

EFEKTIVITAS PENGGUNAAN *THERMOSTATIC EXPANTION VALVE* PADA REFRIGERASI *AC SPLIT*

Harianto dan Eka Yawara
Jurusan Teknik Mesin STTNAS Yogyakarta
Jalan Babarsari, Catur Tunggal, Depok Sleman Yogyakarta
email : yantomt0010@gmail.com

ABSTRAK

Mesin refrigerasi dengan sistem refrigerasi kompresi uap merupakan salah satu alat yang dipergunakan untuk proses pendinginan untuk berbagai kebutuhan manusia. Pada mesin jenis ini terdapat suatu komponen yang dapat divariasikan jenisnya yaitu katup ekspansi, diantaranya berupa pipa kapiler dan *Thermostatic Ekspantion Valve (TXV)*.

Telah dilakukan uji eksperimen mesin refrigerasi *AC Split* kapasitas 1 pk yang bertujuan untuk membandingkan performa antara penggunaan pipa kapiler sebagai katup ekspansi dengan *TXV*

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa penggunaan pipa kapiler merespon makin besar beban makin kecil *COP*, *COP* tertinggi dicapai pada kondisi refrigeran keluar evaporator berupa uap jenuh dengan $COP = 5.3$. Sedangkan penggunaan *TXV* nilai *COP* meningkat seiring dengan penambahan beban. dalam pengujian ini dicapai *COP* tertinggi pada $COP = 5.87$.

Kata kunci : *refrigeras, COP, katup ekspansi, Thermostatic, TXV, kalor*

PENDAHULUAN

Telah banyak dijumpai unit *AC split* yang dipergunakan untuk pendinginan dan kenyamanan ruang khususnya untuk bangunan gedung di daerah tropis. Sinar matahari berkontribusi sumber energi panas yang besar masuk ke dalam ruangan disamping sumber panas yang lain diantaranya dari penghuni, penerangan listrik, peralatan memasak dan sebagainya. Makin tinggi energi panas (kalor) yang masuk ke dalam ruangan akan mempengaruhi temperatur udara di dalam ruangan, hal ini terjadi secara alami karena kalor mengalir dari temperatur tinggi ke temperatur rendah (Hk II termodinamika). Sebaliknya untuk mendinginkan ruangan memerlukan proses pembuangan kalor dari udara ruangan ke udara di luar ruangan yang tidak bisa berlangsung secara alami karena menyimpang dari HK II termodinamika, sehingga salah satunya dapat diatasi dengan menggunakan unit *AC split* dengan mesin refrigerasi kompresi uap.

Mesin refrigerasi kompresi uap terdiri dari komponen kompresor, kondensator, katup ekspansi dan evaporator. Beban pendinginan ruangan sering dijumpai bervariasi, dan untuk mempertahankan mesin refrigerasi pada unjuk kerja optimal untuk setiap kondisi operasi biasa digunakan katup ekspansi jenis *TXV*. Namun ketidaksesuaian pemakaian *TXV* yang tepat dapat mengakibatkan laju refrigeran yang berfluktuasi yang pada akhirnya justru akan menurunkan unjuk kerja mesin refrigerasi.

Untuk mengetahui tingkat kebergunaan energi pada mesin refrigerasi dinyatakan dengan *Coeffisien of performance (COP)* yaitu perbandingan antara energi yang diperlukan untuk proses pendinginan dengan energi yang diberikan.

Salah satu cara untuk meningkatkan *COP* mesin refrigerasi yang digunakan pada unit *AC split* adalah menggunakan jenis katup ekspansi yang disebut dengan *Thermostatic Ekspantion Valve (TXV)*. Penggunaan katup ekspansi jenis *TXV* yang tidak tepat justru akan memperburuk *COP* maupun mengganggu kestabilan sistem refrigerasi.

Penelitian ini dilakukan dengan batasan masalah sebagai berikut

- Penelitian dilakukan pada unit refrigerasi *AC split*.
- Pemakaian jenis katup *Thermostatic Ekspantion Valve (TXV)*
- Penggunaan jenis Refrigerant R22

Penelitian ini diharapkan akan memberikan manfaat tambahan pengetahuan dibidang sistem refrigerasi, khususnya:

- Konsep penerapan *Thermostatic Ekspantion Valve* pada unit refrigerasi
- Upaya Peningkatan unjuk kerja sistem refrigerasi
- Menjadi pedoman didalam melakukan *maintenance* unit refrigerasi.

TINJAUAN PUSTAKA

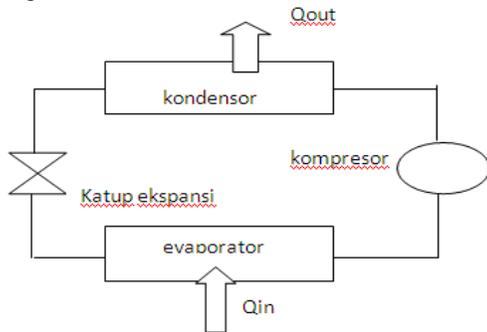
Pengkondisian udara ruang banyak dilakukan dengan menggunakan unit *AC Split*. Unit ini terdiri dari komponen *indoor* dan komponen *out door*. Kedua komponen tersebut membentuk sistem refrigerasi yang terdiri dari komponen kompresor, kondensator, *ekspantion valve* dan evaporator. Persoalan sistem refrigerasi menjadi menarik untuk diteliti terutama dalam rangka meningkatkan unjuk kerja sistem refrigerasi yang sering dinyatakan sebagai *Coeffisien of performance (COP)*. Banyak peneliti yang telah melakukan uji eksperimen untuk

meningkatkan *COP* mesin refrigerasi. Unjuk kerja mesin refrigerasi merupakan hasil keseimbangan keempat komponen utama dari mesin refrigerasi yaitu kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator. Variasi perubahan temperatur ambien akan mempengaruhi unjuk kerja kondensor yang selanjutnya juga mempengaruhi unjuk kerja katup ekspansi, unjuk kerja evaporator dan juga unjuk kerja kompresor (Elsayed dkk, 2011). Marwan Effendi, dkk (2007), juga telah melakukan penelitian pada mesin freezer dengan cara melilitkan pipa kapiler pada saluran isap menuju kompresor yang bertujuan untuk meningkatkan temperatur refrigerant keluar evaporator pada kondisi *superheat*. Cara ini meningkatkan unjuk kerja (*COP*) mesin freezer namun temperatur *superheat* refrigeran yang terlalu tinggi akan menyebabkan kompresor panas dan *COP* turun. Menurut Ekadewi (2006) hasil eksperimen melilitkan pipa kapiler pada *line suction* dapat meningkatkan koefisien prestasi freezer, meskipun waktu yang diperlukan untuk mendinginkan beban tidak berubah.

Landasan Teori

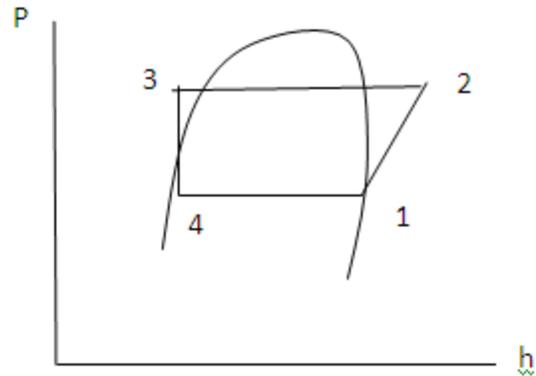
Sistem refrigerasi siklus kompresi uap ideal

Mesin pendingin jenis siklus kompresi uap mempunyai empat komponen yang terdiri dari kompresor untuk menaikkan tekanan dan temperatur refrigeran hingga diatas temperatur udara luar, kondensor untuk membuang kalor refrigeran ke udara luar dengan jalan proses pengembunan refrigeran, katup ekspansi digunakan untuk menurunkan tekanan dan temperatur refrigeran hingga temperatur refrigeran dibawah temperatur udara di dalam ruang yang dikondisikan, Evaporator berguna untuk penyerapan kalor udara di dalam ruang yang dikondisikan ke refrigeran dengan proses penguapan refrigeran. Secara Skematis dapat dilihat pada gambar 1. sebagai berikut.



Gambar 1. Sistem refrigerasi

Proses siklus refrigerasi dengan memanfaatkan sifat refrigeran yang dapat dijelaskan dengan menggunakan diagram P - h, dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2. P-h diagram

Proses proses yang membentuk siklus kompresi uap seperti pada gambar .1 dan 2 dapat diterangkan sebagai berikut :

- 1-2 Kompresi adiabatik reversibel
- 2-3 Pelepasan kalor pada tekanan konstan, terjadi pengembunan refrigeran
- 3-4 Ekspansi pada intalpi konstan terjadi penurunan tekanan dan temperatur refrigeran,
- 4-1 Penyerapan kalor pada tekanan konstan, terjadi penguapan refrigeran.

Besarnya laju perpindahan kalor kondensasi per satuan massa refrigeran yang mengalir

$$\frac{Q_{out}}{m} = (h_2 - h_3) \tag{1}$$

Besarnya laju perpindahan kalor evaporasi persatuan massa refrigeran yang mengalir

$$\frac{Q_{in}}{m} = (h_1 - h_4) \tag{2}$$

Daya kompresor persatuan massa refrigeran yang mengalir

$$\frac{W_{in}}{m} = (h_2 - h_1) \tag{3}$$

Besarnya dampak refrigerasi (kapasitas pendingin)

$$RE = (h_1 - h_4) \tag{4}$$

Besarnya *coeffisien of performance* (*COP*)

$$COP = \frac{Q_{in}}{W_{in}} = \frac{(h_1 - h_4)}{(h_2 - h_1)} \tag{5}$$

METODE PENELITIAN

Tahapan dalam pelaksanaan penelitian ini meliputi :

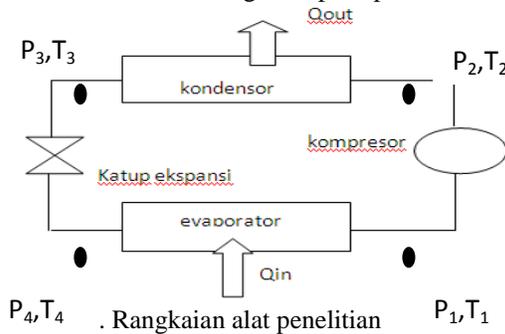
1. Tahap persiapan,
2. Tahap pengambilan data,
3. Tahap analisis,
4. Tahap penyusunan laporan.

Dalam tahap persiapan dilakukan studi pustaka, observasi, dan pengadaan bahan dan peralatan. Dalam tahap pengambilan data dilakukan pengukuran-pengukuran, yang meliputi Temperatur, tekanan masuk dan keluar kondensor, temperature, tekanan masuk dan keluar evaporator, tegangan dan

arus motor penggerak kompresor. Dalam tahap analisis dilakukan perhitungan-perhitungan untuk menentukan besarnya *COP*, daya motor listrik penggerak kompresor dan laju aliran massa refrigeran. Dari hasil analisis kemudian dikaji lebih lanjut berdasarkan teori dan hasil-hasil penelitian terdahulu. Peralatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Mesin AC *Split* kapasitas 1 PK
2. Manometer untuk mengukur tekanan refrigerant.
3. Termometer untuk mengukur temperatur refrigeran
4. Voltmeter untuk mengukur tegangan listrik
5. Amperemeter untuk mengukur arus listrik
6. *Manifould* untuk mengukur tekanan pengisian refrigeran
7. Tang meter untuk mengukur arus listrik dan tegangan listrik
8. Elemen pemanas untuk memvariasi beban

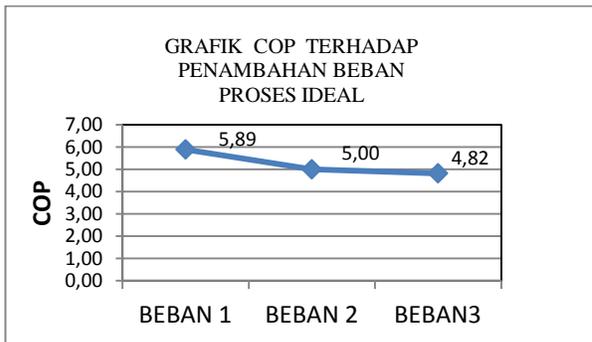
Peralatan tersebut dirangkai seperti pada Gambar 3.



DATA DAN PEMBAHASAN

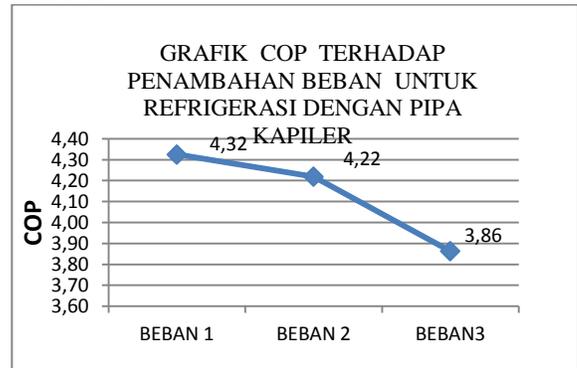
Hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel.

Dari data yang diperoleh berdasarkan data tekanan condensor dan tekanan evaporator kemudian besarnya intalpi di *plot* menurut garis kompresi adiabatik , dengan tiga interval penambahan beban untuk sistem refrigerasi dengan ekspansi pipa kapiler diperoleh grafik gambar 4.



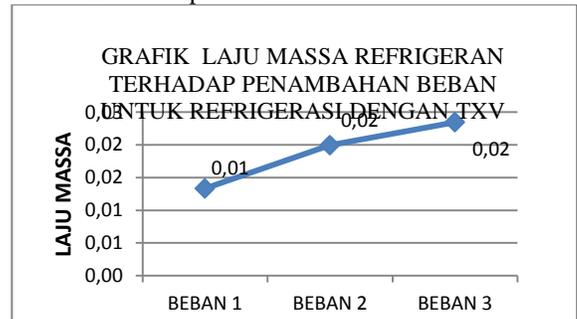
Gambar 4. Grafik COP terhadap penambahan beban proses ideal ekspansi dengan pipa kapiler.

Terjadi penurunan *COP* seiring dengan penambahan beban, hal ini disebabkan pada sistem refrigerasi dengan ekspansi pipa kapiler laju aliran refrigeran cenderung konstan sementara penyerapan panas bertambah dengan pertambahan beban yang mengakibatkan kondisi refrigeran berada pada tingkat panas lanjut yang meningkat. Kondisi ini meningkatkan beban kompresor sehingga *COP* menurun.



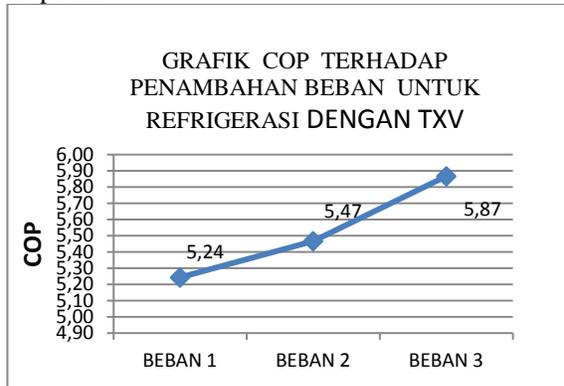
Gambar 5. Grafik COP terhadap penambahan beban untuk refrigerasi dengan pipa kapiler.

Pada grafik gambar 5 memperlihatkan grafik penurunan *COP* seiring dengan bertambahnya beban pada proses refrigerasi dengan ekspansi pipa kapiler dan memperhatikan temperatur hasil pengukuran untuk mendapatkan besarnya intalpi di titik 1,2 dan 4 pada gambar 3. Penurunan *COP* lebih tajam dibandingkan dengan pada proses ideal grafik gambar 4. Ini sebagai suatu kenyataan bahwa pada proses kompresi selain terjadi kenaikan temperatur refrigeran akibat kompresi juga terjadi kenaikan temperatur refrigeran keluar kompresor akibat adanya penambahan kalor dari sekeliling yang berakibat beban kerja kompresor meningkat. *COP* tertinggi pada beban terendah adalah 4.33. Beban yang terlalu rendah pada refrigerasi ekspansi pipa kapiler dapat menyebabkan kondisi refrigeran keluar evaporator dan masuk ke kompreor dalam keadaan uap campuran (*saturated vapour*) yang dapat merusakkan kompresor.



Gambar 6. Grafik Laju massa refrigeran terhadap penambahan beban untuk refrigerasi dengan TXV.

Pada grafik gambar 6. terlihat bahwa penambahan beban diikuti dengan peningkatan laju aliran massa yang menunjukkan TXV telah bekerja merespon perubahan temperatur refrigeran keluar dari evaporator.



Gambar 7. Grafik COP terhadap penambahan beban untuk refrigerasi dengan TXV.

Grafik gambar 7 menunjukkan peningkatan COP seiring dengan penambahan beban. Hal ini terjadi ketika ada penambahan beban, diikuti dengan penambahan laju massa refrigeran mempertahankan kondisi refrigeran keluar evaporator dan penurunan tekanan discharge memperbesar selisih $h_1 - h_4$ sehingga akan meningkatkan COP.

KESIMPILAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan, seperti diuraikan pada BAB IV, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil analisis siklus refrigerasi ideal dengan ekspansi pipa kapiler menunjukkan semakin besar beban, COP semakin kecil, COP tertinggi terjadi pada kondisi refrigeran keluar evaporator di titik uap jenuh.
2. COP siklus refrigerasi dengan ekspansi pipa kapiler menunjukkan penurunan seiring dengan penambahan beban pendingin. COP tertinggi 4
3. COP siklus refrigerasi dengan ekspansi TXV menunjukkan respon perubahan yang meningkat dengan penambahan beban pendingin. Mencapai maksimum pada COP 5.87

Saran

Pemakaian TXV pada sistem refrigerasi dengan memperhatikan kapasitas aliran yang tepat dan pengaturan pada TXV untuk mengkondisikan temperatur refrigeran didaerah uap panas lanjut yang

tepat saat keluar kondensor akan diperoleh COP yang maksimal.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Direktorat Jendral DIKTI yang telah mendanai penelitian ini dalam skim Dosen Pemula

DAFTAR PUSTAKA

- Amr O. Elsayed, Abdulrahman S. Hariri, 2011, *Effect of Condenser Air Flow on the Performance of Split Air Conditioner*, College of Engineering, University of Dammam, Saudi Arabia
- ASHRAE, 2009, *ASHRAE Handbook-Fundamentals*, ASHRAE
- Ekadewi, AH dan Lukito, 2002, *Analisis Pengaruh pipa kapiler yang dililitkan pada line suction terhadap performansi mesin pendingin*, Jurnal teknik mesin vol 4 no 2 oktober 2002, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra Surabaya, pp 94-98
- Marwan Effendy, Sarjito, 2007, *Efektifitas Pelekatan Pipa Kapiler pada Suction line untuk meningkatkan unjuk kerja freezer*. Simposium Nasional RAPI, Prosiding Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Whitman, William C., 2009, *Refrigeratioan And Air Conditioning Technology, 6th Edition*, DELMAR Cengage Learning, New York.