

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

Harianto¹ dan Eka Yawara²

Abstract

Vapor compression refrigeration is one of refrigeration systems that is most widely used for the cooling process in a variety of human needs. In this type of machine there is a component that can be varied kind, namely the expansion valve, such as a capillary tube and thermostatic expansion valve (TXV). Experimental tests have been conducted in a one HP split air conditioning refrigeration machine capacity to compare the performances between the use of a capillary tube and TXV expansion valve. The experimental results show that the use of a capillary tube responds to the greater cooling load of the smaller COP, COP highest achieved in the condition of the refrigerant out of the evaporator in the form of vapor saturated with COP = 5.3. While the use of TXV, COP value increases with the addition of the cooling load. The highest COP achieved is 5.87.

Kata kunci: Refrigeration, COP, Ekspantion Valve, Termostatic, TXV

PENDAHULUAN

Pada umumnya bangunan gedung yang berada di daerah tropis menggunakan AC Split sebagai pendingin dan kenyamanan ruangnya. 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 maka akan dapat mempertinggi temperatur udara di dalam ruangan tersebut. Hal ini terjadi karena panas (kalor) akan mengalir dari temperatur tinggi ke temperatur yang lebih rendah (**HK II termodinamika**). Dan Proses ini berlangsung secara alami. Sebaliknya untuk mendinginkan sebuah ruangan tentunya memerlukan proses pembuangan kalor dari udara didalam ruangan ke udara di luar ruangan. Proses ini tidak dapat berlangsung secara alami karena menyimpang dari HK II termodinamika. Oleh karena itu salah satunya dapat diatasi dengan menggunakan unit *AC split* dengan mesin refrigerasi kompresi uap.

¹ Jurusan Teknik Mesin STTNAS Yogyakarta

² Jurusan Teknik Mesin STTNAS Yogyakarta

Komponen dari mesin refrigerasi kompresi uap terdiri dari kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator. Katup ekspansi pada mesin refrigerant ini memiliki fungsi yang cukup penting. Mengingat beban pendingin ruangan yang tidak stabil maka penggunaan katup ekspansi jenis TXV menjadi sangat penting guna mempertahankan unjuk kerja optimal dari mesin refrigerasi pada setiap kondisi operasi. Namun ketidaksesuaian pemakaian TXV yang tepat dapat mengakibatkan laju refrigeran yang berfluktuasi dan pada akhirnya 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 Expansion Valve (TXV)*. Penggunaan katup ekspansi jenis TXV yang tidak tepat justru akan memperburuk *COP* maupun mengganggu kestabilan sistem refrigerasi.

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai tambahan pengetahuan dibidang sistem refrigerasi, khususnya: konsep penerapan *Thermostatic Expansion Valve* pada unit refrigerasi, upaya Peningkatan unjuk kerja sistem refrigerasi dan menjadi pedoman didalam melakukan *maintenance* unit refrigerasi.

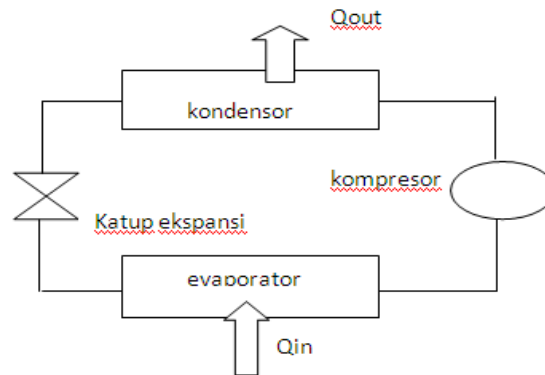
LANDASAN TEORI

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, kondensor, *ekspansion 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.

Sistem Refrigerasi Siklus Kompresi Uap Ideal

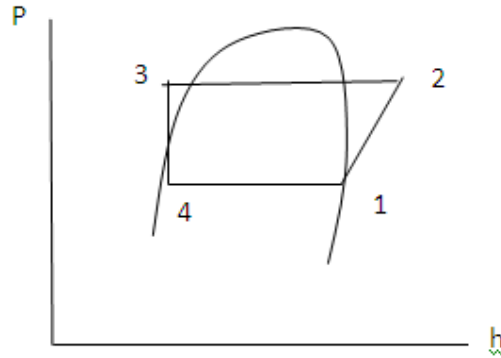
Mesin pendingin jenis siklus kompresi uap mempunyai empat komponen yang terdiri dari kompresor untuk menaikkan tekanan dan temperatur refrigeran hingga diatas temperatur udara luar, kondensor untuk membuang kalor refrigeran ke udara luar dengan jalan proses pengembunan refrigeran, katup ekspansi digunakan 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.



Gambar 1. Sistem Refrigerasi

Proses siklus refrigerasi dengan memanfaatkan sifat refrigeran yang dapat dijelaskan dengan menggunakan diagram P-h, dapat dilihat pada Gambar 2. 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 entalpi konstan terjadi penurunan tekanan dan temperatur refrigeran,
- 4-1 Penyerapan kalor pada tekanan konstan, terjadi penguapan refrigeran.



Gambar 2. P-h Diagram

Besarnya laju perpindahan kalor kondensasi per satuan massa refrigeran yang mengalir:

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

Besarnya laju perpindahan kalor evaporasi persatuan massa refrigeran yang mengalir:

$$\frac{Q_{out}}{m} = (h_1 - h_4) \quad (2)$$

Daya kompresor persatuan massa refrigeran yang mengalir:

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

Besarnya dampak refrigerasi (kapasitas pendingin)

$$RE = (h_1 - h_4) \quad (4)$$

Besarnya *coeffisien of performance (COP)*

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

METODOLOGI 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 ruang yang didinginkan, tekanan masuk dan keluar evaporator, tegangan dan arus motor penggerak kompresor. Dalam

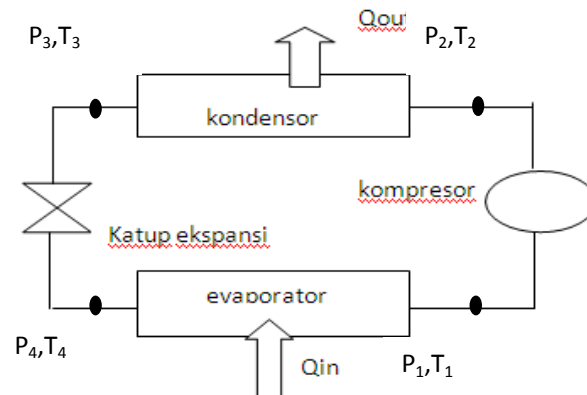
tahap analisis dilakukan perhitungan-perhitungan untuk menentukan besarnya COP , daya motor listrik penggerak kompresor dan laju aliran massa refrigeran. Dari hasil analisis kemudian dikaji lebih lanjut berdasarkan teori dan hasil-hasil penelitian terdahulu.

Peralatan Penelitian

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 refrigerant.
4. Voltmeter untuk mengukur tegangan listrik.
5. Amperemeter untuk mengukur arus listrik.
6. *Manifould* untuk mengukur tekanan pengisian refrigerant.
7. Tang meter untuk mengukur arus listrik dan tegangan listrik.
8. Elemen pemanas untuk memvariasi beban.

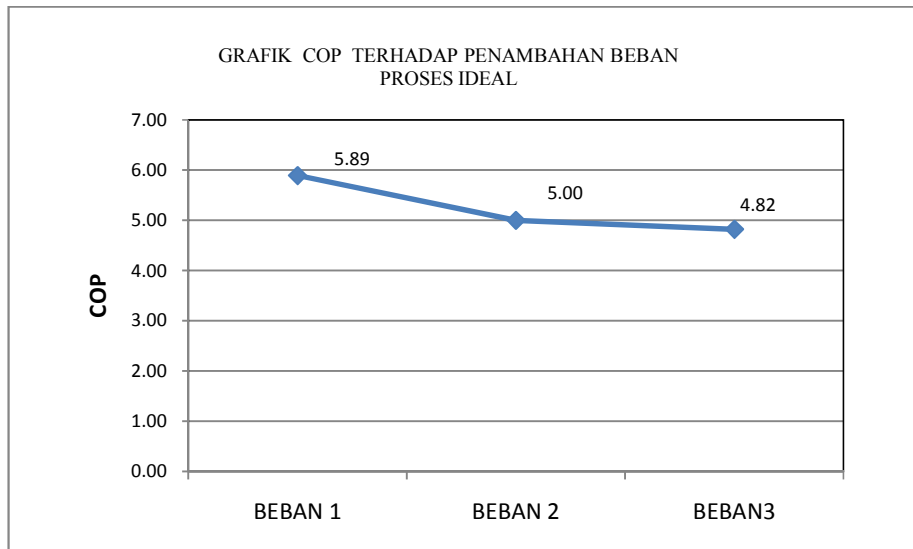
Peralatan tersebut dirangkai seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian Alat Penelitian

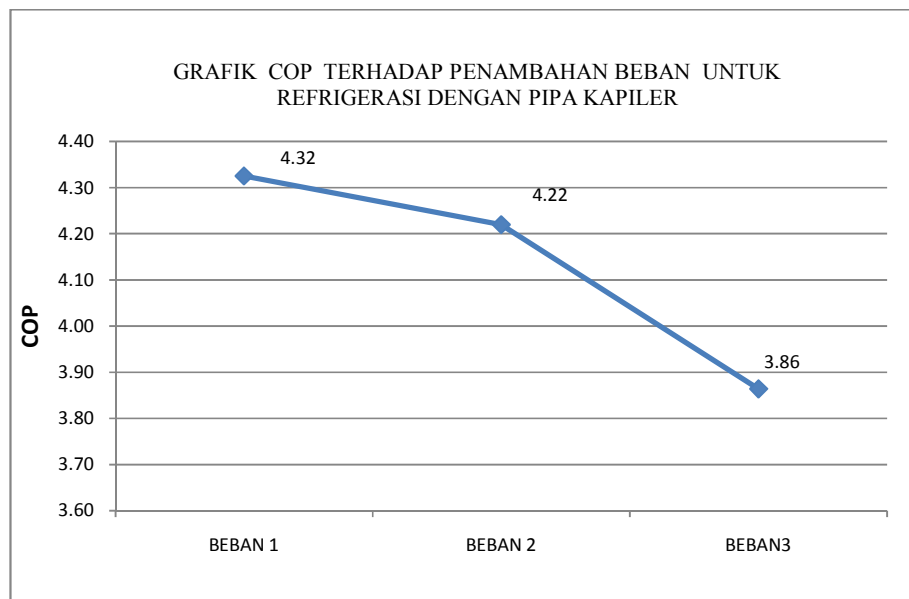
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data yang diperoleh berdasarkan data tekanan condenser, tekanan evaporator dan besarnya entalpi di *plot* menurut garis kompresi adiabatik, dengan tiga interval penambahan beban untuk sistem refrigerasi dengan ekspansi pipa kapiler yang diperoleh ditampilkan pada Gambar 4.



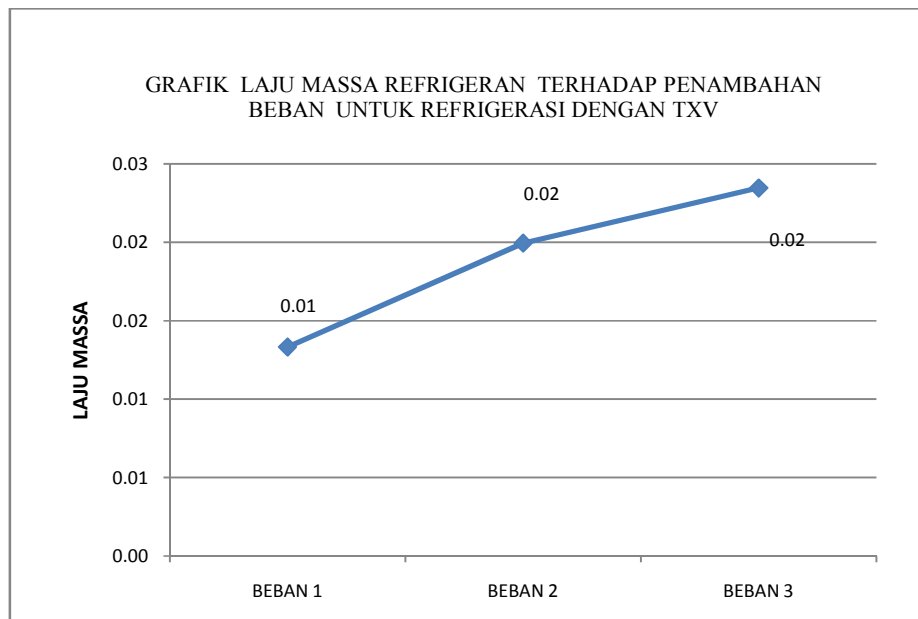
Gambar 4. Grafik COP Terhadap Penambahan Beban Proses Ideal Ekspansi Dengan Pipa Kapiler

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.



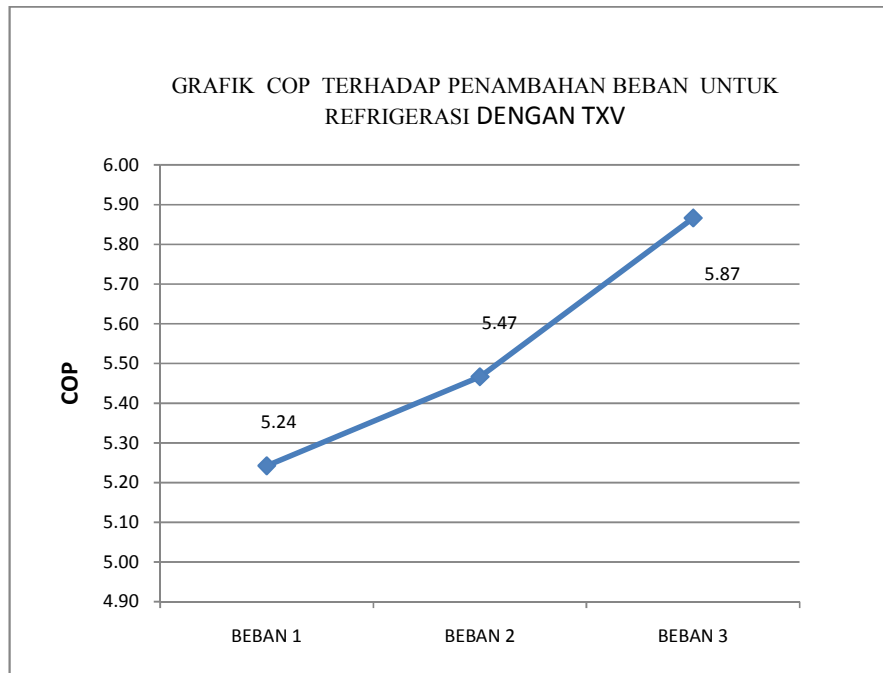
Gambar 5. Grafik COP Terhadap Penambahan Beban Untuk Refrigerasi Dengan Pipa Kapiler

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

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis siklus refrigerasi ideal dengan ekspansi pipa kapiler menunjukkan semakin besar beban pendinginan yang terjadi maka akan terjadi penurunan harga *COP*. Harga *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.
3. *COP* siklus refrigerasi dengan ekspansi *TXV* menunjukkan respon perubahan yang meningkat dengan penambahan beban pendingin. Mencapai harga 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*. Simposiun Nasional RAPI, Prosiding Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Whitman, William C., 2009, *Refrigeratioan And Air Conditioning Technology, 6th Edition*, DELMAR Cengage Learning, New York.

PENULIS:

Harianto dan Eka Yawara

Jurusan Teknik Mesin STTNAS Yogyakarta

Jl. Babarsari, Catur Tunggal , Depok Sleman Yogyakarta 55281

Email : yantomt0010@gmail.com