

PERFORMANSI MESIN REFRIGERASI SIKLUS KOMPRESI UAP PADA MASSA 60 GRAM MENGGUNAKAN REFRIGERAN HIDROKARBON

Nurul Deswita¹, Azridjal Aziz², Rahmat Iman Mainil³

Laboratorium Rekayasa Termal, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau

¹nuruldeswita@yahoo.com, ²azridjal@yahoo.com, ³rahmat.iman@gmail.com

Abstract

An energy saving and sustainable environmental become an attention of the world nowadays. Replacement of halocarbon refrigerant to hydrocarbon give positive impact to the environment because hydrocarbon is friendly refrigerant for environment with low GWP (Global Warming Potential) and zero ODP (Ozon Depleting Potential). With the replacement refrigerant, it will cause a change performance on refrigeration machine. This study was conducted to determine the effect of hydrocarbon refrigerants with mass amounts of 60 grams on the performance refrigeration machine. The method used in this study was an experimental method to perform the replacement of halocarbons into a hydrocarbon refrigerant with mass amounts of hydrocarbon refrigerants of 60 grams. The results of the study of refrigerant hydrocarbon with mass amounts of 60 grams was found that the required electrical power for compressor of 0.14 kW, power of cooling of 0.73 kW, the heating power of 0.94 kW, and Coefficient Of Performance of 5.21.

Keywords: Refrigeration Machine, Refrigerant Mass, Performance, Hydrocarbon Refrigerants

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi dibidang refrigerasi terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah kebutuhan manusia. Dahulu teknologi refrigerasi hanya digunakan untuk mengawetkan makanan (kulkas) namun kini teknologi dibidang refrigerasi telah digunakan untuk kenyamanan manusia dan sebagai pendingin ruangan dan kendaraan (*Air Conditioner*).

Beberapa hal yang mempengaruhi perkembangan mesin refrigerasi saat ini yaitu penghematan energi dan refrigeran yang ramah lingkungan (non-ODP dan non GWP). Efek ODP (*Ozon Depleting Potential*) dan GWP (*Global Warming Potential*) dapat terjadi apabila zat pada refrigeran terlepas ke atmosfer yang disebabkan kebocoran pada mesin refrigerasi ataupun penggantian dan *recycling* refrigeran. Untuk menjawab kebutuhan perkembangan teknologi refrigerasi maka perlu dilakukan inovasi yaitu perbaikan kinerja dan karakteristik mesin refrigerasi yang telah eksis, penelitian guna menghasilkan refrigeran non-ODS dan non-GWP, serta pencarian teknologi refrigerasi alternatif [1].

Refrigeran yang umum digunakan dalam mesin refrigerasi siklus kompresi uap adalah refrigeran halokarbon karena memiliki kemampuan teknik yang cukup baik, tingkat racun dan tingkat mampu nyala yang rendah dan juga relatif tidak terlalu mahal. Senyawa halokarbon halogen (senyawa CFC) yang mengandung zat klorin atau bromin yang dikategorikan sebagai zat perusak lapisan ozon atau yang disebut ODS (*Ozon Depleting Substance*) serta penggunaannya akan dihapuskan tahun 2020 berdasarkan Protokol Montreal pada September 1987. Penipisan lapisan

ozon akan menyebabkan radiasi ultraviolet mencapai bumi dan meningkatkan kemungkinan terkena kanker kulit, peningkatan terkena katarak mata, pelemahan sistem immunisasi seseorang, pengurangan tingkat produktivitas panen dan perlambatan pertumbuhan *phytoplankton* [2].

Setelah dihapuskannya penggunaan refrigeran CFC maka dilakukan penelitian mengenai refrigeran HFC (non-CFC). Refrigeran HFC memiliki beberapa kekurangan yaitu GWP yang masih tinggi, bukan *drop in substitute* (pengganti langsung), serta sifatnya *higroskopik* yang dapat merusak kompresor sehingga membutuhkan oli ester sintetik [3]. Berdasarkan Protokol Kyoto tahun 1997, penggunaan refrigeran HFC mulai dikurangi karena memiliki GWP 1300 per 100 tahun, yang mana ini dikategorikan sangat tinggi.

Sehingga dikembangkan refrigeran hidrokarbon sebagai alternatif pengganti refrigeran kelompok halokarbon yang memiliki keunggulan yaitu ramah lingkungan (efek perusakkan ozon nol dan efek pemanasan globalnya kecil dan dapat diabaikan karena bersumber dari gas alam), dapat digunakan sebagai pengganti langsung pada mesin refrigerasi tanpa penggantian kompresor (*drop in substitute*), lebih hemat energi listrik, karena massa refrigeran yang digunakan lebih sedikit dibandingkan dengan halokarbon. Namun refrigeran hidrokarbon memiliki kelemahan yaitu sifat *flammablenya*, namun cukup aman digunakan jika penggunaannya sesuai standar yang ditetapkan [4].

Proses penggantian refrigeran halokarbon menjadi hidrokarbon (*retrofit*) pada suatu mesin

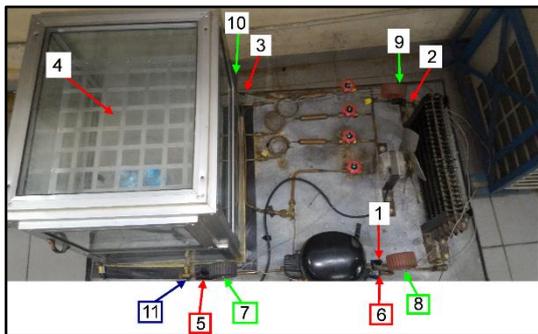
refrigerasi perlu di tentukan karena jumlah massa refrigeran sangat berpengaruh terhadap performansi mesin refrigerasi kompresi uap. Untuk suatu mesin refrigerasi baru atau yang telah dimodifikasi agar dapat memberikan performansi terbaiknya, perlu ditentukan massa optimumnya [5].

Izzudin (2016) [6] telah melakukan kajian terhadap penggantian refrigeran halokarbon menjadi hidrokabon dengan jumlah massa refrigeran hidrokabon 40% dari massa halokarbon. Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui pengaruh jumlah massa refrigeran hidrokabon 60 gram pada mesin refrigerasi siklus kompresi uap terhadap peformansi dari mesin refrigerasi siklus kompresi uap tersebut.

2. Metode

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan metode eksperimental untuk menguji sebuah mesin pendingin menggunakan refrigeran hidrokarbon HCR-134a dengan jumlah massa 60 gram. Mesin pendingin yang digunakan merupakan hasil racangan yang terdapat di Laboratorium Rekayasa Termal Universitas Riau dengan motor penggerak kompresor 1/6 PK

Pengukuran temperatur menggunakan 8p *Thermocouple Data Acquisition Sytem* dan termometer digital dan pengukuran tekanan menggunakan *Pressure Gauge*. Pengujian menggunakan pipa kapiler 1,25 m dengan diameter 0,042 inci. Pengambilan data dilakukan di beberapa titik (Gambar 1) setiap 5 menit sekali selama 120 menit.



Gambar 1. Titik-Titik Pengambilan Data

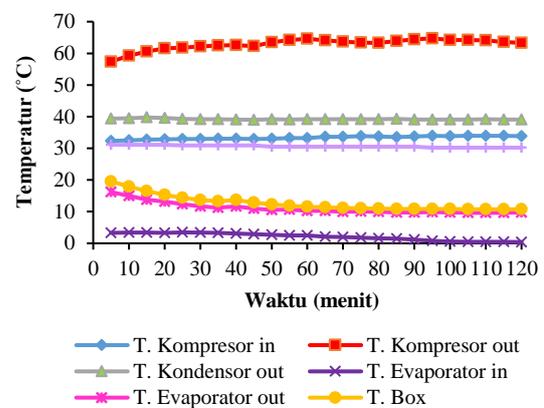
Keterangan:

1. Temperatur Keluar Kompresor (°C)
2. Temperatur Keluar Kondensor (°C)
3. Temperatur Masuk Evaporator (°C)
4. Temperatur Box (°C)
5. Temperatur Keluar Evaporator (°C)
6. Temperatur Masuk Kompresor (°C)
7. Tekanan Keluar Evaporator (Psig)
8. Tekanan Masuk Kondensor (Psig)
9. Tekanan Keluar Kondensor (Psig)
10. Tekanan Masuk Evaporator (Psig)
11. Kuat Arus (Ampere)

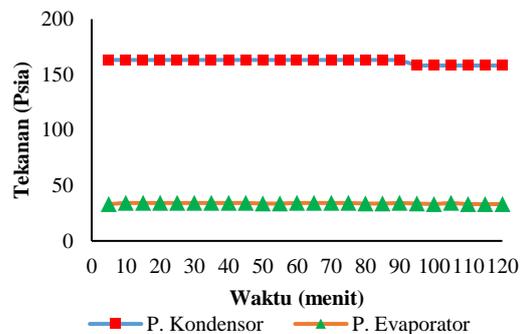
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian pengaruh temperatur, tekanan, arus listrik, daya kompresor laju aliran massa, daya pendinginan, daya pemanasan, dan COP terhadap waktu dapat dilihat secara berturut- turut pada Gambar 2 sampai Gambar 9.

Dari Gambar 2 grafik temperatur hasil pengujian didapatkan temperatur rata-rata pada kompresor *in* dan *out* yaitu 33,36 °C dan 62,89 °C, pada kondensor *out* 39,21 °C, pada evaporator *in* dan *out* yaitu 2,09 °C dan 11,07 °C, dan temperatur rata-rata pada *box* hasil pengujian yaitu 12,66 °C. Sedangkan dari Gambar 3 grafik tekanan hasil pengujian didapatkan bahwa tekanan rata-rata evaporator yaitu 33,89 Psia dan tekanan pada kondensor yaitu 161,95 Psia.



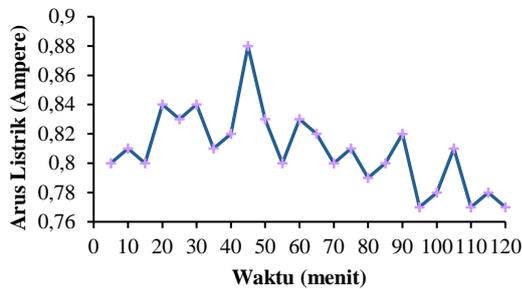
Gambar 2. Grafik Temperatur Hasil Pengujian



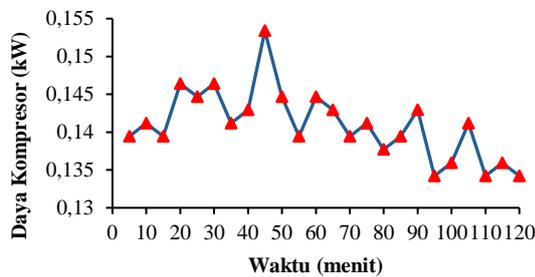
Gambar 3. Grafik Tekanan Rata-Rata Evaporator dan Kondensor Hasil Pengujian

Dari Gambar 4 grafik penggunaan arus listrik hasil pengujian didapatkan penggunaan arus listrik adalah 0,809 Ampere. Arus listrik dipengaruhi oleh tekanan pada kondensor dan evaporator, namun pada grafik tekanan (Gambar 3), tekanan pada kondensor dan evaporator terlihat konstan, hal ini dikarenakan ukuran Gambar 3 yang diperkecil. Sedangkan dari Gambar 5 grafik daya kompresor hasil pengujian didapatkan bahwa daya kompresor rata-rata yaitu 0,141 kW, daya kompresor di pengaruhi oleh arus listrik. Gambar 6 grafik laju

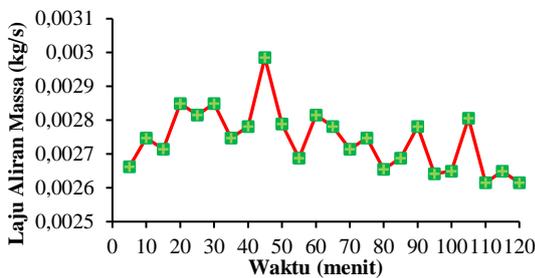
aliran massa hasil pengujian di dapatkan bahwa laju aliran massa refrigeran rata- rata adalah 0,00274 kg/s. Semakin tinggi laju aliran massa maka daya pendinginan dan daya pemanasan semakin meningkat.



Gambar 4. Grafik Penggunaan Arus Listrik Hasil Pengujian

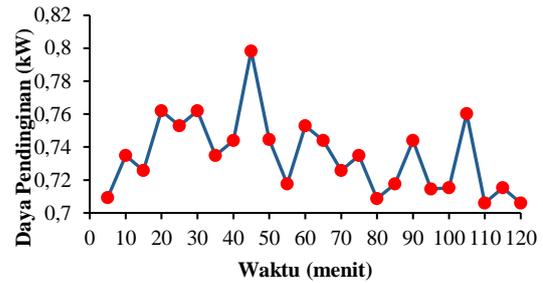


Gambar 5. Grafik Daya Kompresor Hasil Pengujian



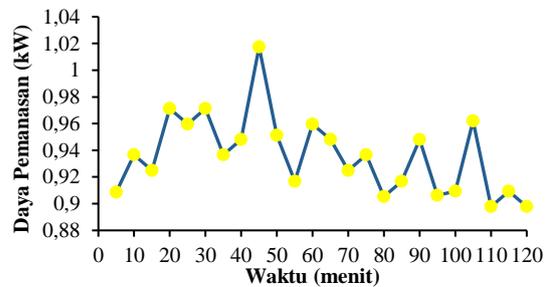
Gambar 6. Grafik Laju Aliran Massa Hasil Pengujian

Berdasarkan Gambar 7 grafik daya pendinginan hasil pengujian didapatkan bahwa daya pendinginan rata-rata yaitu 0,735 kW. Daya pendinginan di pengaruhi oleh laju aliran massa refrigeran di dalam pipa evaporator, karena semakin tinggi laju aliran massa refrigeran maka semakin banyak refrigeran yang dapat di uapkan dan dapat menyerap kalor di sekitar pipa evaporator.

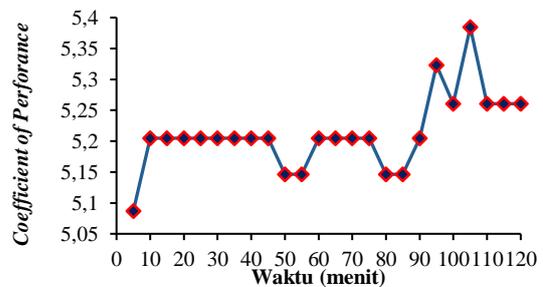


Gambar 7. Grafik Daya Pendinginan Hasil Pengujian

Berdasarkan Gambar 8 grafik daya pemanasan hasil pengujian didapatkan bahwa daya pemanasan rata-rata yaitu 0,936 kW dan dari Gambar 9 grafik COP hasil pengujian didapatkan bahwa COP rata-rata yaitu 5,212. COP tertinggi diperoleh apabila efek refrigerasi yang di hasilkan besar dan dengan kerja kompresor yang rendah.



Gambar 8. Grafik Daya Pemanasan Hasil Pengujian



Gambar 9. Grafik COP Hasil Pengujian

4. Kesimpulan

Daya listrik yang dibutuhkan kompresor pada jumlah massa refrigeran 60 gram cenderung mengalami penurunan setiap waktunya hal ini disebabkan oleh laju aliran massa refrigeran di dalam sistem yang cenderung menurun. Laju aliran massa dipengaruhi oleh perbedaan tekanan antara evaporator dan kondensor, yang mana semakin kecil perbedaan tekanan evaporator dan kondensor maka kerja kompresor akan semakin ringan. Daya listrik yang butuhkan kompresor rata-rata adalah 0,14 kW. Daya pendinginan dan daya pemanasan cenderung mengalami penurunan yang disebabkan laju aliran massa refrigeran yang cenderung menurun. Daya

pendinginan rata-rata 0,73 kW, daya pemanasan rata-rata 0,94 kW, dan COP pada hasil pengujian mengalami penurunan hal ini disebabkan oleh efek refrigerasi yang meningkat dan kerja kompresor yang menurun COP rata-rata yang diperoleh adalah 5,21.

Daftar Pustaka

- [1] Perkasa, A.E., Ilminnafi, N., Listyadi, D. 2013. Analisa Pengaruh Variasi Massa LPG Sebagai Refrigeran Terhadap Prestasi Kerja Lemarin ES. *Jurnal ROTOR*, Volume 6 Nomer 1, Januari 2013.
- [2] Pasek, A.D., dan Tandian, N.P. 2000. Short Course on the Applications of Hydrocarbon Refrigerants. *International Conference on Fluid and Thermal Energy Conversion 2000*. Bandung, Indonesia.
- [3] Suwono, Aryadi. 2000. *Hydrocarbon Refrigerants in Indonesia – An Overview*. Proceedings Internation Conference on FTEC 2000, Bandung.
- [4] Aziz, Azridjal. 2006. “Penghematan Energi Dengan Refrigeran Hidrokarbon Sebagai Refrigeran Alternatif Pengganti Refrigeran Halokarbon Pada Perangkat Pengkondisian Udara (*Air Conditioning*)”. Seminar Nasional Teknik Kimia. Teknologi Oleo Dan Petrokimia Indonesia.
- [5] Aziz, Azridjal. 2005. “Performansi Mesin Refrigerasi Kompresi Uap Terhadap Massa Refrigeran Optimum Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon”. *Jurnal Teknik Mesin* (2):1829-8958, Universitas Riau.
- [6] Raja, Izzuddin Ali. 2015. Pengaruh Katup Ekspansi Termostatik Dan Pipa Kapiler Terhadap Efisiensi Mesin Pendingin Siklus Kompresi Uap Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon. Skripsi Sarjana. *Program Studi Sarjana Teknik Mesin Universitas Riau*.