

STUDI EKSPERIMENTAL MESIN REFRIGERASI SIKLUS KOMPRESI UAP MENGGUNAKAN REFRIGERAN HIDROKARBON SUBSTITUSI R22 PADA KONDISI TRANSIENT

Azridjal Aziz ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Universitas Riau

ABSTRACT

Halokarbon refrigerant or R22 used in refrigeration systems later revealed potentially damaging the ozone layer, as replacement could be used a hydrocarbon refrigerant, one of which is environmentally friendly HCR22 refrigerant. In this study conducted experimental study of vapor compression refrigeration machine that compares the performance of the engine in transient conditions using hydrocarbon refrigerant substitutes for R22 (HCR22) and the refrigerant halokarbon (R22). The results showed that the use of hydrocarbon refrigerant HCR22 (10.6 °C temperature achieved at the time 10 minutes) lower temperature achieved faster than using the R22 (19.8 °C temperature achieved at the time 10 minutes). This result is comparable with the resulting COP, COP with HCR22 (3.104 after 50 minutes) is greater than the R22 COP (2.123 after 50 minutes). Compressor power used by HCR22 (0.846 kW after 65 minutes) is smaller than the R22 (0.953 kW after 65 minutes). Can be concluded that the use of hydrocarbon refrigerant to produce cooling low temperature more rapid with a more efficient electrical consumption of compressors.

Keywords : transient, refrigeration, halokarbon, hydrocarbon

1. PENDAHULUAN

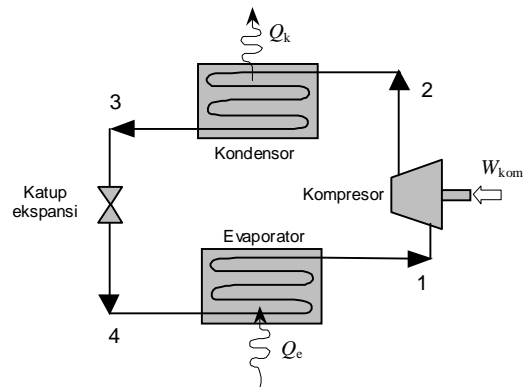
Mesin refrigerasi atau disebut juga mesin pendingin adalah mesin yang dapat menimbulkan efek refrigerasi, sedangkan refrigeran adalah zat yang digunakan sebagai fluida kerja untuk menimbulkan efek refrigerasi tersebut. Efek refrigerasi atau efek pendinginan adalah suatu efek penyerapan panas dari suatu zat atau produk sehingga temperaturnya berada di bawah temperatur lingkungan.

Secara umum bidang refrigerasi mencakup kisaran temperatur sampai 123 K. Sedangkan proses-proses dan aplikasi teknik yang beroperasi pada kisaran temperatur di bawah 123 K disebut kriogenika (*cryogenics*). Perbedaan ini disebabkan karena adanya fenomena-fenomena khas yang terjadi pada temperatur di bawah 123 K dimana pada kisaran temperatur ini gas-gas seperti nitrogen, oksigen, hidrogen dan helium dapat mencair. (Arora, C. P, 2001)

Sebuah siklus kompresi uap ideal (Moran and Saphiro, 1995, Reynolds and Perkins, 1997) memiliki empat komponen utama yaitu kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator “Gambar (1)”

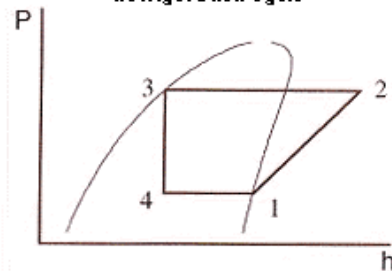
Kinerja mesin refrigerasi kompresi uap ditentukan oleh beberapa parameter, di antaranya adalah kapasitas pendinginan, kapasitas pemanasan, daya kompresi, koefisien kinerja dan faktor kinerja. Diagram tekanan-entalpi (*mollier diagram*) pada

“Gambar (2)” dapat membantu dalam menentukan parameter-parameter tersebut.



Gambar 1. Siklus Kompresi Uap Ideal

Phase Diagram for Vapor Compression Refrigeration Cycle



Gambar 2. Diagram Fasa *p-h* Kompresi Uap Ideal.

Pada mesin refrigerasi efek pendinginan dan efek pemanasan dapat dihasilkan dan dimanfaatkan secara bersamaan, agar daya guna mesin menjadi lebih tinggi. Mesin refrigerasi dengan fungsi ganda ini dikenal dengan mesin refrigerasi hibrida, karena mesin refrigerasi ini beroperasi dengan siklus kompresi uap, maka mesin ini disebut mesin refrigerasi siklus kompresi uap hibrida. (Amrul, 2001)

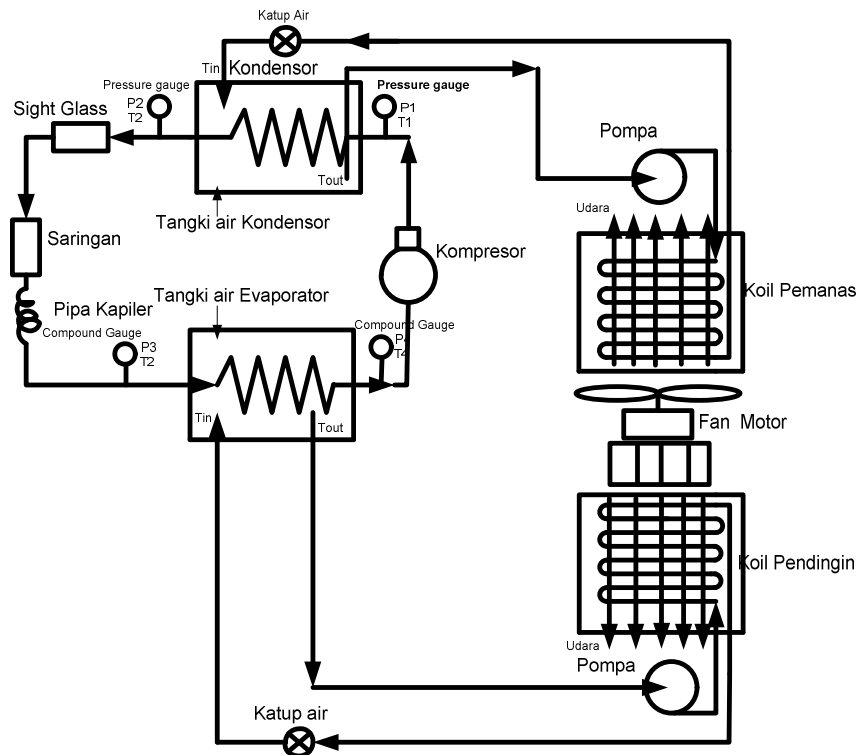
Pada sistem kompresi uap, refrigeran menyerap kalor dari suatu ruang melalui proses evaporasi dan membuang kalor ke ruang lain melalui proses kondensasi. Refrigeran adalah fluida kerja yang digunakan untuk mentransfer panas di dalam siklus refrigerasi. Sifat-sifat yang dipertimbangkan dalam memilih refrigeran, adalah: *sifat kimia, sifat fisik dan sifat termodinamik*. Berdasarkan sifat-sifat kimianya refrigeran yang baik adalah: tidak beracun, tidak bereaksi dengan komponen refrigerasi, dan tidak mudah terbakar, serta tidak berpotensi menimbulkan pemanasan global (*non-GWP(Global Warming Potential)*) dan tidak merusak lapisan ozon (*non-ODP (Ozone Depleting Potential)*)

Refrigeran hidrokarbon merupakan salah satu refrigeran alternatif pengganti refrigeran halokarbon (*CFC*). Refrigeran hidrokarbon tidak berpotensi merusak ozon karena $ODP = 0$ dan *GWP* yang kecil. Refrigeran hidrokarbon juga tidak mengalami reaksi kimia dengan oli pelumas yang digunakan untuk

refrigeran halokarbon. (Pasek, A.D.,Tandian, N.P., 2000). Refrigeran hidrokarbon adalah refrigeran yang ramah lingkungan, hal ini diperlukan agar kelestarian lingkungan terjaga, karena lapisan ozon di stratosfir berfungsi melindungi bumi dari radiasi sinar ultra violet intensitas tinggi yang berbahaya (antara lain dapat menimbulkan kanker kulit, katarak mata, menurunkan immunitas tubuh, dapat membunuh phytoplankton yang merupakan bagian dari rantai kehidupan laut) (Pasek, A.D.,Tandian, N.P., Adriansyah W., 2004). Perangkat pengkondisian udara umumnya menggunakan refrigeran halokarbon jenis R22, sebagai alternatif pengganti maka digunakan refrigeran hidrokarbon pengganti R22 (*HCR22*).

2. METODOLOGI

Fasilitas pengujian terdiri dari satu unit mesin refrigerasi, seperangkat alat ukur dan beberapa peralatan pendukung. Mesin refrigerasi beroperasi pada dua siklus yaitu siklus primer dan siklus sekunder. Siklus primer merupakan siklus refrigeran sedangkan siklus sekunder merupakan siklus air (*chiller*). Penelitian dilakukan di Laboratorium Perawatan dan Perbaikan, Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau.



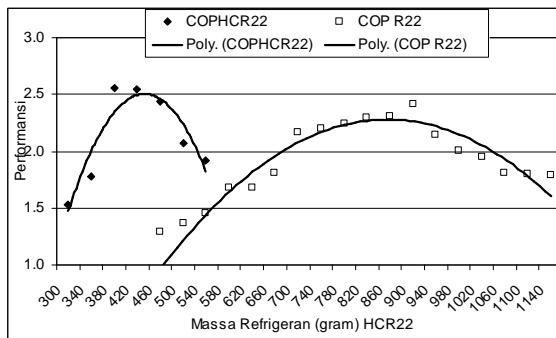
Gambar 3. Fasilitas Pengujian Mesin Refrigerasi

Komponen siklus primer terdiri dari dua unit evaporator, dua unit kondensor, satu buah kompresor, satu buah alat ekspansi dan beberapa komponen pendukung seperti pompa air listrik, blower. Sedangkan pada siklus sekunder terdapat satu unit kabin pendingin, satu unit kabin pengering, sebuah koil pendingin dan pemanas serta satu buah katup solenoid. Skema sederhana fasilitas pengujian "Gambar (3)".

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Massa Refrigeran R22 dan HCR22

Pada penambahan massa refrigeran dengan selang penambahan massa setiap 40 gram, "Gambar (4)" terlihat bahwa massa refrigeran optimum R22 sebesar 900 gram pada COP 2,42. Sedangkan massa refrigeran optimum HCR22 sebesar 420 gram pada COP 2,55. Dengan menggunakan refrigeran HCR 22 massa refrigeran lebih hemat 57 persen dari massa refrigeran R22. COP HCR22 sedikit lebih tinggi dari COP R22 dengan jumlah refrigeran yang sangat sedikit.



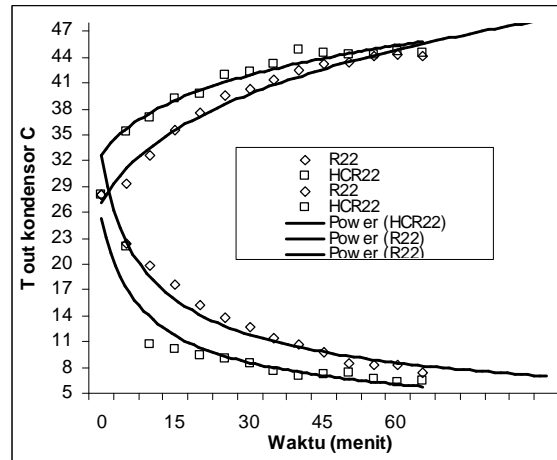
Gambar 4. Perubahan COP terhadap Penambahan Massa Refrigeran

Laju Pendinginan dan Pemanasan R22 dan HCR22

Hasil penelitian "Gambar (5)" menunjukkan bahwa laju pendinginan menggunakan refrigeran hidrokarbon HCR22 (temperatur 10,6 °C dicapai pada waktu 10 menit) lebih cepat dicapai dibandingkan menggunakan R22 (temperatur 19,8 °C dicapai pada waktu 10 menit). Setelah 30 menit dengan R22 diperoleh temperatur 12,6 °C, sedangkan dengan HCR22 setelah 30 menit temperatur yang diperoleh 8,5 °C.

Sedangkan laju pemanasan menggunakan R22 setelah 30 menit dicapai temperatur 40,3 °C sedangkan dengan HCR 22 setelah 30 menit dicapai temperatur 42,4 °C. Pada laju pemanasan setelah 60 menit dengan R22 dicapai temperatur 44,4 °C, sedangkan dengan HCR22 setelah 60 menit dicapai temperatur 44,7 °C. Laju pendinginan dan laju pemanasan dengan HCR22 lebih cepat dicapai karena HCR memiliki kapasitas panas dan kalor laten yang lebih besar dari R22 sehingga massa

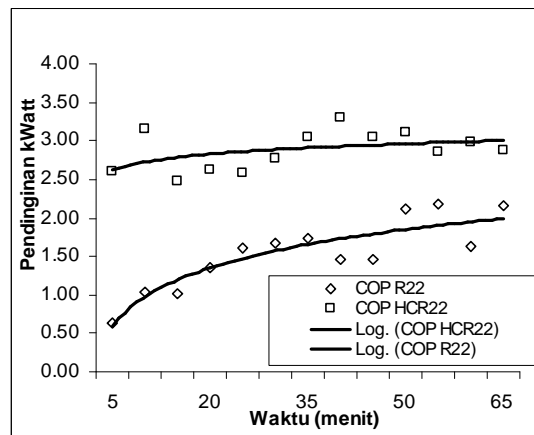
refrigerannya (420 gram) lebih kecil dibanding R22 (900 gram).



Gambar 5. Laju Pendinginan dan Pemanasan

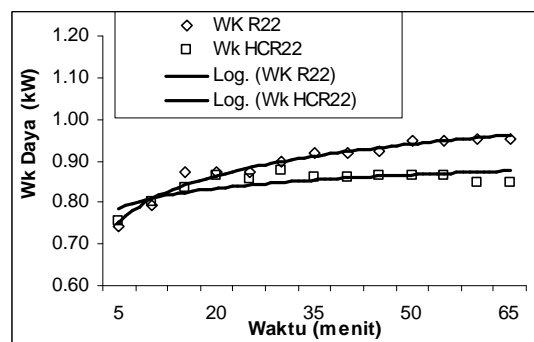
Perubahan COP terhadap Waktu

Perubahan COP terhadap waktu sebanding dengan laju pendinginan yang dihasilkan, COP dengan HCR22 (3,104 setelah 50 menit) lebih besar dibanding COP dengan R22 (2,123 setelah 50 menit). Hal ini berarti bahwa HCR22 menyerap kalor lebih banyak daripada R22 sehingga diperoleh COP yang lebih tinggi, seperti dapat dilihat pada "Gambar (6)".



Gambar 6. Perubahan COP terhadap waktu

Perubahan Daya Kompresor terhadap Waktu



Gambar 7. Perubahan Kerja kompresor terhadap waktu

Daya kompresor yang digunakan dengan HCR22 (0,846 kW setelah 65 menit) lebih kecil dibandingkan dengan R22 (0,953 kW setelah 65 menit). Hal ini terjadi karena massa refrigeran yang digunakan dengan HCR22 lebih sedikit dari R22, sehingga kerja kompresor menjadi lebih rendah dibandingkan menggunakan HCR22. “Gambar (7)”.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari dari penelitian ini adalah :

1. Laju pendinginan dan pemanasan menggunakan refrigeran hidrokarbon HCR22 lebih cepat dicapai dibandingkan menggunakan R22.
2. COP dengan HCR22 (3,104 setelah 50 menit) lebih besar dibanding COP dengan R22 (2,123 setelah 50 menit).
3. Daya kompresor yang digunakan dengan HCR22 (0,846 kW setelah 65 menit) lebih kecil dibandingkan dengan R22 (0,953 kW setelah 65 menit).
4. HCR22 memiliki kapasitas kalor dan kalor laten yang lebih besar dibanding R22, dengan jumlah massa refrigeran yang lebih sedikit (420 gram) dibanding R22 (900 gram).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Riau yang mendanai penelitian ini melalui Dana Penelitian SPP/DPP Universitas Riau, serta terima kasih kepada Agustiar, Agus Setiadi, dan Rahmat Iman Mainil yang membantu penulis mewujudkan penelitian ini, sehingga penelitian ini dapat terlaksana sepenuhnya.

PUSTAKA

1. **Amrul**, *Kaji Eksperimental Karakteristik Mesin Refrigerasi Hibrid Kompresi Uap Susunan Seri*

dan Paralel dengan Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon HCR-12, Tesis, Jurusan Teknik Mesin, ITB, Bandung, 2001.

2. **Arora, C. P.** *Refrigeration and Air Conditioning*. Mc. Graw-Hill International Edition. 2001.
3. **Aziz, Azridjal.** *Kaji Eksperimental Pengaruh Perubahan Suhu pada Siklus Sekunder dan Siklus Primer terhadap Performansi Mesin Refrigerasi Hibrid dengan Refrigeran Hidrokarbon HCR12*. Jurnal Saintek Lemlit UNP. 2004.
4. **Aziz, Azridjal.** *Penggunaan Hidrokarbon sebagai Refrigeran pada Mesin Refrigerasi Siklus Kompresi Uap Hibrida dengan Memanfaatkan Panas Buang Perangkat Pengkondisian Udara*. Laporan Penelitian Lemlit Universitas Riau. Pekanbaru. 2005.
5. **Moran, M.J., and Saphiro, H.N.** *Fundamental of Engineering Thermodynamics*. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, Inc. 1995.
6. **Pasek, A.D., and Tandian, N.P.** *Short Course on the Applications of Hydrocarbon Refrigerants*. International Conference on Fluid and Thermal Energy Conversion 2000. Bandung. 2000.
7. **Pasek, A.D., Tandian, N.P., and Adriansyah W.** *Training of Trainer Refrigeration Servicing Sector*. Training Manual. Bandung: ITB. 2004.
8. **Reynolds, W., and Perkins, H.** *Engineering Thermodynamics*, 2nd ed. Singapore: McGraw-Hill Co. 1997
9. **UNEP.** *The Montreal Protocol on Substance that Deplete Ozone Layer*. United Nations Environment Programme. 2000.