

PENGARUH PENGGUNAAN KATUP EKSPANSI JENIS KAPILER DAN TERMOSTATIK TERHADAP TEKANAN DAN TEMPERATUR PADA MESIN PENDINGIN SIKLUS KOMPRESI UAP HIBRIDA

Eko Saputra¹, Azridjal Aziz², Rahmat Iman Mainil³

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

¹eko_cewi@yahoo.co.id, ²azridjal.aziz@gmail.com, ³rahmat.iman@gmail.com

Abstract

Research conducted into 4 variation is varied using capillary expansion valve standard conditions, thermostatic expansion valves standard conditions, capillary expansion valve with additional hotspot water heater, and thermostatic expansion valve with additional hotspot water heater. Data is collected every five minutes during the 120 minutes of testing. The research aimed to find out the performance of the engine coolant when the use of capillary expansion valve, thermostatic water heater and additional Hotspot Water Heater (HWH). Performance cooling machine includes pressure and temperature. The test results demonstrate the use of standard conditions thermostatic expansion valve compressor working pressure lower at 322.37 Psia thermostatic and 323.2 Psia capillary compared to 0.26% while the condition with the use of thermostatic valves HWH lower at 274.03 psia thermostatic compared to the capillary 287.37 psia amounted to 4.64%. To pressure thermostatic expansion valve using standard conditions and with the use of HWH lower than that of thermostatic capillary than the capillary are 92.12 Psia and 105.95 Psia at 13.05% and thermostatic 67.28 Psia and 94.45 Psia compared capillary amounted 28.77%, Compressors temperature for use thermostatic standard conditions and with the use of HWH higher than the capillaries are 90.85°C thermostatic compared capillary 83.74 °C at 7.83% and 91.31 °C thermostatic compared to the capillary 79.77 °C at 12.64%. For the hotspot temperature in the water heater using thermostatic higher than the capillaries are 87.26 °C thermostatic compared capillary 77.34 °C at 11.37% while the hotspot temperature of the water heater out thermostatic more likely the same that thermostatic capillary 46.95°C than 48.44 °C of 3.07%.

Keywords : Thermostatic Expansion Valve, Pressure, Temperature, dan HWH

1. Pendahuluan

Penggunaan katup ekspansi termostatik memerlukan daya kompresor dan COP yang lebih tinggi dibandingkan dengan kapiler [7].

Penggunaan refrigeran MC-22 dengan katup ekspansi termostatik lebih hemat daya listrik dan koefisien prestasi yang dihasilkannya relatif lebih baik daripada penggunaan kapiler [6].

Katup ekspansi termostatik mempunyai performansi yang lebih baik dibandingkan dengan kapiler [4].

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.

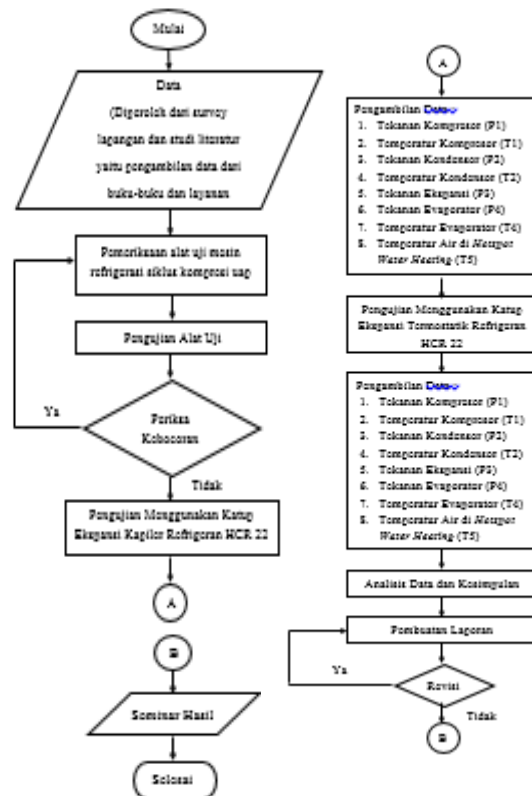
Refrigeran merupakan fluida cair yang digunakan untuk membawa energi kalor. Refrigeran yang paling banyak digunakan pada siklus kompresi uap adalah senyawa halokarbon [5]. Refrigeran yang termasuk dalam kelompok halokarbon mempunyai satu atau lebih atom dari salah satu halogen yang tiga (klorin, fluorin, 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 [1]. Daya kompresor dengan refrigeran HCR 22 lebih hemat dibanding penggunaan refrigeran R 22 [2].

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

2. Metode

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap yang dapat dilihat pada gambar diagram alir penelitian

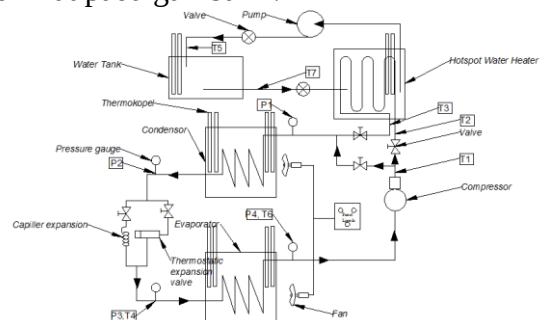


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pengujian dilakukan 4 variasi yaitu :

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)

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



Gambar 2. Diagram Skematik Fasilitas Pengujian Mesin Pendingin



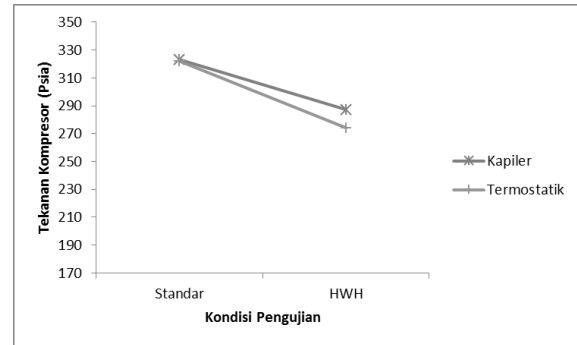
Gambar 3. Foto Alat Uji Mesin Pendingin Siklus Kompresi Uap Hibrida Dengan Katup Ekspansi Jenis Kapiler Dan Termostatik

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan metode eksperimental untuk menguji sebuah mesin pendingin yang menggunakan alat ekspansi termostatik dan pipa kapiler.

Untuk pengujian pipa kapiler (*Capillary valve*) maka katup aliran refrigeran ke katup ekspansi termostatik (*Thermostatic Expansion Valve*) ditutup, sebaliknya jika pengujian menggunakan katup ekspansi termostatik (*Thermostatic Expansion Valve*) maka katup aliran refrigeran ke pipa kapiler (*Capillary valve*) ditutup. Pengambilan data dilakukan setiap 5 menit sekali selama 120 menit.

3. Hasil dan Pembahasan

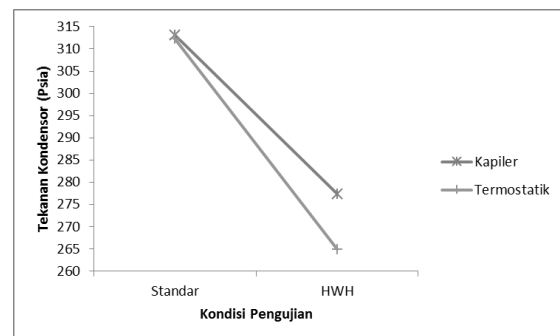
a. Perbandingan Tekanan Kompresor (P1)



Gambar 4. Grafik Perbandingan Tekanan Kompresor (P1)

Dari gambar 4 dapat dilihat grafik perbandingan Tekanan kompresor untuk masing-masing alat ekspansi dan kondisi pengujian, hasil pengujian didapatkan bahwa tekanan kompresor 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 bagus dalam mengatur aliran refrigeran dan menurunkan tekanan refrigeran. Dapat dilihat dari nilai rata-rata termostatik kondisi standar 322,37 Psia dan kapiler 323,2 Psia sebesar 0,26% dan dengan HWH termostatik 274,03 Psia dan kapiler 287,37 Psia sebesar 4,64%.

b. Perbandingan Tekanan Kondensor (P2)

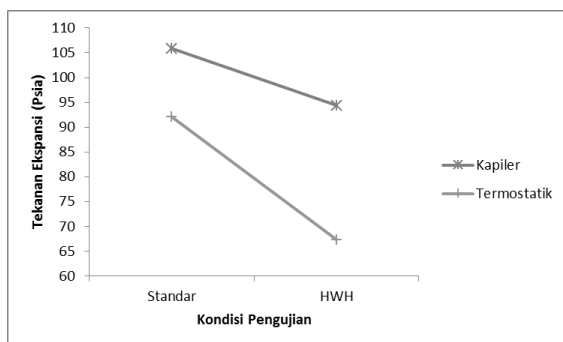


Gambar 5. Grafik Perbandingan Tekanan Kondensor (P2)

Dari gambar 5 dapat dilihat grafik perbandingan Tekanan kondensor untuk masing-masing alat ekspansi dan kondisi pengujian, hasil pengujian didapatkan bahwa tekanan kondensor 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 bagus dalam mengatur aliran refrigeran dan menurunkan tekanan refrigeran. Dapat dilihat dari nilai rata-rata termostatik kondisi standar 312,37 Psia dan kapiler 313,2 Psia sebesar 0,27% dan dengan HWH termostatik 264,87 Psia dan kapiler 277,37 Psia sebesar 4,51%.

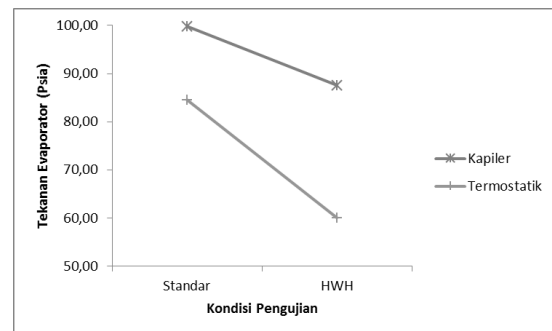
c. Perbandingan Tekanan Ekspansi (P3)



Gambar 6. Grafik Perbandingan Tekanan Ekspansi (P3)

Dari gambar 6 dapat dilihat grafik perbandingan tekanan ekspansi untuk masing-masing alat ekspansi dan kondisi pengujian, hasil pengujian didapatkan bahwa tekanan ekspansi 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 bagus dalam mengatur aliran refrigeran dan menurunkan tekanan refrigeran. Dapat dilihat dari nilai rata-rata termostatik kondisi standar 92,12 Psia dan kapiler 105,95 Psia sebesar 13,05% dan dengan HWH termostatik 67,28 Psia dan kapiler 94,45 Psia sebesar 28,77%.

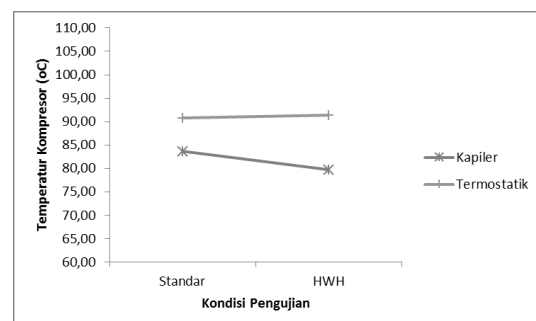
d. Perbandingan Tekanan Evaporator (P4)



Gambar 7. Grafik Perbandingan Tekanan Evaporator (P4)

Dari gambar 7 dapat dilihat grafik perbandingan tekanan evaporator untuk masing-masing alat ekspansi dan kondisi pengujian, hasil pengujian didapatkan bahwa tekanan evaporator 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 bagus dalam mengatur aliran refrigeran dan menurunkan tekanan refrigeran. Dapat dilihat dari nilai rata-rata termostatik kondisi standar 84,53 Psia dan kapiler 99,78 Psia sebesar 12,22% dan dengan HWH termostatik 59,99 Psia dan kapiler 87,58 Psia sebesar 31,50%.

e. Perbandingan Temperatur Kompresor (T1)

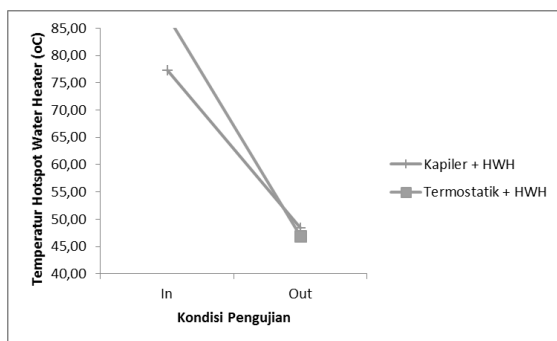


Gambar 8. Perbandingan Temperatur kompresor

Dari gambar 8 dapat dilihat grafik perbandingan temperatur kompresor untuk masing-masing alat ekspansi dan kondisi

pengujian, hasil pengujian didapatkan bahwa temperatur kompresor kondisi standar dan dengan penambahan *Hotspot Water Heater* (HWH) menggunakan KET (Katup Ekspansi Termostatik) lebih tinggi dibandingkan menggunakan kapiler. Hal ini dipengaruhi oleh kemampuan KET yang bagus dalam mengatur aliran refrigeran sehingga refrigeran yang melewati evaporator bagus dalam menyerap panas sehingga temperatur kompresor menjadi tinggi. Dapat dilihat dari nilai rata-rata termostatik kondisi standar 90,85 °C dan kapiler 83,74 °C sebesar 7,83% dan dengan HWH termostatik 91,31 °C dan kapiler 79,77 °C sebesar 12,64%.

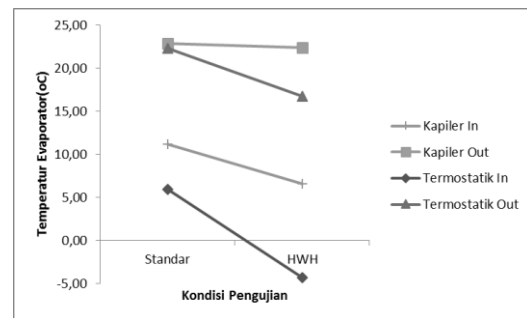
f. Perbandingan Temperatur *Hotspot Water Heater*



Gambar 9. Perbandingan Temperatur *Hotspot Water Heater*

Dari gambar 9 dapat dilihat grafik perbandingan temperatur *hotspot water heater* untuk masing-masing alat ekspansi dan kondisi pengujian, 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 bagus 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* 87,26 °C dan kapiler 77,34 °C sebesar 11,37% dan *out* termostatik 46,95 °C dan kapiler 48,44 °C sebesar 3,08%.

g. Perbandingan Temperatur Evaporator



Gambar 10. Perbandingan Temperatur Evaporator

Dari gambar 10 dapat dilihat grafik perbandingan temperatur evaporator untuk masing-masing alat ekspansi dan kondisi pengujian, 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* 5,95 °C dan kapiler 11,19 °C sebesar 46,83% dan standar *out* termostatik 22,29 °C dan kapiler 22,85 °C sebesar 2,45% dan dengan HWH *in* termostatik -4,28 °C dan kapiler 6,59 °C sebesar 35,05% dan HWH *out* termostatik 16,76 °C dan kapiler 22,37 °C sebesar 25,08%.

4. Simpulan

- Hasil pengujian memperlihatkan penggunaan katup ekspansi termostatik kondisi standar tekanan kerja kompresor lebih rendah yaitu termostatik 322,37 Psia dibandingkan kapiler 323,2 Psia sebesar 0,26% sedangkan kondisi dengan penggunaan HWH katup termostatik lebih rendah yaitu termostatik 274,03 Psia dibandingkan kapiler 287,37 Psia sebesar 4,64%. Untuk tekanan

kondensor menggunakan katup termostatik kondisi standar dan dengan penggunaan HWH lebih rendah dibandingkan kapiler yaitu termostatik 312,37 Psia dibandingkan kapiler 313,2 Psia sebesar 0,27% dan termostatik 264,87 Psia dibandingkan kapiler 277,37 Psia sebesar 4,51%. Untuk tekanan ekspansi menggunakan katup termostatik kondisi standar dan dengan penggunaan HWH lebih rendah dibandingkan kapiler yaitu termostatik 92,12 Psia dibandingkan kapiler 105,95 Psia sebesar 13,05% dan termostatik 67,28 Psia dibandingkan kapiler 94,45 Psia sebesar 28,77%. Untuk tekanan evaporator menggunakan katup termostatik kondisi standar dan dengan penggunaan HWH lebih rendah dibandingkan kapiler yaitu termostatik 84,53 Psia dibandingkan kapiler 99,78 Psia sebesar 12,22% dan termostatik 59,99 Psia dibandingkan kapiler 87,58 Psia sebesar 31,50%. Untuk Temperatur Kompresor menggunakan termostatik kondisi standar dan dengan penggunaan HWH lebih tinggi dibandingkan kapiler yaitu termostatik 90,85 °C dibandingkan kapiler 83,74 °C sebesar 7,83% dan termostatik 91,31 °C dibandingkan kapiler 79,77 °C sebesar 12,64%. Untuk temperatur *hotspot water heater in* menggunakan termostatik lebih tinggi dibandingkan kapiler yaitu termostatik 87,26 °C dibandingkan kapiler 77,34 °C sebesar 11,37% sedangkan temperatur *hotspot water heater out* termostatik lebih cenderung sama yaitu termostatik 46,95°C dibandingkan kapiler 48,44 °C sebesar 3,08%. Untuk temperatur evaporator menggunakan termostatik kondisi standar dan penggunaan HWH lebih rendah dibandingkan dengan kapiler yaitu

termostatik *in* 5,95 °C *out* 22,29 °C dibandingkan kapiler *in* 11,19 °C *out* 22,85 °C sebesar 48,83% dan 2,45% dan dengan HWH *in* termostatik -4,28 °C dan kapiler 6,59 °C sebesar 35,05% dan HWH *out* termostatik 16,76 °C dan kapiler 22,37 °C sebesar 25,08%. Penambahan sistem hibrida meningkatkan prestasi dari mesin pendingin siklus kompresi uap dimana COP dengan penambahan hotspot lebih tinggi dibandingkan COP kondisi standar.

2. Tekanan yang dihasilkan KET selalu lebih rendah dibandingkan kapiler.
3. Kenaikan temperatur tidak hanya disebabkan tekanan yang tinggi tetapi juga disebabkan laju aliran massa refrigeran yang melewati evaporator.

Daftar Pustaka

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] Hara, Supratman. 1982. *Refrigeration And Conditioning 2th ed.* Oleh Wilbert F. Stoecker, Jerold W. Jones. Jakarta : Erlangga.
- [4] R, Iskandar. 2010. Kaji Eksperimental Karakteristik Pipa Kapiler Dan Katup Ekspansi Termostatik Pada Sistem Pendingin Water Chiller.
- [5] 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 Subtitute). Jurnal Mechanical Volume 3 Nomor 1.

- [6] Siswanto, Ngudi. 2010. Studi Perbandingan Kinerja Refrigerator Dengan Refrigeran R-22 Dan MC-22 Menggunakan Katup Ekspansi Termostatik Dan Pipa Kapiler.
- [7] Suryono, Ahmad Fauzan. 2009. Kaji Eksperimental Perbandingan Performansi Mesin Pendingin Kompresi Uap Dengan Pipa Kapiler Dan Katup Ekspansi.