

Teknosia



**Jurnal Ilmiah Bidang Sains - Teknologi
Murni Disiplin dan Antar Disiplin**

ISSN No. : 1978 - 8819

Vol. II, No. 6, Tahun III, September 2009

- Analisis Distribusi Suhu dengan *Computational Fluid Dynamics* (CFD) pada Proses Pengeringan Gabah 1
Oleh M. Syaiful, Staf pengajar Teknik Mesin UNIB
- The Utilization of Husk Ash and Sea-Shell Ash in Concrete mix Design, 13
Oleh Fepy Supriani, Ade Sri Wahyuni Staf pengajar Teknik Sipil UNIB
- Pengaruh Prosentase Silikon Dioksida (SiO₂) terhadap Perubahan Derajat Resistivitas Konduktor Tembaga. 18
Oleh Yuli Rodiah, Staf Pengajar Teknik Elektro UNIB
- Identifikasi Virus Komputer Menggunakan Case Base Reasoning 28
Oleh Ernawati, Staf Pengajar Teknik Informatika UNIB
- Kaji Eksperimental Perbandingan Performansi Mesin Pendingin Kompresi Uap dengan Menggunakan Pipa Kapiler dan Katup Ekspansi, 34
Oleh Ahmad Fauzan Suryono, Hendri Van Hoten, Staf Pengajar Teknik Mesin UNIB
- Tundaan Lalu Lintas pada Simpang Lima Kota Bengkulu, 40
Oleh Samsul Bahri, Staf Pengajar Teknik Sipil UNIB
- Optimasi Penggunaan AC Sebagai Alat Pendingin Ruangan, 47
Oleh Innanda Priyadi, Staf Pengajar Teknik Elektro UNIB
- Studi Pengaruh Perlakuan Normalizing terhadap Ketahanan Korosi Baja AISI 4340 dalam Larutan High Salt Buffer (HSB) 52
Oleh Hendri Hestiawan, Staf Pengajar Teknik Mesin UNIB

Diterbitkan Oleh :

Fakultas Teknik - Universitas Bengkulu, Jalan Raya Kandang Limun Bengkulu 38123
Telp. : (0736) 21170, 344067 Fax. : (0736) 22105 E-mail : teknosia@yahoo.com

Teknosia



ISSN : 1978 - 8819

Vol. II, No. 6, Tahun III, September 2009,

Jurnal Teknosia mempublikasikan karya tulis di bidang Sain – Teknologi, Murni Disiplin dan Antar Disiplin, berupa penelitian dasar, perancangan dan studi pengembangan teknologi. Jurnal terbit berkala enam bulanan (Maret dan September).

Pelindung

Dr. Ir. Muhammad Syaiful, M.S

Penyunting Ahli (Mitra Bestari)

DR. Eddy Hermansyah, (UNIB)
Dr. Ir. Febrin Anas Ismail, M.Eng (UNAND)
Prof. Mulyadi Bur, Dr-Ing. (UNAND)
Dr Ir. Refdinal Nafsir (UNAND)

Redaktur

Anizar Indriani, ST., MT.

Redaktur Pelaksana

Elhusna, ST.MT

Dewan Redaksi

Drs. Boko Susilo., M.Kom.
Ade Sri Wahyuni, ST. M.Eng

Irnanda Priyadi, ST., MT.
Nurul Iman Supardi, ST., MP.

Penerbit

FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS BENGKULU

Sekretariat Redaksi

Gedung V Fakultas Teknik – Universitas Bengkulu, Jalan Raya Kandang Limun
Bengkulu 38123 Telp. : (0376) 21170, 344067 Fax. : (0376) 22105 E-mail:
teknosia@yahoo.com

KAJI EKSPERIMENTAL PERBANDINGAN PERFORMANSI MESIN PENDINGIN KOMPRESI UAP DENGAN MENGGUNAKAN PIPA KAPILER DAN KATUP EKSPANSI

Ahmad Fauzan Suryono, Hendri Van Hoten

Staf Pengajar Program Studi Teknik Mesin, Universitas Bengkulu

Jl. Raya Kandang Limun, Bengkulu, Telp. (0736) 21170

e-mail : ahmeedm2k@yahoo.com, hendri_m00@yahoo.com

ABSTRACT

Vapour compression refrigeration is one of many refrigeration cycles available for use. The vapour compression refrigeration system uses a circulating liquid refrigerant as the medium which absorbs and remove heat from the space to be cooled and subsequently rejects that heat elsewhere. One of component that important in this cycle is expansion valve. Function of expansion valve are to reduce pressure and set the stream of refrigerant to the evaporator. This research was focused to know performance and characteristic engine cooling by using the expansion valve and capillary as a means of expansion tools. Obtained from experiment results that the value of performance engine cooling by using expansion valve is better than capillary. Coefficient of Performance (COP) with the expansion valve is between 3.4 – 7.53, while the capillary is between 2.8 – 3.6.

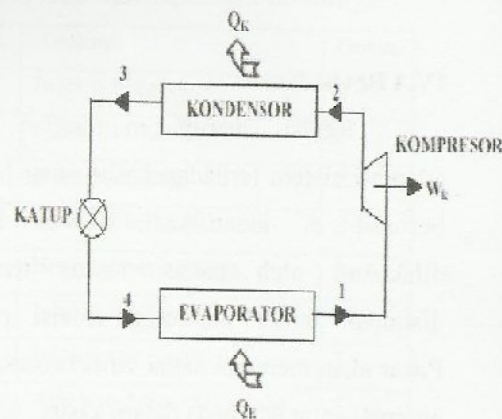
Keywords : expansion valve, capillary, Coefficient of Performance.

1. PENDAHULUAN

Dalam hidupnya manusia selalu berusaha untuk beradaptasi dengan lingkungan sekitarnya. Sehingga setiap beraktivitas akan selalu merasa nyaman dengan lingkungannya. Salah satu upaya yang dilakukan manusia untuk mewujudkan kondisi yang demikian adalah dengan mengatur kondisi udara yang segar. Hal itu dapat dilakukan dengan proses pendinginan atau pemanasan udara sehingga dapat mencapai temperatur dan kelembaban sesuai dengan yang diinginkan untuk ruang tertentu.

Daur yang paling banyak digunakan untuk mesin pendingin adalah daur

kompresi uap. Secara skematis daur ini dapat di lihat pada gambar 1:

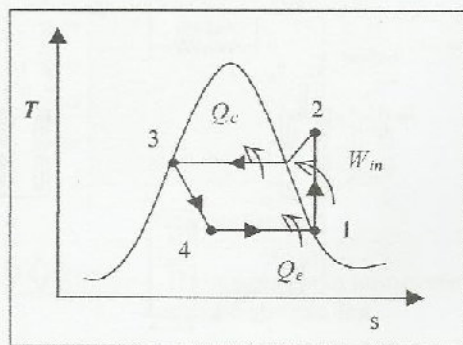


Gambar .1. Skema daur kompresi uap

Kompresor menghisap uap refrigeran (fluida cair) yang keluar dari evaporator, dalam kompresor refrigeran dikompresikan sehingga tekanan dan temperatur naik. Uap refrigeran yang bertemperatur dan

bertekanan tinggi diembunkan di dalam kondensor dengan cara melepaskan panas ke lingkungan. Dari kondensor refrigeran diuapkan dengan menyemprotkannya, melalui katup ekspansi ke dalam evaporator yang bertekanan rendah. Refrigeran yang menguap dalam evaporator menyerap kalor dari udara yang ada di sekitarnya.

Untuk dapat lebih mudah memahami proses yang terjadi dalam mesin kompresi uap, maka perlu suatu tinjauan termodinamika (Cengel, 1989). Proses- proses yang membentuk daur kompresi uap ideal ditunjukkan oleh gambar berikut



G

Gambar 2. kurva daur kompresi uap ideal

Alat Ekspansi

Salah satu elemen dasar dalam daur refrigerasi uap adalah alat ekspansi. Alat ekspansi ini mempunyai dua kegunaan yaitu menurunkan tekanan refrigeran cair dan mengatur aliran refrigeran ke evaporator. Secara umum ada dua jenis alat ekspansi yang biasa digunakan yaitu pipa kapiler dan katup ekspansi (*expansion valve*). Untuk sistem yang berkapasitas kecil hingga 10

kW biasanya digunakan pipa kapiler. Pipa kapiler digunakan untuk menurunkan tekanan refrigeran dari kondisi sub dingin hingga fasa campuran. 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. Sedangkan kerugiannya adalah pipa-pipa tersebut tak dapat diatur terhadap kondisi beban yang berubah-ubah, mudah diganggu oleh penyumbatan benda-benda asing dan memerlukan pengisian refrigeran berada dekat batas (Stocker, 1989). Alat ekspansi lainnya adalah katup ekspansi yang fungsinya sesuai dengan katup ekspansi itu sendiri. Jenis katup ini antara lain (Arismunandar, 1980); katup ekspansi tekanan konstan, floating valve, dan thermostatic valve.

Prestasi

Untuk menyatakan unjuk kerja dari suatu siklus kompresi uap dapat dilihat dari performansinya (Arismunandar, 1980). Koefisien performansi pada Mesin Pendingin Kompresi Uap terdiri atas dua jenis, yaitu koefisien performansi mesin sebagai pendingin (COP) dan koefisien performansi mesin untuk tujuan pemanasan

yang biasa disebut koefisien performansi pompa kalor (PF).

$$COP = \frac{Q_c}{W_s} \quad (1)$$

$$PF = \frac{Q_k}{W_s} \quad (2)$$

Persamaan daya aktual dari kompresor dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini.

$$W_a = V \cdot I \cdot \phi \quad (\text{kW}) \quad (3)$$

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

$$W_s = \eta_s \cdot W_a \quad (4)$$

Untuk melihat karakteristik dari mesin pendingin dapat dilihat dari beberapa hal:

a. Laju aliran refrigeran (\dot{m}_{ref})

Laju aliran massa refrigeran dapat ditentukan dari kesetimbangan massa dan energi dari evaporator.

$$\dot{m}_{ref} = \frac{W_s}{h_{2,s} - h_1} \quad (5)$$

\dot{m}_{ref} = laju aliran massa refrigeran

h_1 = entalpi refrigerans setelah melewati evaporator (kJ/kg)

$h_{2,s}$ = entalpi refrigeran sebelum masuk kondensor (kJ/kg)

b. Pelepasan kalor oleh kondensor (Q_k)

Persamaan yang digunakan untuk pelepasan kalor pada kondensor ini, digunakan persamaan sebagai berikut:

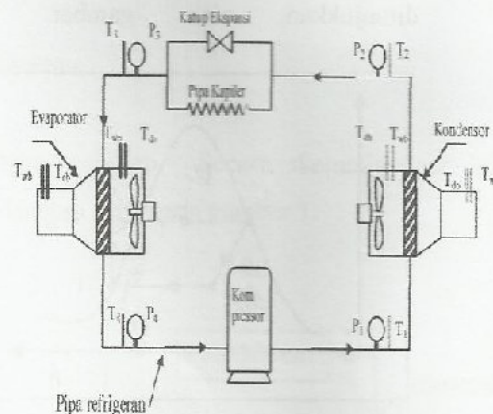
$$Q_k = \dot{m}_{ref} (h_{2,s} - h_3)$$

c. Penyerapan kalor di evaporator (Q_e)

$$Q_e = \dot{m}_{ref} (h_1 - h_4)$$

II. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mengetahui karakteristik dari suatu mesin pendingin kompresi uap maka terlebih dahulu harus diketahui tingkat keadaannya pada tiap proses. Oleh karena itu untuk penelitian ini dirancang alat uji sebagai berikut:



Gambar 3. Skema rancangan alat uji Mesin Pendingin Kompresi Uap

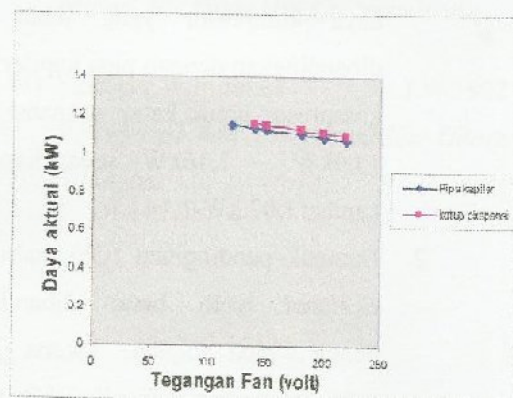
Pada setiap komponen mesin pendingin serta pipa yang dilewati refrigeran dipasang alat ukur temperatur dan tekanan. Sehingga ketika mesin di jalankan dapat ditentukan tingkat keadaannya.

Pengambilan data dilakukan dengan mengatur penggunaan katup ekspansi dan pipa kapiler sebagai alat ekspansi serta memvariasikan putaran fan atau kecepatan

aliran udara pada alat penukar panas (kondensor dan evaporator). Caranya adalah dengan memvariasikan voltase slide regulator pada 120V, 140V, 150V, 180V, 200V dan 220V.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

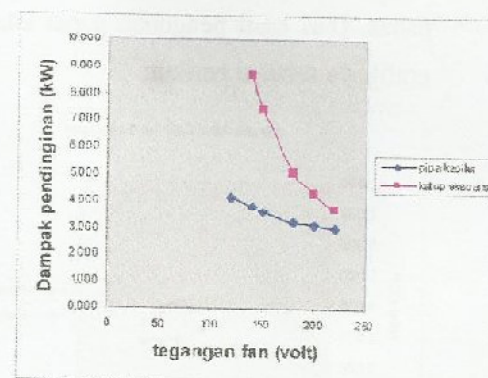
Dari hasil pengujian didapatkan beberapa grafik yang menunjukkan karakteristik mesin pendingin dengan menggunakan katup ekspansi dan pipa kapiler.



Gambar 4. Hubungan daya kompresor dengan tegangan fan

Dari grafik diatas terlihat bahwa dengan memvariasikan tegangan fan terlihat bahwa penggunaan katup ekspansi memerlukan daya kompresor yang lebih besar dibandingkan dengan pipa kapiler. Hal ini disebabkan karena jumlah refrigerant yang ditekan oleh kompresor dengan menggunakan alat ekspansi katup ekspansi lebih banyak dibandingkan dengan menggunakan pipa kapiler seperti dapat kita lihat pada tabel hasil pengujian. Pada pipa kapiler tekanan tidak dapat dikontrol merata

selama proses berlangsung serta seringkali terjadi penyumbatan dan gesekan aliran sehingga laju alirannya lebih lambat. Dengan menggunakan katup ekspansi tekananya dapat dikontrol konstan sehingga aliran refrigerannya lebih stabil. Karena kerja kompresor lebih kecil dengan menggunakan pipa kapiler maka daya listrik akan lebih hemat, tetapi dampak pendinginan atau energi yang diserap evaporator lebih kecil dibandingkan dengan pipa kapiler, seperti ditunjukkan grafik dibawah ini.

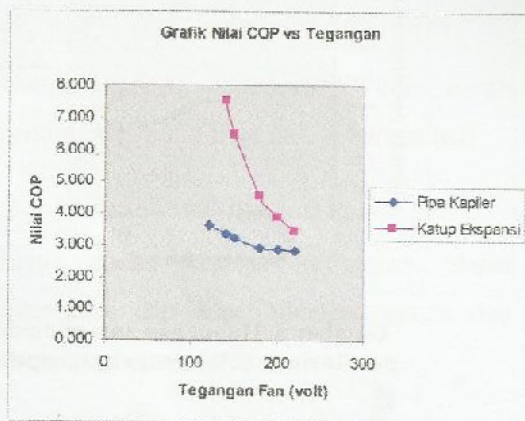


Gambar 5. Hubungan antara dampak pendinginan (kW) dengan tegangan fan

Dari grafik di atas dampak pendinginan atau energi yang diserap evaporator dengan menggunakan pipa kapiler berkisar antara 3,03 kW – 4,15kW, sedangkan dengan menggunakan katup ekspansi dampak pendinginannya antara 3,74 kW – 8,74 kW. Hal ini disebabkan karena jumlah refrigerant yang mengalir lebih banyak sehingga kalor yang diserap akan lebih banyak juga. Demikian juga dengan dampak pemanasan (Q_c), dengan menggunakan alat ekspansi berupa pipa kapiler nilainya adalah 4,11 kW

– 5,3kW, sedangkan dengan katup ekspansi antara 4,83 kW – 9,9kW. Hal ini karena tekanan kondensor pada system dengan menggunakan pipa kapiler lebih rendah dibanding dengan katup ekspansi. Pada tekanan kondensor yang lebih tinggi maka temperatur refrigeran juga lebih tinggi, sehingga kalor pemanasan udara akan lebih besar pada temperature tinggi.

Untuk melihat kinerja dari mesin pendingin digunakan nilai COP apabila kita menginginkan dingin dan PF apabila kita menginginkan panas. Dari hasil pengujian dapat kita lihat grafiknya sebagai berikut;



Gambar 6. Hubungan antara Nilai COP dengan tegangan fan (volt)

Pada grafik di atas terlihat bahwa mesin pendingin dengan menggunakan katup ekspansi memiliki nilai COP yang lebih besar dibandingkan dengan menggunakan pipa kapiler. COP dengan katup ekspansi bernilai antara 3,41 -7,53 sedang dengan pipa kapiler antara 2,82 – 3,6. hal ini menunjukkan bahwa mesin epndingin dengan menggunakan katup ekspansi

menyerap kalor lebih besar dibandingkan dengan pipa kapiler. Sesuai dengan

persamaan $COP = \frac{Q_c}{W_k}$, sehingga semakin

tinggi dampak pendinginan maka COP makin besar juga.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan katup ekspansi memerlukan daya kompresor yang lebih besar dibandingkan dengan pipa kapiler. Daya kompresor untuk katup ekspansi antara 1,09kW – 1,16kW sedangkan pipa kapiler 1,07 kW-1,14 kW.
2. Dampak pendinginan (Q_c) pada katup ekspansi lebih besar dibandingkan dengan pipa kapiler, karena jumlah refrigerant yang mengalir lebih banyak sehingga penyerapan panasnya akan lebih besar pula.
3. Penggunaan katup ekspansi sebagai alat ekspansi pada mesin pendingin lebih bagus kinerjanya dibandingkan dengan pipa kapiler, hal ini terlihat dari nilai COP nya berkisar antara 3,41 – 7,53. sedangkan dengan pipa kapiler nilai COP nya antara 2,82 – 3,61.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineer, ASHRAE, Inc, 1993 Atlanta.
- [2]. Arismunandar, Wiranto dan Heizo, 1980, *Penyegaran Udara*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- [3]. Cengel, Yunus, 1989, *Thermodynamics an Engineering Aproach International edition*, Mc Graw Hill Co, New York.
- [4]. Stoecker, W.F., Jones J.W, 1992 *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara* Erlangga.

ISSN 1978-8819



9 771978 881922