

PENGARUH PENGGUNAAN KATUP EKSPANSI JENIS KAPILER DAN TERMOSTATIK TERHADAP PERFORMANSI MESIN PENDINGIN SIKLUS KOMPRESI UAP HIBRIDA MENGGUNAKAN REFRIGERAN R 22

Jumadi Jumadi

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

jumadi1402@gmail.com

Abstrak

Katup ekspansi merupakan salah satu elemen dasar dari sistem refrigerasi yang memiliki dua fungsi untuk menurunkan tekanan refrigeran cair dan mengatur aliran refrigeran ke evaporator. Katup ekspansi jenis kapiler merupakan salah satu jenis yang paling banyak digunakan dalam sistem refrigerasi yang berukuran kecil, sedangkan untuk jenis termostatik sangat terkenal pemakaiannya dalam sistem refrigerasi berukuran sedang. Pengambilan data dilakukan setiap lima menit selama 120 menit pengujian. Pengujian dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan katup ekspansi kapiler, katup ekspansi termostatik terhadap performansi mesin pendingin siklus kompresi uap dan penambahan hotspot water heater (HWH). Dari hasil pengujian di dapat bahwa untuk COP yang dihasilkan dengan penggunaan katup ekspansi jenis kapiler kondisi standar an menggunakan HWH adalah 3,951 dan 2,695 sedangkan menggunakan termostatik adalah 3,80 dan 5,18. Untuk kerja kompresor didapat dari kedua jenis katup ekspansi tidak terlalu jauh berbeda, dari nilai rata dapat dilihat untuk kapiler 0,692 kW dan termostatik 0,679 kW. Untuk efek pelepasan kalor kapiler kondisi standar didapat 3,428 kW dan kapiler+HWH 1,50 kW sedangkan untuk termostatik didapat 2,76 kW dan 2,69 kW.

Keywords: Katup Ekspansi, R 22, dan HWH

1. Pendahuluan

Penggunaan katup ekspansi termostatik memerlukan daya kompresor dan COP yang lebih tinggi dibandingkan dengan kapiler [1].

Katup ekspansi termostatik mempunyai performansi yang lebih baik dibandingkan dengan kapiler [2].

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*) [3].

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 [4]. Refrigeran yang

termasuk dalam kelompok halokarbon mempunyai satu atau lebih atom dari salah satu halogen yang tiga (klorin, fluorin, dan bromin) [3].

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 [5]. Daya kompresor dengan refrigeran HCR 22 lebih hemat dibanding penggunaan refrigeran R 22 [6].

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)

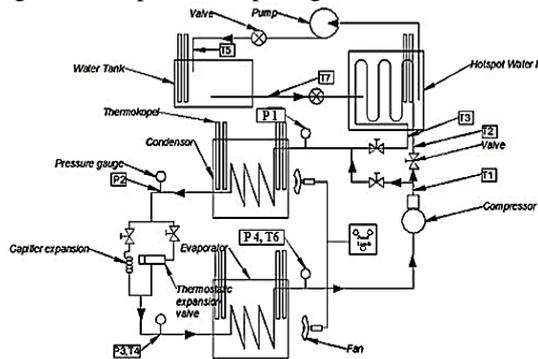
4. Katup ekspansi termostatik dengan *Hotspot Water Heater* (HWH)

Metode yang dilakukan dalam penelitian menggunakan metode eksperimen 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.

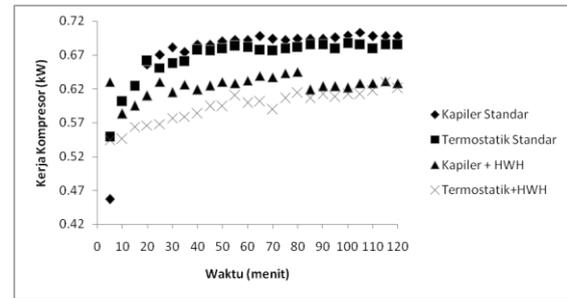


Gambar 2. Skematik Alat Uji Mesin Pendingin

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

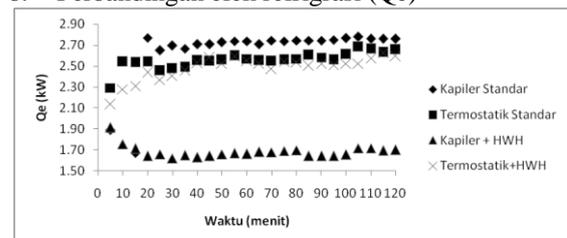
a. Perbandingan kerja kompresor (Wk)



Gambar 3. Grafik perbandingan kerja kompresor (Wk) R 22

Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa grafik yang dihasilkan dari pengujian untuk perbandingan kerja kompresor masing-masing alat ekspansi dan kondisi pengujian menunjukkan bahwa untuk kerja kompresor standar menggunakan katup ekspansi termostatik tidak jauh berbeda dengan pengujian menggunakan pipa kapiler. Hal ini dipengaruhi oleh besarnya konsumsi arus listrik pada saat menggunakan jenis kapiler yang digunakan tidak jauh berbeda dengan penggunaan jenis katup ekspansi termostatik. Dari grafik menunjukkan perbedaan kerja kompresor diambil nilai rata-rata kapiler sebesar 0,692 kW dan termostatik 0,679 kW, perbedaan ini terjadi disebabkan oleh perbedaan tegangan arus listrik yang digunakan untuk masing-masing kondisi. Semakin tinggi tegangan listrik dan arus listrik yang digunakan maka kerja kompresor akan semakin besar. Sedangkan untuk kondisi menggunakan HWH kerja kompresor menggunakan kapiler juga masih lebih besar dari pada menggunakan katup ekspansi termostatik yaitu sebesar 0,629 kW untuk kapiler dan 0,603 kW untuk katup ekspansi termostatik. Hal ini disebabkan oleh pengaruh besarnya arus listrik yang digunakan kapiler lebih besar dari katup ekspansi termostatik yaitu 3,511 A untuk kapiler dan 3.307 A untuk katup ekspansi termostatik, selain itu juga dipengaruhi oleh temperatur dan tekanan keluar evaporator yang dihasilkan pada penggunaan kapiler lebih tinggi dari pada penggunaan katup ekspansi termostatik.

b. Perbandingan efek refrigrasi (Qe)

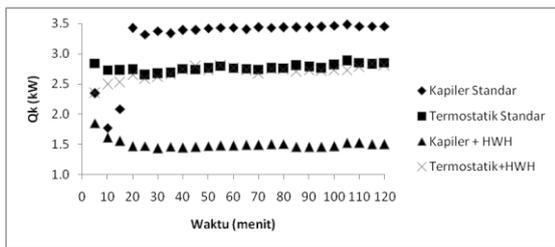


Gambar 4. Grafik Perbandingan efek refrigrasi R 22

Dari gambar 4 dapat dilihat bahwa hasil pengujian menunjukkan efek refrigrasi atau besarnya kalor yang diserap di evaporator kondisi standar lebih besar dari pada menggunakan HWH

jenis kapiler, dapat kita lihat nilai rata – rata dari pengujian kapiler standar 2,598 kW dan katup ekspansi termostatik 2,558 kW sedangkan untuk kondisi kapiler HWH 1,682 kW dan katup ekspansi termostatik 2,484 kW. Hal ini terjadi disebabkan oleh besarnya laju aliran masa refrigeran yang terjadi pada kapiler lebih rendah dari termostatik. Dari nilai rata – rata dapat kita ketahui nilai yang dihasilkan dari masing-masingnya yaitu untuk kapiler kondisi standar 0,020 kg/s dan termostatik 0,666 kg/s sedangkan untuk penggunaan HWH kapiler 0,016 kg/s dan termostatik 0,018 kg/s, dari grafik juga dapat kita lihat bahwa lama waktu juga mempengaruhi naik turunnya efek refrigrasi yang terjadi, semakin lama waktu pengujian mengakibatkan efek refrigrasi meningkat atau menurun disebabkan karena terjadinya perubahan temperatur didalam evaporator yang semakin rendah sehingga mengakibatkan peningkatan atau penurunan efek refrigrasi meskipun tidak begitu signifikan yang terjadi.

c. Perbandingan efek pelepasan kalor (Qk)

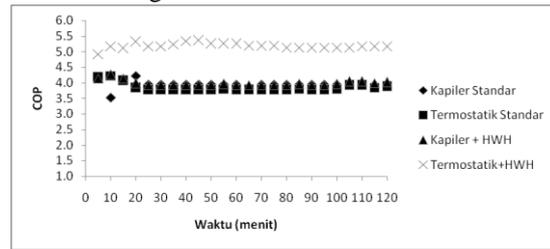


Gambar 5. Grafik Perbandingan efek pelepasan kalor (Qk) R 22

Dari gambar 5 dapat kita lihat hasil dari pengujian efek pelepasan kalor atau besarnya kalor yang di lepaskan di kondensor bahwa untuk kondisi pengujian standar pada kapiler lebih tinggi dari pada kapiler HWH sedangkan untuk kondisi termostatik standar dan termostatik HWH cenderung sama dimana nilai yang didapat untuk kapiler HWH 1,501 kW dan kapiler kondisi standar 3,428 kW. Kemudian untuk kondisi termostatik kondisi standar didapat 2,768 kW dan termostatik HWH 2,693 kW, hal ini di pengaruhi oleh besarnya laju aliran massa refrigeran yang terjadi pada setiap masing-masing kondisi. Dimana didapat untuk masing-masing nilai tersebut untuk kapiler kondisi standar sebesar 0,020 kg/s dan kapiler HWH 0,016 kg/s, sedangkan untuk kondisi termostatik standar 0,666 kg/s dan termostatik HWH 0,018 kg/s. dari grafik juga dapat kita lihat bahwa lama waktu juga mempengaruhi naik turunnya efek pelepasan kalor yang terjadi, semakin lama waktu pengujian mengakibatkan efek pelepasan kalor meningkat atau menurun disebabkan karena terjadinya perubahan temperatur didalam evaporator yang semakin rendah sehingga mengakibatkan peningkatan atau penurunan efek

pelepasan kalor meskipun tidak begitu signifikan yang terjadi.

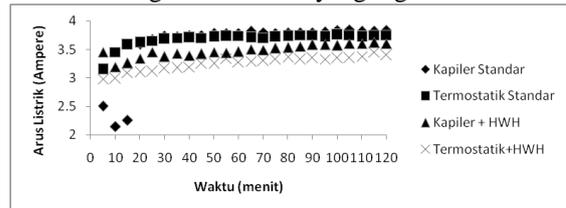
d. Perbandingan COP



Gambar 6. Grafik Perbandingan COP R 22

Dari gambar 6 dapat dilihat grafik COP hasil pengujian untuk masing-masing alat ekspansi dan kondisi pengujian. Dari grafik bisa kita lihat bahwa nilai COP tertinggi terjadi pada kondisi pengujian termostatik HWH begitu juga pada kondisi pengujian termostatik standar. Nilai COP dari masing-masing pengujian dapat dilihat dari nilai rata-rata pada kondisi kapiler standar 3,951 dan termostatik 3,802 nilai COP kapiler lebih besar dibandingkan termostatik, hal ini dipengaruhi kerja kompresor dan efek refrigrasi menggunakan kapiler lebih besar dari termostatik. Sedangkan untuk kondisi penggunaan HWH nilai COP pada kapiler COPR 2,695 dan COPR+HP3,984, termostatik COPR 4,184 dan COPR+HP5,184. Nilai COP termostatik lebih besar dari pada kapiler, hal ini dipengaruhi oleh kapasitas HWH katup ekspansi termostatik lebih besar dibandingkan kapiler. Ini juga terjadi karena temperatur refrigeran hasil kompresi katup ekspansi termostatik lebih besar dai kapiler. Waktu pengujian juga mempengaruhi nilai COP , dapat kiat lihat dari grafik semakin lama waktu pengujian nilai COP semakin meningkat, hal ini terjadi disebabkan semakin lama waktu pengujian mengakibatkan efek refrigrasi semakin besar dan akan menyebabkan perubahan temperatur pada evaporator menjadi semakin rendah, sehingga beban pendinginan di dalam evaporator semakin kecil dan akan mengakibatkan kerja kompresor menjadi semakin kecil pula.

e. Perbandingan arus listrik yang digunakan



Gambar 7. Grafik Perbandingan arus listrik yang digunakan R 22

Dari Gambar 7 dapat kita lihat bahwa hasil dari pengujian menunjukkan konsumsi arus listrik untuk katup ekspansi termostatik lebih rendah dari kapiler baik menggunakan HWH atau kondisi

standar. Namun untuk kedua kondisi pengujian ini termostatik lebih rendah mengonsumsi arus listrik dari pada kapiler, hal ini disebabkan kemampuan termostatik untuk menurunkan tekanan lebih baik dari pada kapiler sehingga kerja kompresor lebih kecil yang menyebabkan konsumsi arus listrik lebih kecil. Dari grafik juga menunjukkan bahwa arus listrik terus meningkat seiring lamanya waktu pengujian.

4. Simpulan

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan katup ekspansi termostatik menghasilkan kerja kompresor yang lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan katup ekspansi kapiler yaitu sebesar 1,9 %.
2. Kemampuan katup ekspansi termostatik yang lebih baik mengatur aliran refrigerant yang masuk dan dalam hal penurunan tekanan sangat mempengaruhi kinerja mesin sehingga dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa COP yang dihasilkan untuk penggunaan katup ekspansi termostatik + HWH lebih tinggi dari penggunaan katup ekspansi kapiler, hal ini menunjukkan bahwa COP yang dihasilkan lebih baik.
3. Konsumsi energy menggunakan katup ekspansi termostatik lebih rendah dari kapiler, hal ini karena pada katup ekspansi terdapat system hemat energy yang mempertahankan tingkat efisiensi yang tinggi bahkan ketika level refrigerant yang rendah.

Daftar Pustaka

- [1] Suryono, Ahmad Fauzan. 2009. Kaji Eksperimental Perbandingan Performansi Mesin Pendingin Kompresi Uap Dengan Pipa Kapiler Dan Katup Ekspansi.
- [2] R, Iskandar. 2010. Kaji Eksperimental Karakteristik Pipa Kapiler Dan Katup Ekspansi Termostatik Pada Sistem Pendingin Water Chiller.
- [3] Hara, Supratman. 1982. *Refrigeration And Conditioning 2th ed.* Oleh Wilbert F. Stoecker, Jerold W. Jones. Jakarta : Erlangga.
- [4] Mainil, Afdhal Kurniawan. 2012. Kajian Eksperimental Performansi 7 JOM FTEKNIK Volume 2 No. 2 Oktober 2015 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.
- [5] 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.
- [6] Aziz, Azridjal dan Rosa, Yazmendra. 2010. Performansi Sistem Refrigerasi Hibrida Perangkat Pengkondisian Udara Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon Substitusi R 22. Jurnal Teknik Mesin Volume 7 Nomor 1 Juni 2010, ISSN 1829-8958.