

PERBANDINGAN EFISIENSI PENDINGIN RUANGAN KAPASITAS 9000 BTU/h ANTARA R-22 DAN MC-22

Ferry Irawan¹, Widiyatmoko¹

¹Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Sekayu, Sekayu 30711

Email : ferry.irawan_mail@yahoo.com

ABSTRAK

Pendingin ruangan (AC) adalah mesin pendingin yang berfungsi mendinginkan ruangan dengan prinsip perpindahan panas. Mesin pendingin ruangan ini tersedia bermacam-macam kapasitas, tetapi penulis tertarik membahas pendingin ruangan berkapasitas 9000 BTU/h. Pada prakteknya diperkirakan bahwa jenis refrigeran mempengaruhi efisiensi pendingin ruangan. Refrigeran R-22 dibuat dari unsur-unsur kimia sedangkan MC-22 didapatkan dari alam dan mempunyai karakternya masing-masing. Melalui penelitian ini penulis tertarik menggunakan refrigeran R-22 dan MC-22. Metode yang digunakan adalah eksperimen, yaitu menggunakan alat yang telah tersedia. Percobaan ini dilakukan dengan meretrofit refrigeran R-22 dengan MC-22. Dari hasil percobaan didapatkan nilai *EER* R-22 adalah 9,98 dan *EER* MC-22 adalah 12,59. Dari perbandingan kedua nilai *EER* ini didapatkan kesimpulan bahwa unit AC yang menggunakan MC-22 lebih hemat energi.

Kata Kunci: Pendingin ruangan (AC), efisiensi

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Penghematan energi merupakan hal yang menjadi perhatian dunia. Indonesia adalah salah satu negara yang sangat peduli dengan isu penghematan energi. Penghematan energi ini dapat mengurangi pemakaian energi yang berlebihan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menghemat energi adalah dengan mengganti refrigeran R-22 dengan MC-22. Refrigeran R-22 merupakan refrigeran yang tidak ramah lingkungan, sehingga perlu dilakukan penggantian dengan refrigeran ramah lingkungan yaitu refrigeran Musicool 22 (MC-22). Dengan membandingkan efisiensi kedua refrigeran ini maka akan diketahui refrigeran mana yang lebih efisien.

1.2. Perumusan Masalah

Efisiensi energi dapat dilihat dari nilai *Energy Efficiency Ratio (EER)*. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan efisiensi pendingin ruangan ketika menggunakan R-22 dan setelah dinganti dengan MC-22. Setelah dibandingkan maka akan diketahui efisiensi tertinggi.

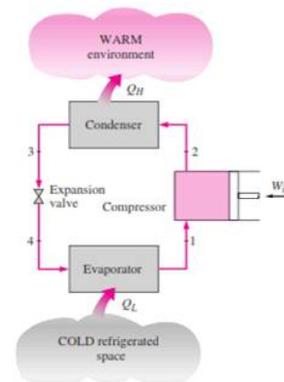
1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mencari dan membandingkan nilai efisiensi pendingin ruangan ketika menggunakan refrigeran R-22 dan setelah menggunakan MC-22. Setelah dibandingkan maka akan didapatkan nilai efisiensi tertinggi. Nilai efisiensi ini berupa *Energy Efficiency Ratio (EER)*.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Sistem Refrigerasi Kompresi Uap

Sistem kompresi uap merupakan siklus yang terbanyak digunakan dalam sistem refrigerasi. Pada siklus ini uap ditekan, dan kemudian diembunkan menjadi cairan, lalu tekanannya diturunkan agar cairan tersebut dapat menguap kembali (Stoecker and Jones, 1982). Terdapat beberapa literatur yang menjelaskan siklus refrigerasi kompresi uap, salah satunya pada literatur yang ditulis oleh Cengel and Boles, seperti dijelaskan pada gambar 1 Sistem refrigerasi kompresi uap bertujuan menjaga temperatur ruangan yang dikondisikan tetap dibawah temperatur lingkungan sekitarnya (Moran dan Shapiro).

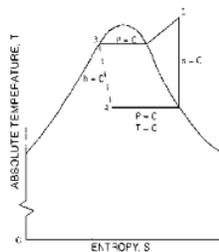


Gambar 1. Siklus Kompresi Uap
(Sumber : Cengel and Boles)

Sistem kompresi uap standar dapat dilihat pada diagram suhu-entropi dalam gambar dibawah ini. Proses-proses yang membentuk daur kompresi uap standar adalah:

- 1-2 : Kompresi adiabatik dan reversible, dari uap jenuh menuju tekanan kondensor.
- 2-3 : Pelepasan kalor reversible pada tekanan konstan, menyebabkan penurunan panas-lanjut dan pengembunan refrigeran.
- 3-4: Ekspansi tidak-reversible pada entalpi konstan, dari cairan jenuh menuju tekanan evaporator.
- 4-1 : Penambahan kalor reversibel pada tekanan tetap, yang menyebabkan penguapan menuju uap jenuh.

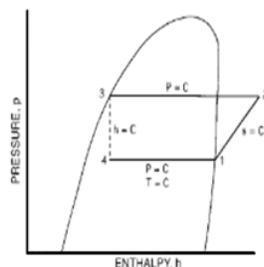
(Stoecker and Jones, 1982).



Gambar 2. Skematis Siklus Kompresi Uap Standar (Sumber : Ashrae HVAC 2001 Fundamentals Handbook)

Karakteristik refrigeran yang dibahas pada gambar 2 adalah karakteristik hubungan suhu-entropi. Semua refrigeran yang biasa dipakai untuk sistem kompresi uap menunjukkan sifat yang hampir sama, walau nilai numerik dari masing-masing sifat berbeda dari satu refrigeran ke refrigeran lainnya.

Diagram tekanan-entalpi merupakan alat grafis yang biasa digunakan untuk menyatakan sifat refrigeran. Pada kerja termodinamik lain, diagram suhu-entropi dan tekanan-volume memang cukup populer. Pada prakteknya, entalpi merupakan salah satu sifat terpenting yang harus diketahui, sehingga tekanan akan lebih mudah ditentukan. Diagram tekanan-entalpi dapat dilihat dalam gambar 3 dibawah ini, dengan tekanan sebagai ordinat, dan entalpi sebagai absis (Stoecker and Jones, 1982).



Gambar 3. Diagram Tekanan-Entalpi Suatu

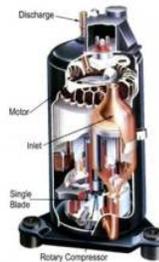
Refrigeran (Sumber : Ashrae HVAC 2001 Fundamentals Handbook)

Beberapa penelitian yang telah dilakukan dan berkaitan dengan pendingin ruangan (AC), seperti Ridhuan dan Rifai (2013) mencari kapasitas AC yang pas untuk aula berkapasitas maksimum 250 orang, menggunakan air sebagai media pendingin kondensor (Ridhuan dan J. Angga, 2014), Purwanto dan Ridhuan (2014) membandingkan koefisien prestasi R12 dengan R22, Poernomo (2015) memvariasikan putaran kipas kondensor untuk mengetahui pengaruhnya terhadap koefisien prestasi AC, Chairbowo dan Ichsani (2016) memanfaatkan kalor keluaran kompresor AC untuk pemanas air, Iksal *et al.* (2016) menggunakan *fuzzy logic* untuk menemukan suhu optimal suatu ruangan, Risano *et al.* (2017) dalam penelitiannya berhasil menaikkan efisiensi pendingin ruangan dengan memanfaatkan minyak kelapa sawit.

2.2. Komponen-Komponen Sistem Kompresi Uap

Komponen utama mesin refrigerasi yaitu:

- 1) Kompresor



Gambar 4. Kompresor (Sumber: Labtech International Ltd.)

Kompresor adalah jantung dari kompresi uap. Adapun kompresor yang sering digunakan pada sistem refrigrasi kompresi uap adalah jenis kompresor hermetik. Kompresor hermetik yaitu suatu kompresor yang porosnya panjang hingga keluar rumah kompresor yang dapat disambungkan dengan motor (Stoecker and Jones, 1982).

- b) Kondensor dan Evaporator



Gambar 5. Kondensor (Sumber : Labtech International Ltd)



Gambar 6. Evaporator
(Sumber : Labtech International Ltd)

Kondensor dan evaporator adalah alat penukar kalor, maka keduanya memiliki sifat tertentu. Kondensor dan evaporator yang paling banyak digunakan adalah jenis tabung dan pipa (*shell and tube*) dan alat penukar kalor koil bersirip (*finned coil heat exchanger*), menunjukkan bahwa pengkombinasian jarang digunakan, khususnya konfigurasi dimana gas melewati pipa-pipa. Alasannya, bahwa laju alir volume gas jauh lebih tinggi dibandingkan dengan cairan, dan jika dipaksakan mengalir melalui pipa, akan terjadi penurunan besar (Stoecker and Jones, 1982).

c) Alat Ekspansi

Adapun jenis umum dari alat ekspansi adalah sebagai berikut:

1. Pipa kapiler
2. Katup ekspansi berpengendali
3. *Superheat controlled ekspansion valve*
4. Katup apung
5. Katup ekspansi tekanan konstan

Adapun kegunaan dari alat ekspansi ini adalah untuk menurunkan tekanan refrigeran cair dan mengatur aliran refrigeran ke evaporator (Stoecker and Jones, 1982).

d) Refrigeran Musicool 22

Refrigeran Musicool 22 adalah bahan pendingin alamiah jenis hidrokarbon yang ramah lingkungan yang merupakan alternatif pengganti refrigeran R-22 dan memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan bahan pendingin refrigeran yang digantikannya.

Kelebihan refrigeran Musicool jika dibandingkan dengan refrigeran R-22, antara lain :

1. Menghemat pemakaian listrik hingga 30%.
2. Tidak perlu penggantian/penambahan komponen pada Mesin AC atau mesin pendingin lain.
3. Memberikan efek pendinginan lebih baik.
4. Meringankan kerja kompresor, sehingga umur pemakaian kompresor AC atau mesin pendingin menjadi lebih panjang.
5. Tidak merusak AC atau Mesin pendingin
6. Ramah lingkungan, karena tidak merusak lapisan Ozon dan tidak menimbulkan Efek Rumah Kaca/Pemanasan Global.

Kelebihan-kelebihan dari refrigeran Musicool tersebut disebabkan oleh sifat Fisika dan

Thermodynamikanya yang lebih baik jika dibandingkan dengan refrigeran R-22. Namun secara umum dapat dikemukakan, bahwa retrofit refrigeran R-22 dengan refrigeran Musicool dapat menurunkan pemakaian tenaga listrik yang cukup signifikan, sehingga dapat memberikan keuntungan finansial yang tidak sedikit bagi pemilik mesin AC, berupa:

1. Penurunan biaya listrik
2. Mengurangi biaya perawatan
3. dan lain-lain.

2.3. Persamaan Efisiensi

Nilai efisiensi yang dicari dalam penelitian ini diwakili dari nilai *Energy Efficiency Ratio (EER)*, yaitu kapasitas pendinginan dalam satuan *Btu/h* dibagi konsumsi daya pada kompresor dalam *Watt* atau dapat dituliskan seperti :

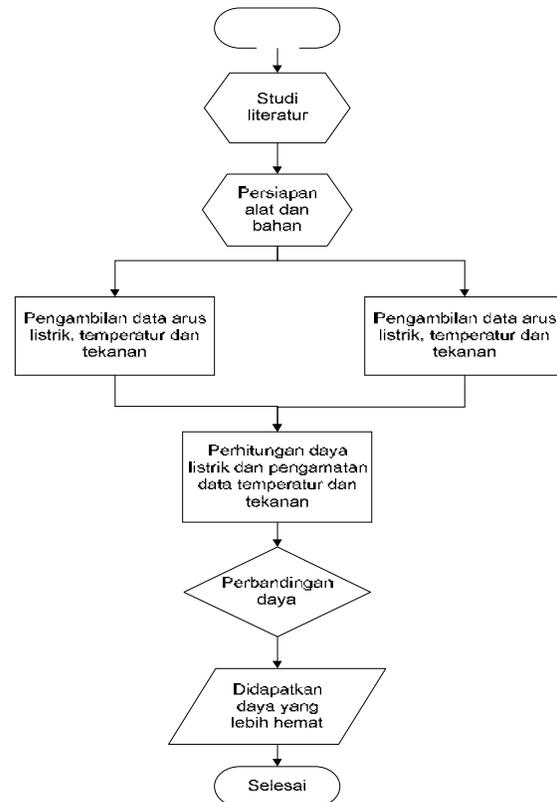
$$EER = \frac{\text{Kapasitas pendinginan } (\frac{BTU}{h})}{\text{Konsumsi daya pada kompresor (Watt)}}$$

3. Metodologi Penelitian

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium program studi Teknik Pendingin dan Tata Udara Politeknik Sekayu. Dan Waktu Pengambilan data dilakukan pada bulan Februari 2017.

3.2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

3.3. Prosedur Pengambilan Data

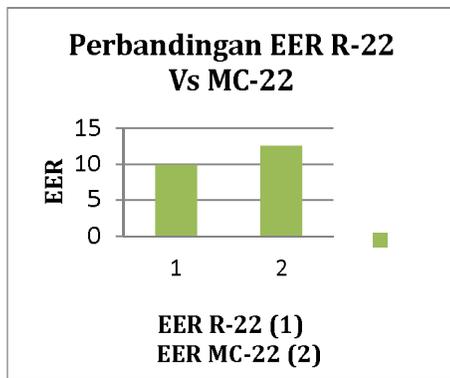
- a) Urutan prosedur pengambilan data adalah sebagai berikut:
- b) Persiapan dan menghidupkan alat
- c) Persiapan alat ukur
- d) Alat dihidupkan hingga terlihat berjalan normal
- e) Pengambilan data dilakukan tiga kali dalam satu hari
- f) Pengambilan data dilakukan selama satu hari

3.4. Alat dan Bahan Penelitian

- a) Satu unit AC kapasitas 9000 BTU/h
- b) Alat ukur tekanan
- c) Alat ukur arus listrik
- d) Multimeter
- e) Refrigeran R-22 dan MC-22

4. Hasil dan Pembahasan

Gambar 7 merupakan diagram alir yang digunakan pada penelitian ini, dan merupakan tahapan-tahapan yang dilalui dalam melakukan penelitian ini. Setelah mencapai tahapan akhir kemudian didapatkan hasil seperti dijabarkan pada gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8. Grafik Perbandingan EER R-22 VS MC-22

Waktu yang diperlukan untuk pengambilan data adalah selama satu hari. Dalam satu hari pengambilan data dilakukan pada pagi, siang dan sore hari. Pengambilan data dilakukan ketika unit masih menggunakan R-22 dan setelah diretrofit dengan MC-22. Dan dari hasil percobaan didapatkan bahwa daya unit AC ketika menggunakan refrigeran MC-22 lebih hemat dibandingkan ketika menggunakan refrigeran R-22 dengan nilai EER MC-22 adalah 12,59. Sehingga menurut Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia (2015) termasuk golongan empat bintang yang berarti sangat hemat energi.

5. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan data-data yang didapat pada percobaan, didapatkan nilai EER ketika unit AC menggunakan R-22 adalah 9,98 dan MC-22 adalah

12,59. Dapat dilihat bahwa dilai EER tertinggi ketika unit AC menggunakan refrigeran MC-22, dan ini berarti AC dengan MC-22 lebih hemat energi.

DAFTAR PUSTAKA

ASHRAE HVAC 2001 Fundamentals Handbook Cengel, Y.A., and Boles, M.A. 2006. "Thermodynamics: An Engineering Approach," 5th ed., McGraw-Hill.

Chairbowo, F., dan Ichسانی, D. 2016. "Rancang bangun dan studi eksperimen alat penukar panas untuk memanfaatkan energi refrigerant keluar kompresor AC sebagai pemanas air pada ST/D=8 dengan variasi volume air," Jurnal Teknik ITS, Vol. 5, No. 2, ISSN: 2337-3539.

Iksal, Saefudin, dan Aswad, I.2016. "Rancang bangun sistem pengendali suhu ruangan menggunakan fuzzy logic," Ethos: 207-212, Vol. 4, No. 2.

Labtech International Ltd. 2014. "VRV Air Conditioning Trainer,," Experiment Manual, Model: RCO-VAC-A, Batam.

Moran, M. J., dan Shapiro, H. N. 2004. "Termodinamika Teknik Jilid 2,," Edisi 4, Erlangga, Jakarta.

Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor: 07 Tahun 2015.

Poernomo, H. 2015. "Analisis karakteristik unjuk kerja sistem pendingin (Air conditioning) yang menggunakan freon R-22 berdasarkan pada variasi putaran kipas pendingin kondensor,," KAPAL, Vol. 12, No. 1.

Purwanto, E., dan Ridhuan, K. 2014. "Pengaruh jenis refrigerant dan beban pendingin terhadap kemampuan kerja mesin pendingin,," TURBO, Vol. 3, No. 1, ISSN 2301-6663.

Ridhuan, K., dan Rifai, A. 2013. "Analisa kebutuhan beban pendingin dan daya alat pendingin AC untuk aula kampus 2 UM Metro,," TURBO, Vol. 2, No. 2, ISSN 2301-6663.

Ridhuan, K., dan J., Angga, I. G. 2014. "Pengaruh media pendingin air pada kondensor terhadap kemampuan kerja mesin pendingin,," TURBO, Vol. 3, No. 2, ISSN 2301-6663.

Risano, A. Y. E., E. S. Susila, M. D., dan Pratama, Y. 2017. "Aplikasi minyak kelapa sawit pada photovoltaic yang terintegrasi pada dinding bangunan sebagai pendingin pasif untuk meningkatkan efisiensi dan menurunkan beban pendingin ruangan,," TURBO, Vol. 6, No. 1.

Stoecker, W.F., and Jones,W.N. 1982. "Refrigeration and Air Conditioning,," The McGaw-Hill, Inc., New York.