PENGARUH SUPERHEAT TERHADAP PERFORMANSI SISTEM *AIR CONDITIONING* JENIS *WATER CHILLER*

SUPERHEAT EFFECT ON AIR CONDITIONING SYSTEM PERFORMANCE TYPES OF WATER CHILLER

I Made Rasta[1] dan Putu Wijaya Sunu[2]
[1,2]*Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali, Badung-Bali (80364) Indonesia*

E-mail: maderasta@pnb.ac.id

Diterima 09-10-2017	Diperbaiki 09-11-2017	Disetujui 16-11-2017

ABSTRAK

Kebutuhan akan AC yang dapat memberikan kenyamanan dalam suatu ruangan adalah sangat vital. AC untuk kapasitas besar baik penggunaan dalam industri, supermarket maupun perhotelan, biasanya digunakan sistem AC sentral jenis water chiller. Baik buruknya kinerja suatu sistem pendingin ditentukan oleh besar-kecilnya nilai performansi (COP). Semakin besar nilai COP menyatakan kinerja sistem pendingin semakin baik. Salah satu yang dapat mempengaruhi nilai COP adalah alat ekspansi. Alat ekspansi yang digunakan untuk sistem AC sentral jenis water chiller adalah *Thermostatic Expantion Valve* (TXV). Akibat penyetelan variasi sudut putar sekrup TXV dari standar produk mempengaruhi *superheat* sistem pendingin. Besar kecilnya *superheat* mempengaruhi COP sistem pendingin. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa penyetelan sudut putar sekrup TXV searah maupun berlawanan dengan jarum jam dari standar produk tidak memberikan pengaruh perubahan nilai COP yang lebih baik.

Kata kunci: *AC jenis water chiller, sekrup adjuster TXV, COP*

ABSTRACT

The need for air conditioning that can provide comfort in a room is very vital. AC for large capacity both in industrial use, supermarket and hotel, usually used central air conditioning system type water chiller. Both the poor performance of a cooling system is determined by the large-value performance (COP). The greater the COP value the better the cooling system performance. One that can affect the value of COP is the expansion tool. The expansion device used for central air conditioning systems of water chiller type is Thermostatic Expantion Valve (TXV). As a result of adjusting the variation of the rotation angle of the TXV screw from the product standard affects the superheat of the cooling system. The size of the superheat affects the COP of the cooling system. The experimental results show that adjusting the rotation angle of the TXV screw clockwise or counterclockwise from the product standard does not provide a better effect of COP change.

***Keywords**: AC type water chiller, screw adjuster TXV, COP*

PENDAHULUAN

Teknologi mesin refrigerasi dan tata udara memegang peranan yang sangat penting dalam kehidupan modern saat ini, baik dalam penggunaan untuk skala domestik, komersial maupun industri. Prinsip kerja mesin pendingin atau refrigerasi adalah proses memindahkan panas (kalor) dari suatu tempat/ruangan sehingga temperatur ruangan tersebut lebih rendah dari temperatur lingkungan. Fluida kerja di dalam mesin refrigerasi disebut *refrigerant* [1]. Refrigeran menyerap panas dari satu lokasi dan membuangnya ke lokasi yang lain.

Mesin pendingin yang paling banyak digunakan saat ini mesin pendigin dengan siklus kompresi uap. Mesin pendingin siklus kompresi uap terdiri dari komponen kompresor, kondensor , katup ekspansi dan evaporator. Beban pendingin ruangan sering dijumpai bervariasi, dan untuk mempertahankan mesin refrigerasi pada unjuk kerja optimal untuk setiap kondisi operasi biasa digunakan katup ekspansi jenis *Thermostatic Expantion Valve* (TXV). Namun ketidak sesuaian pemakaian TXV yang tepat dapat mengakibatkan laju refrigeran yang ber fluktuasi yang pada akhirnya justru akan

menurunkan performansi mesin refrigerasi. Beberapa peneliti yang mengkaji perbandingan penggunaan pipa kapiler dan katup ekspansi menyatakan katup ekspansi mempunyai performansi yang lebih baik [2-4]

Katup ekspansi adalah keran ekspansi yang sampai saat ini merupakan alat ekspansi yang terbanyak dipakai untuk refrigerasi dan *Air Conditioning* kapasitas besar. Katup ekspansi merupakan komponen penting dalam sistem *air conditioner.* Katup ini dirancang untuk mengontrol aliran cairan pendingin melalui *katup orifice* yang merubah wujud cairan menjadi uap ketika zat pendingin meninggalkan katup pemuaian dan memasuki evaporator

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 [5]

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

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penyetelan variasi putaran sekrup TXV pada simulator *AC* jenis *water chiller* terhadap konsumsi energi dan COP sistem. Sehingga dalam langkah aplikasi dapat memberikan performansi yang terbaik dan hemat energi.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen yang dilakukan pada simulator AC sentral jenis water chiller dengan kapasitas kompresor 1 Pk menggunakan refrigeran R-22. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari penyetelan sekrup TXV terhadap konsumsi energi dan performansi dari sistem. Skematik alat uji ditunjukkan seperti pada Gambar 1. Komponen utama sistem refrigerasi siklus kompresi uap terdiri dari kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator. Proses pengambilan data tekanan (P, *psig*), temperatur (T, ^{o}C), tegangan (V, *volt*), dan Arus (I, *Ampere*), dilakukan dengan jalan pengukuran langsung pada massa refrigerant optimum. Data dicatat ± 15 menit setelah mesin dalam kondisi steady. Data sekunder diperoleh dengan bantuan *p-h diagram*.

Tekanan pada sisi tekanan tinggi dan tekanan sisi rendah diukur dengan pressure gauge type bourdon dengan akurasi masing ± 5 psi dan ± 1 psi. Temperatur refrigerant pada setiap lokasi pengujian, diukur menggunakan thermokopel type-T dengan akurasi ± 0,1 ^{o}C dan terkoneksi ke sistem data logger type TC-08 Picolog Recorder. Sedangkan, arus dan tegangan listrik kompresor diukur dengan amperemeter (ketelitian ± 2.0 %) dan voltmeter (ketelitian ± 1.0 %).

Untuk menganalisis data hasil pengamatan, digunakan persamaan-persamaan sebagai berikut:

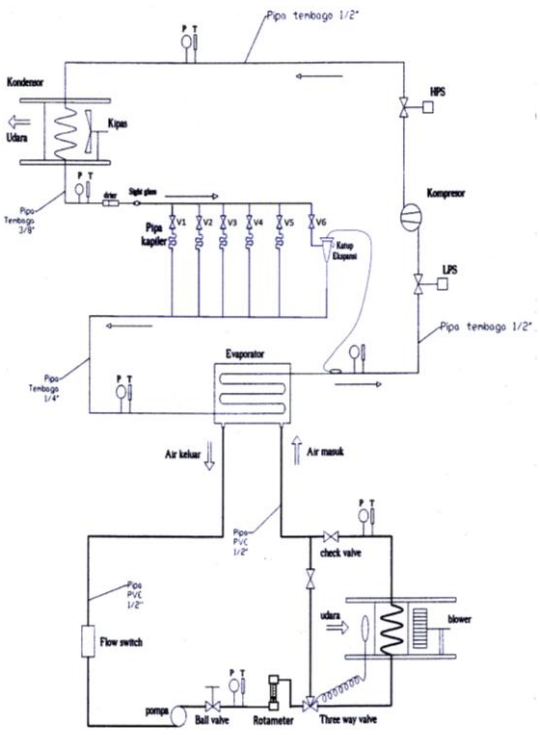
COP merupakan efisiensi siklus refrigerasi yang dinyatakan dengan perbandingan antara *refrigerating effect* (ER) dengan kerja kompresor (W_{com}).

$COP = ER/W_{com} = (h_1-h_4) / (h_2-h_1)$

dimana h_1, h_2 : entalphi pada inlet dan outlet kompresor (kJ/kg), h_4 : entalphi pada inlet evaporator (kJ/kg).

Daya listrik 1 phase = V . I . Cos φ (Watt)

Konsumsi energi merupakan hasil kali daya motor dengan waktu (t). Sedangkan penghematan energi diperoleh berdasarkan perbandingan pemakaian energi antara sistem netral dengan variasi penyetelan sekrup TXV dalam persentase (%).



Gambar 1. Skematik alat uji simulator AC Sentral jenis water chiller

HASIL DAN PEMBAHASAN

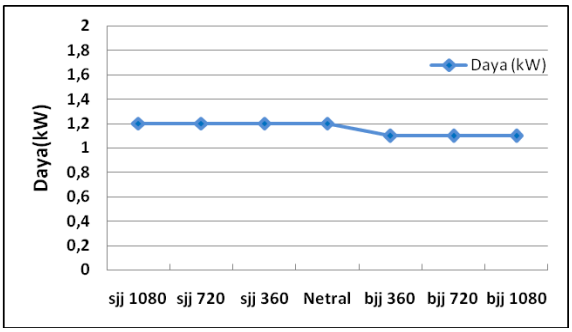
Pada tabel 1 di bawah ini menunjukkan bahwa hasil perhitungan dari data hasil pengujian penyetelan berbagai sekrup TXV. Nilai performansi tertinggi diberikan oleh kondisi TXV dalam kondisi standar/normal. Hal ini menyatakan bahwa TXV dapat mengatur superheat sesuai dengan standar dari produsen atau pabrik pembuatnya.

Tabel 1. Hasil pengujian nilai daya dan COP

Sekrup adjuster TXV	Daya (kW)	COP
Searah jarum jam 1080 derajat	1,2	3,3
Searah jarum jam 720 derajat	1,2	3,8
Searah jarum jam 360 darajat	1,2	4,2
Standar produk (netral) atau nol derajat	1,2	4,32
Berlawanan jarum jam 360 derajat	1,1	4
Berlawanan jarum jam 720 derajat	1,1	4
Berlawanan jarum jam 1080 derajat	1,1	3,95

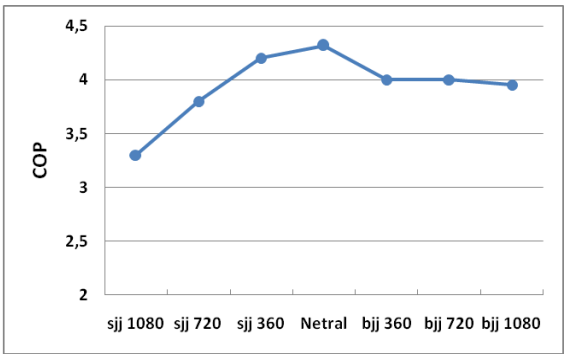
Sjj: searah jarum jam
Bjj: berlawanan arah jarum jam

Pada gambar 2 selanjutnya menunjukkan bahwa hasil pengujian daya (kW) pda simulator AC jenis water chiller dengan penyetelan sekrup katup ekspansi searah jarum jam tidak mengalami perubahan daripada posisi sekrup katup netral. Hal ini disebabkan oleh Katup ekspansi tersebut dapat mengatur jumlah refrigeran yang mengalir dalam evaporator sesuai dengan beban evaporator yang maksimum pada setiap keadaan beban evaporator yang berubah-ubah. TXV dapat mempertahankan uap panas lanjut yang konstan. Katup ekspansi ini tidak hanya mengatur tekanan dan temperatur dalam evaporator, tetapi mengontrol jumlah refrigeran yang mengalir masuk ke dalamnya. Refrigeran yang mengalir melalui TXV diteruskan ke evaporator, selain dikontrol oleh tekanan rendah dalam evaporator, juga oleh temperatur dan tekanan pada akhir evaporator, Sedangkan, untuk penyetelan sekrup katup ekspansi berlawanan arah jarum jam terjadi penurunan konsumsi daya listrik, hal ini terjadi Tekanan dan temperatur yang dihasilkan pada saat menggunakan TXV searah jarum jam lebih rendah dibandingkan dengan tekanan dan temperatur menggunakan netral, sehingga akan menyebabkan kerja kompresor menjadi lebih kecil dan pemakaian daya listrik menjadi lebih kecil. Hal ini disebabkan karena TXV bisa menyesuaikan aliran refrigeran dengan beban pendinginan pada evaporator sehingga tekanan yang dihasilkan tidak terlalu tinggi dibanding searah jarum jam.



Gambar 2. Grafik perbandingan daya kompresor terhadap variasi penyetelan putaran sekrup TXV

Pada gambar 3 menunjukkan bahwa mengatur penyetelan variasi putaran sekrup TXV searah jarum jam (mengencangkan) mengakibatkan aliran refrigeran semakin berkurang sehingga tekanan isap dan suhu evaporator semakin menurun, sedangkan superheat dan tekanan discharge semakin meningkat sehingga mengakibatkan performansi semakin menurun. Sedangkan penyetelan variasi putaran sekrup TXV berlawanan dengan arah jarum jam (melonggarkankan) mengakibatkan aliran refrigeran semakin banyak sehingga tekanan isap dan suhu evaporator semakin naik, refrigeran tidak dapat menguap dengan sempurna di evaporator, superheat semakin kecil sehingga mengakibatkan performansi semakin menurun. Kenaikan tekanan pada sisi tekanan tinggi akan menyebabkan kerja kompresor menjadi meningkat, sehingga akan mengkonsumsi energi listrik lebih banyak.



Gambar 3. Grafik perbandingan COP terhadap variasi penyetelan putaran sekrup TXV

TXV akan mempertahankan tingkat *superheat* konstan di ujung keluar evaporator, karena itu TEV adalah yang paling efektif untuk evaporator kering dalam mencegah

kerusakan kompresor karena refrigeran cair tidak boleh masuk ke kompresor. Pada saat beban pendingin bertambah, cairan refrigeran di evaporator akan menguap lebih banyak, sehingga temperatur *superheat* akan naik. Kenaikan temperatur dari evaporator akan menyebabkan cairan refrigeran yang sama yang terdapat dalam s*ensing bulb* akan menguap yang menyebabkan naiknya tekanan. Tekanan ini akan menekan diafragma ke bawah sehingga katup terbuka lebih besar, selanjutnya cairan refrigeran dari kondensor akan mengalir lebih banyak ke dalam evaporator. Temperatur *superheat* di evaporator akan kembali berubah dan menyesuaikan dengan beban pendinginan

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan bahwa variasi penyetelan sekrup katup TXV baik searah maupun berlawanan jarum jam tidak memberikan nilai COP yang lebih baik dari standar produk (netral). Sehingga dipandang tidak perlu melakukan penyetelan sekrup TXV, hal ini karena TXV sudah mampu mengatur *superheat* sesuai dengan beban pendinginan. Namun, yang perlu diperhatikan adalah pemilihan katup ekspansi sesuai dengan jenis setiap penggunanaan refrigeran sesuai sistem pendingin/AC.

DAFTAR PUSTAKA

[1] ASHRAE Handbook. ”Fundamentals”. *American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers*. SI Edition (2005).

2] Suryono., A. Fauzan., Hoten, Hendri-Van. “Kaji Eksperimental Perbandingan Performansi Mesin Pendingin Kompresi Uap dengan Menggunakan Pipa Kapiler dan Katup Ekspansi”. *Jurnal Teknosia*. 11.6 (2009): 34-39..

[3] Aziz, Azridjal. “Komparasi Katup Ekspansi Termostatik dan Pipa Kapiler terhadap Temperatur dan Tekanan Mesin Pendingin”. *Seminar Nasional Teknik Kimia Teknologi Oleo dan Petrokimia* (SNTK TOPI), Pekanbaru. 2013.

[4] Jackson B. Marcinichen, dan C. Melo. “Comparative Analysis Between a Capillary Tube and an Electronic Expansion Valve in a Household Refrigerator”. *International Refrigeration and Air Conditioning Conference*, Purdue University (2006).

[5] ASHRAE Handbook. “Refrigeration-Chapter 30 Thermofisical Properties of Refrigeran”. *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*, Inc, Atlanta (2009).