

**TUGAS AKHIR  
BIDANG KONVERSI ENERGI**

**PENGUJIAN PRESTASI MESIN PENDINGIN KOMPRESI  
UAP KAPASITAS 2 PK DENGAN MENGGUNAKAN PIPA  
KAPILER SEBAGAI ALAT EKSPANSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Tahap Sarjana (S1)

Oleh :

**ALI ANAPIAH**

**NBP : 01 171 084**



**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2007**

## ABSTRAK

Jenis sistem pendingin yang paling banyak digunakan saat ini adalah siklus kompresi uap. Siklus ini umumnya menggunakan refrigeran R-22 sebagai fluida yang mendaur dalam sistem. Untuk mendapatkan karakteristik dari suatu unit mesin pendingin kompresi uap dibutuhkan tingkat keadaan termodinamika dari suatu fluida yang mendaur dalam sistem. Alat uji yang digunakan adalah unit AC windows kapasitas 2 PK, yang telah diinstalasi ulang. Komponen utama alat uji terdiri dari kompresor, kondensor, evaporator, dan alat ekspansi. Alat ekspansi yang digunakan dalam pengujian adalah pipa kapiler. Keuntungan dari penggunaan pipa kapiler ini adalah bentuknya yang sederhana tak ada bagian-bagian yang bergerak serta pipa-pipa tersebut memungkinkan tekanan dalam sistem merata selama sistem tak bekerja sehingga motor penggerak kompresor mempunyai momen gaya awal yang kecil.

Pengujian dilakukan dengan memvariasikan laju aliran udara yang melewati kondensor dan evaporator dengan mengatur putaran fan. Harga indeks prestasi untuk tujuan pendinginan (COP) yang didapatkan berkisar 4,834 sampai 8,845. Sedangkan untuk harga indeks prestasi untuk tujuan pemanasan (PF) berkisar antara 5,834 sampai 9,845. Untuk nilai efektifitas penukar kalor pada kondensor 0,33 sampai 0,47. Sedangkan nilai efektifitas evaporator harga berkisar antara 0,048 sampai 0,165.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Manusia membutuhkan tempat yang nyaman di waktu istirahat dan beraktivitas. Salah satu cara yang bisa dilakukan untuk mendapatkan ruangan yang nyaman yaitu dengan mengatur kondisi udara yang segar di ruangan tersebut. Pengkondisian udara bisa berupa proses pendinginan atau pemanasan udara sehingga dapat mencapai temperatur dan kelembaban sesuai dengan yang diinginkan untuk suatu ruangan tertentu. Pengkondisian udara tidak hanya bertujuan bagi kenyamanan manusia, tetapi juga diperlukan untuk kepentingan industri atau perusahaan.

Untuk meningkatkan efisiensi pengadaan sarana dan penghematan biaya pengoperasian sistem pengkondisian udara pada gedung-gedung besar diperlukan sistem pengkondisian udara yang handal, ekonomis dan efisien. Untuk mengetahui dan mendapatkan hal ini diperlukan pemahaman dan pengkajian lebih lanjut tentang sistem pengkondisian udara.

### 1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari pengujian ini adalah:

1. Menentukan COP (*coefficient of performance*), PF (*performance factor*), efektifitas kondensor dan evaporator dari mesin pendingin kompresi uap 2 PK dengan menggunakan pipa kapiler sebagai alat ekspansi.
2. Mengetahui dan memperoleh karakteristik mesin pendingin kompresi uap 2 PK.
3. Untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang prinsip-prinsip pengkondisian udara dan teknik pendingin.

### **1.3 Manfaat**

Dari hasil pengujian diharapkan dapat memahami lebih lanjut tentang prinsip-prinsip teknik pendingin dan juga dapat mengetahui prinsip-prinsip dasar pada proses pengkondisian udara.

### **1.4 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam melakukan pengujian dan analisis data terhadap mesin pendingin kompresi uap 2 PK ini diantaranya :

1. Mesin Pendingin Kompresi Uap kapasitas 2 PK, kompresor jenis torak hermetik, kondensor dan evaporator jenis tabung berisip, dan alat ekspansi pipa kapiler.
2. Refrigeran yang digunakan adalah R-22.

### **1.5 Sistematika Penulisan**

Tahap-tahap penulisan tugas akhir ini dibahas dalam beberapa bab dengan sistematika sebagai berikut:

- Bab 1 : Pendahuluan, yang berisi latar belakang masalah, tujuan, manfaat pengujian, batasan masalah dan sistematika penulisan
- Bab 2 : Tinjauan pustaka, berupa rangkuman teori dasar mengenai dasar-dasar kompresi uap, kajian termodinamika, prestasi, komponen utama, refrigeran, dan dasar-dasar psikrometri
- Bab 3 : Metodologi, dibahas mengenai peralatan uji, alat ukur, fluida kerja, variabel yang diukur, asumsi-asumsi pengujian, dan prosedur pengujian.
- Bab 4 : Hasil dan Pembahasan, yang berisi tentang hasil pengujian dan pembahasannya
- Bab 5 : Penutup, yang berisikan kesimpulan dan saran

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

Hasil pengujian, hasil perhitungan kondisi ideal dan kondisi aktual dapat dilihat pada lampiran A.

#### Contoh Perhitungan

##### 4.1.1 Perhitungan Kerja Kompresor

Persamaan yang digunakan untuk menghitung kerja aktual dari kompresor yaitu:

$$W_a = V \cdot I \cdot \phi$$

Sedangkan persamaan yang digunakan untuk menghitung kerja kompresor isentropik ideal adalah:

$$W_s = \eta_s \cdot W_a$$

Nilai voltase yang terukur pada volt meter adalah sebesar 220 V, sedangkan nilai kuat arus yang terukur pada ampermeter adalah 9,2 A. Data ini diambil dari percobaan pertama, dengan tegangan fan 200 V. Untuk nilai rugi-rugi daya pada motor kompresor dengan kekuatan 2 PK adalah 0,75. Dengan menggunakan persamaan di atas didapatkan nilai kerja kompresor aktual sebagai berikut:

$$W_a = 220 \text{ volt} \cdot 9,2 \text{ ampere} \cdot 0,75$$

$$W_a = 1,518 \text{ W}$$

$$W_a = 1,518 \text{ kW}$$

dengan  $\eta_s$  yang dipakai 0,80, maka didapatkan kerja kompresor isentropic ideal adalah :

$$W_s = \eta_s \cdot W_a$$

$$W_s = 0,80 \cdot 1,518 \text{ kW}$$

$$W_s = 1,2144 \text{ kW}$$

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada alat mesin pendingin kompresi uap dengan menggunakan pipa kapiler sebagai alat ekspansi, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai COP (*Coefficient of Performance*) alat uji mesin pendingin kompresi uap yang digunakan berkisar antara 4,834 sampai 8,845. Dan nilai PF (*Performance Factor*) alat uji berkisar antara 5,834 sampai 9,845.
2. Nilai Efektivitas kondensor alat uji mesin pendingin kompresi uap berkisar antara 0,33(33%) sampai 0,47(47%). Dan nilai Efektivitas evaporator berkisar antara 0,048(4,8%) sampai 0,165(16,5%).
3. Nilai COP (*Coefficient of Performance*) akan meningkat jika panas yang diserap evaporator( $Q_e$ ) meningkat. Dan nilai PF (*Performance Factor*) akan naik jika terjadi peningkatan panas yang dilepas kondensor( $Q_k$ ).
4. Pemberian tegangan Fan yang rendah pada kondensor atau evaporator akan menurunkan daya aktual kompresor. Daya aktual kompresor yang kecil akan meningkatkan COP (*Coefficient of Performance*) dan PF (*Performance Factor*).
5. Besarnya nilai efektivitas kondensor berbanding terbalik dengan nilai laju aliran massa refrigeran yang melewati kondensor, dan berbanding lurus dengan laju aliran massa udara yang melewati saluran kondensor. Nilai laju aliran massa refrigeran yang rendah dan laju aliran massa udara yang tinggi akan menghasilkan efektivitas kondensor yang besar. Begitu juga pada evaporator.

#### 5.2 Saran

1. Nilai COP atau PF dari mesin pendingin kompresi uap dapat diperbesar dengan cara memperlambat laju aliran udara yang melalui kondensor dan evaporator.
2. Sebaiknya dalam pembacaan alat ukur yang meliputi *pressure gauge* dan termometer dilakukan dengan teliti.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Stoecker, W.F., Jones J.W, **Refrigerasi Dan Pengkondisian Udara**, Erlangga, Jakarta, 1992.
2. Reynolds, William., Perkins, Hendry., **Engineering Thermodynamics**, 2<sup>nd</sup> edition, McGraw-Hill Co, Singapore, 1977.
3. Bayazitoglu, Yildiz & M. Necati Ozizik. **Elements of Heat Transfer**, McGraw-Hill Book Co, Singapore, 1988.
4. Kartir, Rica, **Pembuatan dan Pengujian Mesin Pendingin Kompresi Uap**, Tugas Akhir Bidang Konversi Energi, Teknik Mesin Unand, 2002.
5. Mainil, Afdal Kurniawan, **Kaji Eksperimental Perbandingan Performansi Mesin Pendingin Kompresi Uap Dengan menggunakan R-12 dan Refrigeran Hidrokarbon**, Tugas Akhir Bidang Konversi Energi, Teknik Mesin Unand, 2004.
6. White, Frank M. **Mekanika Zahir**, Erlangga, Jakarta, 1979.
7. Sularso & Haruo Tahara, **Pompa Dan Kompresor**, Pradya Paramita, Jakarta, 1987.
8. Cengel, Yunus A & Michael A. Boles, **Thermodynamics An Engineering Application**, McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1989.