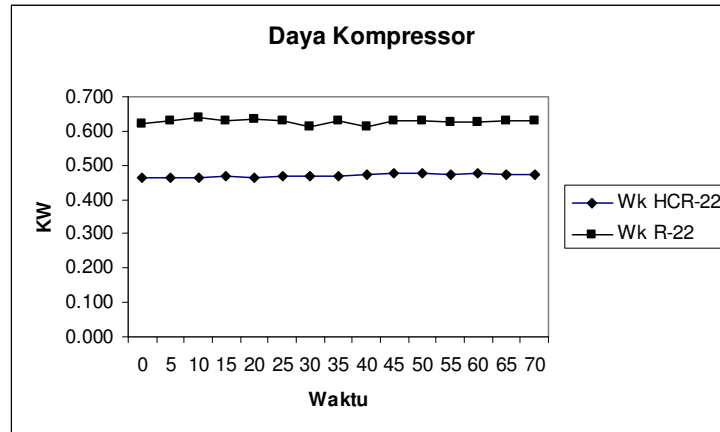
**Gambar 4.2 Dampak pendinginan refrigeran HCR22 dan R22**



**Gambar 4.3 Dampak pemanasan refrigeran HCR22 dan R22**

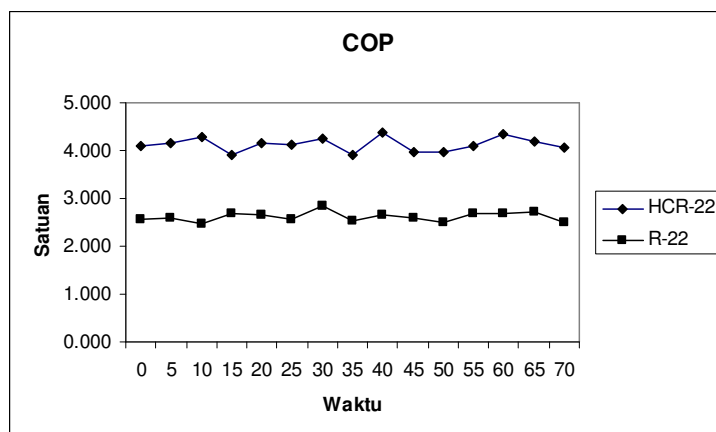
Pada gambar 4.3 dapat dilihat rata-rata dampak pemanasan HCR22 adalah 2,218 kW dan dampak pemanasan rata-rata R22 2,449 kW. Dampak pemanasan HCR22 lebih rendah dari R22. Hal ini diakibatkan tekanan kondensor pada R22 yang lebih tinggi dari pada dengan HCR22 seperti yang dapat dilihat pada gambar 4.8. Pada

tekanan kondensor yang lebih tinggi maka temperatur refrigeran juga lebih tinggi, sehingga kalor pemanasan air akan lebih besar pada temperatur yang lebih tinggi.



**Gambar 4.4 Daya kompresor dengan refrigeran HCR22 dan R22**

Daya kompresor dengan menggunakan refrigeran HCR22 lebih rendah dari daya kompresor yang menggunakan refrigeran R22. Dimana daya kompresor rata-rata dengan HCR22 adalah 0,47 kW, sedangkan daya kompresor dengan menggunakan R22 adalah 0,627 kW.



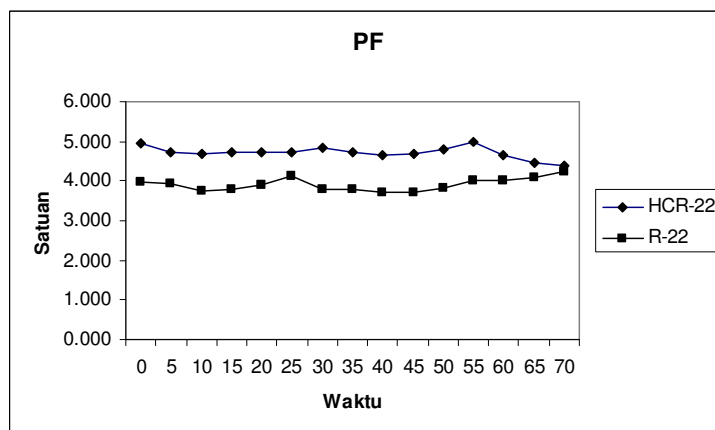
**Gambar 4.5 COP mesin refrigerasi hibrida dengan refrigeran HCR22 dan R22**

Hal ini disebabkan karena jumlah massa refrigeran yang ditekan oleh kompresor dengan HCR22 lebih sedikit jumlahnya dibandingkan dengan massa refrigeran yang

ditekan kompresor yang menggunakan R22. Karena kerja kompresor dengan HCR22 lebih ringan dari R22, maka daya listrik yang digunakan untuk menggerakkan kompresor akan lebih hemat dari R22.

#### 4.2.3 Kinerja Performansi Mesin Refrigerasi Hibrida (COP,PF,TP)

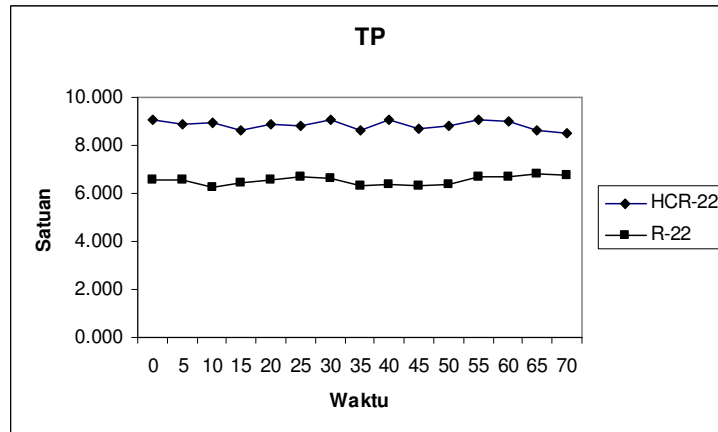
Pada gambar 4.5 dapat dilihat bahwa COP dari refrigeran HCR22 lebih tinggi dari R22. COP HCR22 rata-rata 4,125 dan COP R22 rata-rata 2,621. Kondisi ini karena HCR22 dapat menyerap kalor yang lebih besar dari R22. Sesuai dengan persamaan  $COP = \frac{Q_e}{W_k}$  sehingga semakin tinggi dampak pendinginan ( $Q_e$ ) maka COP akan semakin besar pula. Hal ini cenderung sama dengan COP jika dilakukan perhitungan pada sisi refrigeran sekunder. Namun hasil yang didapatkan tidak persis sama akibat rugi-rugi panas yang terjadi.



**Gambar 4.6 PF mesin refrigerasi hibrida dengan refrigeran HCR22 dan R22**

Pada gambar 4.6 terlihat bahwa Performance Factor dari HCR22 lebih tinggi dari R22, dimana PF rata-rata HCR22 4,716 dan PF rata-rata R22 3,907, meskipun dampak pemanasan ( $Q_k$ ) dari HCR 22 lebih rendah dari R22. Hal ini di sebabkan

karena daya kompresor yang dibutuhkan pada penggunaan refrigeran HCR22 lebih kecil dari R22. Hal ini sesuai dengan persamaan  $PF = \frac{Q_k}{W_k}$ . Hal ini cenderung sama pada perhitungan sisi air, dimana terdapat kerugian panas yang menyebabkan sedikit perbedaan performance factor antara sisi refrigeran primer dan sekunder.

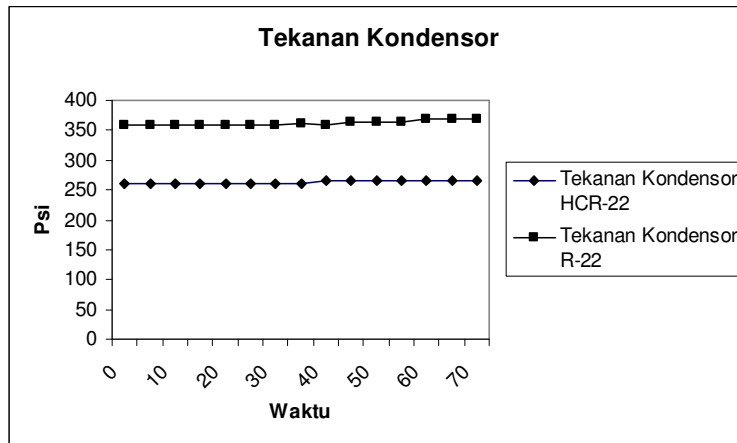


**Gambar 4.7 TP mesin refrigerasi hibrida dengan refrigeran HCR22 dan R22**

Gambar 4.7 merupakan total performansi dari HCR22 dan R22. Pada gambar terlihat bahwa Total Performansi dari HCR22 lebih tinggi dari R22. Hal ini karena HCR22 memiliki COP dan PF yang lebih tinggi dari R22.

#### 4.2.4 Tekanan Kondensor dengan Refrigeran HCR22 dan R22

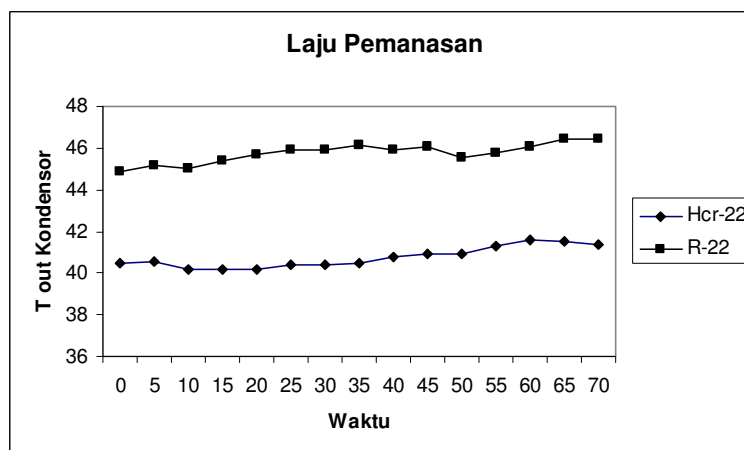
Pada gambar 4.3 dapat dilihat rata-rata dampak pemanasan HCR22 adalah 2,218 kW dan dampak pemanasan rata-rata R22 2,449 kW. Dampak pemanasan HCR22 lebih rendah dari R22. Hal ini diakibatkan tekanan kondensor pada R22 yang lebih tinggi dari pada dengan HCR22 seperti yang dapat dilihat pada gambar 4.8. Pada tekanan kondensor yang lebih tinggi maka temperatur refrigeran juga lebih tinggi, sehingga kalor pemanasan air akan lebih besar pada temperatur yang lebih tinggi.



**Gambar 4.8 Tekanan kondensor dengan refrigeran HCR22 dan R22**

#### 4.2.5 Temperatur Air pada Tangki Kondensor dengan HCR22 dan R22

Pada gambar 4.9 dapat dilihat temperatur air panas pada tangki kondensor. Temperatur air panas menggunakan R22 lebih tinggi dari HCR22, hal ini karena tekanan kerja kondensor menggunakan R22 lebih tinggi dari tekanan kerja kondensor menggunakan HCR22 (gambar 4.8).



**Gambar 4.9 Temperatur air panas dengan refrigeran HCR22 dan R22**

Untuk pemakaian jangka panjang penggunaan HCR22 untuk pemanas air (*water heater*) sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan air panas untuk berbagai

keperluan dengan temperatur kerja rata-rata 40,76 °C dan tekanan kerja kondensor rata-rata 262,33 Psi. Penggunaan R22 akan memberikan temperatur kerja rata-rata 45,76 °C dan tekanan kerja kondensor rata-rata 363 Psi.

Rekapitulasi hasil pengujian dengan HCR22 dan R22 dapat dilihat pada tabel 4.1. Tabel 4.1 menunjukkan, pemakaian refrigeran HCR22 dibanding R22 bahwa massa refrigeran lebih hemat 51,16%, COP dengan refrigeran HCR22 naik 57,38% dan PF naik 20,71%. TP dengan HCR22 naik 35,43%, dampak pendinginan naik 18,08% dan dampak pemanasan turun 29,43%. Penggunaan daya kompresor dengan HCR22 lebih hemat 25,04% dan tekanan kondensor lebih rendah 27,73%. Makin tinggi tekanan kondensor makin tinggi temperatur air yang diperoleh, namun tekanan kerja kondensor yang tinggi akan menyebabkan umur kompresor jadi lebih pendek. Temperatur air panas yang dihasilkan lebih rendah 10,9% pada penggunaan refrigeran HCR22 dibanding R22.

**Tabel 4.1 Rekapitulasi Hasil Pengujian dengan HCR22 dan R22**

No	Deskripsi	Refrigeran	Nilai	Satuan	Hasil	Penghematan%
1	Massa Refrigeran	HCR22	420	gram	hemat	51,16
		R22	860			
2	COP	HCR22	4,125	satuan	naik	57,38
		R22	2,621			
3	PF	HCR22	4,716	satuan	naik	20,71
		R22	3,907			
4	TP	HCR22	8,841	satuan	naik	35,43
		R22	6,528			
5	Dampak Pendinginan	HCR22	1,940	KWatt	naik	18,08
		R22	1,643			
6	Dampak Pemanasan	HCR22	2,218	KWatt	turun	-9,43
		R22	2,449			
7	Daya Kompresor	HCR22	0,470	KWatt	turun	25,04
		R22	0,627			
8	Tekanan Kondensor	HCR22	262,33	Psig	turun	27,73
		R22	363,00			
8	Temperatur air panas	HCR22	40,760	°C	turun	10,81
		R22	45,7			