

# PENGARUH PENGGUNAAN KATUP EKSPANSI JENIS KAPILER DAN TERMOSTATIK TERHADAP TEKANAN DAN TEMPERATUR PADA MESIN PENDINGIN SIKLUS KOMPRESI UAP HIBRIDA MENGGUNAKAN REFRIGERAN R 22

Jumadi<sup>1</sup>, Azridjal Aziz<sup>2</sup>, Rahmat Iman Mainil<sup>3</sup>

Laboratorium Rekayasa Termal, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Km. 12,5 Simpang baru, Pekanbaru 28293

<sup>1</sup>jumadi1402@gmail.com, <sup>2</sup>azridjal.aziz@gmail.com, <sup>3</sup>rahmat.iman@gmail.com

## Abstract

*Hybrid system is the system that can increase the energy efficiency by recovering waste energy of energy conversion machine. This research aims to investigate the vapor compression refrigeration machine performance that obtained by using capillary expansion valve, thermostatic expansion valve, and addition of hotspot water heater (HWH). The test was conducted with four variations of test, such as using capillary in standard condition, using thermostatic in standard condition, using capillary with HWH, and using thermostatic with HWH. The pressure and temperature data were collected in every 5 minutes during 120 minutes of operation. The results showed that the compressor pressures when using capillary and thermostatic types of expansion valve in standard condition were obtained at 340 Psia and 350 Psia. Meanwhile, the compressor pressures when using HWH addition were obtained at 350 Psia and 291 Psia. The capillary expansion valve pressures in standard condition and with HWH were increased by 4.50 % and 11.13 % respectively to the thermostatic pressures. The compressor temperatures using capillary in standard condition decreased by 4.03 %, but using capillary in HWH condition increased by 1.60 % to the thermostatic temperatures. The inlet temperature of HWH coil using thermostatic was increased by 2.31 % to the temperature of coil while using capillary. Meanwhile, the outlet temperature was decreased by 11.22 %.*

**Keywords:** Expansion Valves, Pressure, Temperature, and HWH

## 1. Pendahuluan

Siklus kompresi uap merupakan siklus yang terbanyak digunakan dalam siklus refrigerasi [1]. Refrigeran yang digunakan dalam siklus tersebut terutama adalah refrigeran halokarbon, yang secara teknis cukup baik, apalagi refrigeran jenis ini tingkat racun dan tingkat mampu nyalanya rendah [2,3].

Penggunaan katup ekspansi termostatik memerlukan daya kompresor dan COP yang lebih tinggi dibandingkan dengan kapiler [4]. Katup ekspansi termostatik mempunyai performansi yang lebih baik dibandingkan dengan kapiler [5].

Katup ekspansi mempunyai dua kegunaan, yaitu menurunkan tekanan refrigeran cair dan mengatur aliran refrigeran ke evaporator. Katup ekspansi dari jenis umum yaitu pipa kapiler, katup ekspansi berpengendali-lanjut-panas (*superheat-controlled expansion valve*), katup apung (*floating valve*), dan katup ekspansi tekanan konstan (*constant-pressure expansion valve*) [6].

Sistem hibrida merupakan sistem yang melakukan peningkatan efisiensi pemakaian energi dengan cara memanfaatkan kembali (*recovery*) energi yang selama ini dibiarkan terbuang pada suatu mesin konversi energi. Energi terbuang yang

dimaksudkan yaitu kalor yang dihasilkan pada kondensor mesin refrigerasi yang selama ini dibiarkan terbuang ke lingkungan.

Refrigeran merupakan fluida cair yang digunakan untuk membawa energi kalor. Refrigeran yang paling banyak digunakan pada siklus kompresi uap adalah senyawa halokarbon [7]. Refrigeran yang termasuk dalam kelompok halokarbon mempunyai satu atau lebih atom dari salah satu halogen yang tiga (klorin, fluorin, dan bromin) [8].

Refrigeran hidrokarbon dalam penggunaannya menyebabkan terjadi kenaikan *Coeffisien of Performance* (COP) dari mesin refrigerasi, karena kemampuan refrigeran hidrokarbon yang baik untuk menyerap kalor pada evaporator [9]. Daya kompresor dengan refrigeran HCR 22 lebih hemat dibanding penggunaan refrigeran R 22 [10].

Penelitian yang dilakukan yaitu suatu kaji eksperimental untuk menganalisis pengaruh penggunaan katup ekspansi jenis kapiler dan termostatik serta penggunaan refrigeran hidrokarbon RR 22 pada mesin pendingin siklus kompresi uap hibrida.

## 2. Metode

Pengujian dilakukan menggunakan beberapa jenis katup ekspansi dan beberapa kondisi pengujian:

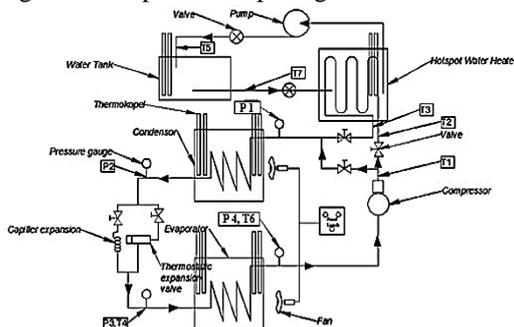
1. Katup ekspansi kapiler kondisi standar
2. Katup ekspansi termostatik kondisi standar
3. Katup ekspansi kapiler dengan *Hotspot Water Heater* (HWH)
4. Katup ekspansi termostatik dengan *Hotspot Water Heater* (HWH)

Metode yang dilakukan dalam penelitian menggunakan metode eksperimental untuk menguji sebuah mesin pendingin dimana pada pengujian ini menggunakan katup ekspansi yang berbeda yaitu katup ekspansi termostatik dan pipa kapiler, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Foto Alat Uji Mesin Pendingin Siklus Kompresi Uap Hibrida Dengan Katup Ekspansi Jenis Kapiler dan Termostatik

Diagram skematik pengujian mesin pendingin yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2.** Skematik Alat Uji Mesin Pendingin

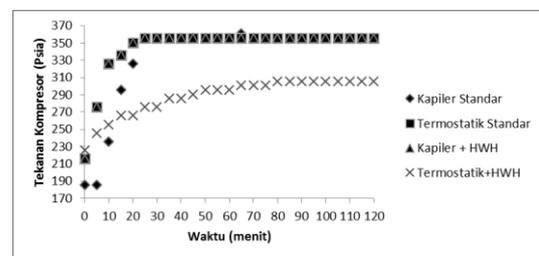
Pada saat pengujian menggunakan pipa kapiler (*Capillary Valve*) maka aliran refrigerant kekatup ekspansi termostatik (*Thermostatic Expansion Valve*) katup ditutup, sebaliknya jika pengujian menggunakan katup ekspansi termostatik (*Thermostatic Expansion Valve*) maka katup aliran refrigerant kepipa kapiler (*Capillary Valve*) ditutup.

Pengujian dilakukan selama 120 menit dan untuk pengambilan data dilakukan selama 5 menit sekali.

## 3. Hasil dan pembahasan

### a. Perbandingan Tekanan Kompresor (P1)

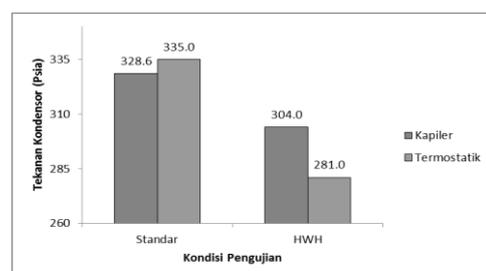
Dari grafik disajikan grafik perbandingan tekanan rata-rata kompresor masing-masing katup ekspansi. Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa hasil pengujian pada kondisi standar dan dengan penambahan *Hotspot Water Heater* (HWH) menggunakan KET (Katup Ekspansi Termostatik) lebih rendah dibandingkan menggunakan kapiler. Hal ini dipengaruhi oleh kemampuan KET yang baik dalam mengatur aliran refrigeran dan menurunkan tekanan refrigeran. Dapat dilihat dari nilai rata-rata termostatik kondisi standar 350,00 Psia dan kapiler 340,1 Psia sebesar 2,83% dan dengan HWH termostatik 291,00 Psia dan kapiler 350,00 Psia sebesar 16,86%.



**Gambar 3.** Grafik Perbandingan Tekanan Kompresor (P1)

### b. Perbandingan Tekanan Kondensator (P2)

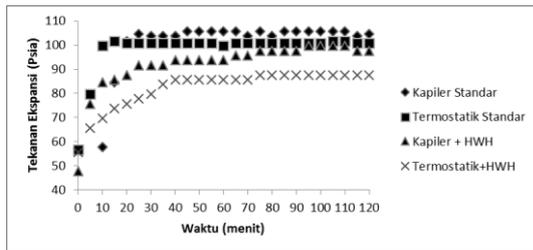
Dari grafik disajikan grafik perbandingan tekanan rata-rata kondensator masing-masing alat ekspansi. Dari Gambar 4 hasil pengujian menunjukkan bahwa pada kondisi standar dan dengan penambahan *Hotspot Water Heater* (HWH) menggunakan KET (Katup Ekspansi Termostatik) lebih rendah dibandingkan menggunakan kapiler. Hal ini dipengaruhi oleh kemampuan KET yang baik dalam mengatur aliran refrigeran dan menurunkan tekanan refrigeran. Dapat dilihat dari nilai rata-rata termostatik kondisi standar 335,00 Psia dan kapiler 328,6 Psia sebesar 1,91% dan dengan HWH termostatik 281,00 Psia dan kapiler 304,00 Psia sebesar 7,57%.



**Gambar 4.** Grafik Perbandingan Tekanan Kondensator (P2)

c. Perbandingan Tekanan Ekspansi (P3)

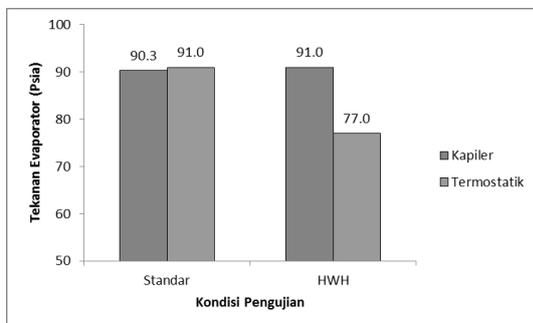
Dari grafik disajikan grafik perbandingan tekanan rata-rata ekspansi masing-masing katup ekspansi. Dari Gambar 5 hasil pengujian menunjukkan bahwa pada kondisi standar dan dengan penambahan *Hotspot Water Heater* (HWH) menggunakan KET (Katup Ekspansi Termostatik) lebih rendah dibandingkan menggunakan kapiler. Hal ini dipengaruhi oleh kemampuan KET yang baik dalam mengatur aliran refrigeran dan menurunkan tekanan refrigeran. Dapat dilihat dari nilai rata-rata termostatik kondisi standar 100,00 Psia dan kapiler 104,7 Psia sebesar 4,49% dan dengan HWH termostatik 83,00 Psia dan kapiler 94,00 Psia sebesar 11,70%.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Tekanan Ekspansi (P3)

d. Perbandingan Tekanan Evaporator (P4)

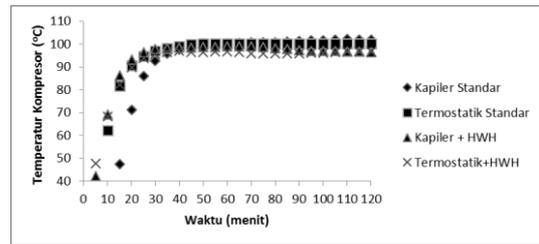
Dari grafik disajikan grafik perbandingan tekanan rata-rata evaporator masing-masing katup ekspansi. Dari Gambar 6 hasil pengujian menunjukkan bahwa pada kondisi standar dan dengan penambahan *Hotspot Water Heater* (HWH) menggunakan KET (Katup Ekspansi Termostatik) lebih rendah dibandingkan menggunakan kapiler. Hal ini dipengaruhi oleh kemampuan KET yang baik dalam mengatur aliran refrigeran dan menurunkan tekanan refrigeran. Dapat dilihat dari nilai rata-rata termostatik kondisi standar 91,00 Psia dan kapiler 90,30 Psia sebesar 0,77% dan dengan HWH termostatik 77,00 Psia dan kapiler 91,00 Psia sebesar 15,38%.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Tekanan Evaporator (P4)

e. Perbandingan Temperatur Kompresor (T1)

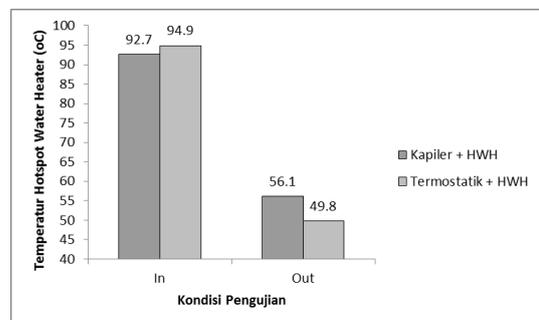
Dari grafik disajikan grafik perbandingan temperatur rata-rata evaporator masing-masing alat ekspansi. Dari Gambar 7 hasil pengujian menunjukkan bahwa pada kondisi standar dan dengan penambahan *Hotspot Water Heater* (HWH) menggunakan KET (Katup Ekspansi Termostatik) lebih rendah dibandingkan menggunakan kapiler. Hal ini dipengaruhi oleh kemampuan KET yang baik dalam mengatur aliran refrigeran dan menurunkan tekanan refrigeran. Dapat dilihat dari nilai rata-rata termostatik kondisi standar 91,66 °C dan kapiler 88,28 °C sebesar 3,69% dan dengan HWH termostatik 89,92 °C dan kapiler 91,05 °C sebesar 1,24%.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Temperatur Kompresor (T1)

f. Perbandingan Temperatur pipa *Hotspot Water Heater*

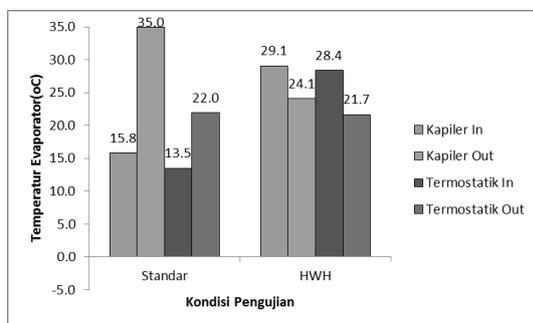
Dari grafik disajikan grafik perbandingan temperatur rata-rata *hotspot water heater* masing-masing katup ekspansi. Dari Gambar 8 Hasil pengujian didapatkan bahwa temperatur HWH kondisi *in* dan *out* menggunakan KET (Katup Ekspansi Termostatik) lebih tinggi dibandingkan menggunakan kapiler. Hal ini dipengaruhi oleh kemampuan KET yang baik dalam mengatur aliran refrigeran sehingga temperatur kompresor menjadi tinggi dan temperatur HWH berbanding lurus dengan kenaikan temperatur kompresor. Dapat dilihat dari nilai rata-rata termostatik kondisi *in* 94,87 °C dan kapiler 92,65 °C sebesar 2,34% dan *out* termostatik 49,77 °C dan kapiler 56,12 °C sebesar 11,32%.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Temperatur *Hotspot Water Heater*

#### g. Perbandingan Temperatur Evaporator

Dari grafik disajikan grafik perbandingan temperatur rata-rata evaporator masing-masing alat ekspansi. Dari Gambar 9 Hasil pengujian didapatkan bahwa temperatur HWH kondisi standar dan dengan penambahan HWH menggunakan KET (Katup Ekspansi Termostatik) lebih rendah dibandingkan menggunakan kapiler. Hal ini dipengaruhi oleh kemampuan KET yang bagus dalam mengatur aliran refrigeran dan menurunkan tekanan refrigeran sehingga temperatur evaporator menjadi rendah. Dapat dilihat dari nilai rata-rata termostatik kondisi standar *in* 13,51 °C dan kapiler 15,792 °C sebesar 14,45% dan standar *out* termostatik 21,970 °C dan kapiler 34,996 °C sebesar 37,22% dan dengan HWH *in* termostatik 28,389 °C dan kapiler 29,102 °C sebesar 2,45% dan HWH *out* termostatik 21,674 °C dan kapiler 24,124 °C sebesar 10,16%.



**Gambar 9.** Grafik Perbandingan temperatur Evaporator

#### 4. Simpulan

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan katup ekspansi termostatik kondisi standar, kerja kompresor meningkat 2,83 %, sedangkan pada kondisi menggunakan HWH katup ekspansi termostatik kerja kompresor menurun 16,86%.
2. Tekanan Kondensor pada katup ekspansi termostatik kondisi standar meningkat 1,91% dari kapiler, sedangkan pada kondisi menggunakan HWH termostatik menurun 7,57%.
3. Tekanan ekspansi pada katup ekspansi termostatik kondisi standar menurun 4,50% dari kapiler, sedangkan kondisi menggunakan HWH kapiler meningkat 11,13%.
4. Tekanan evaporator pada katup ekspansi termostatik meningkat 0,77% dari kapiler, sedangkan penggunaan HWH, termostatik menurun 15,38%.

#### Daftar Pustaka

- [1] Stoecker, W.F. and Jones, J.W.,1989, *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara, Edisi Kedua*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [2] Agarwal, Radhey S., May 5-7, 1997, *Retrofitting of Domestic and Small Capacity Commercial Refrigeration Appliances Using Hydrocarbon Blends*, Proceedings Seminar on ODS Phase-Out: Solutions for the Refrigeration Sector, Kuta, Bali,.
- [3] Althouse, Andrew D., 1982, *Modern Refrigeration and Air Conditioning*, The Goodheart-Willcox Company, Inc., South Holland, Illinois,.
- [4] Suryono, Ahmad Fauzan. 2009. Kaji Eksperimental Perbandingan Performansi Mesin Pendingin Kompresi Uap Dengan Pipa Kapiler Dan Katup Ekspansi.
- [5] R, Iskandar. 2010. Kaji Eksperimental Karakteristik Pipa Kapiler Dan Katup Ekspansi Termostatik Pada Sistem Pendingin Water Chiller.
- [6] Hara, Supratman. 1982. *Refrigeration And Conditioning 2th ed.* Oleh Wilbert F. Stoecker, Jerold W. Jones. Jakarta : Erlangga.
- [7] Mainil, Afdhal Kurniawan. 2012. Kajian Eksperimental Performansi Mesin Pendingin Kompresi Uap dengan Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon (Hcr12) Sebagai Alternatif Refrigeran Pengganti R12 dengan Sistem Penggantian Langsung (Drop In Substitute). Jurnal Mechanical Volume 3 Nomor 1.
- [8] Hara, Supratman. 1982. *Refrigeration And Conditioning 2th ed.* Oleh Wilbert F. Stoecker, Jerold W. Jones. Jakarta : Erlangga.
- [9] Aziz, Azridjal dan Hanif. 2008. Penggunaan Hidrokarbon Sebagai Refrigeran Pada Mesin Refrigerasi Siklus Kompresi Uap Hibrida Dengan Memanfaatkan Panas Buang Perangkat Pengkondisian Udara. Jurnal Teknik Mesin Volume 5 Nomor 1 Juni 2008, ISSN: 1829-8958.
- [10] Aziz, Azridjal dan Rosa, Yazmendra. 2010. Performansi Sistem Refrigerasi Hibrida Perangkat Pengkondisian Udara Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon Subtitusi R 22. Jurnal Teknik Mesin Volume 7 Nomor 1 Juni 2010, ISSN 1829-8958.