

Perbandingan Uji Performansi Sistem Refrigerasi pada Mesin *Refrigerated Air Dryer* Menggunakan R134a dan MC134.

Evita Rahmania Lestari¹, Arda Rahardja Lukitobudi² Triaji Pangripto Pramudantoro³

¹Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : evita.rahmania.tptu19@polban.ac.id

²Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : ardarl@yahoo.com

³Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : triajipangripto@gmail.com

ABSTRAK

Refrigerated air dryer merupakan sebuah mesin sistem refrigerasi yang digunakan dalam pengeringan udara yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan industri – industri. Refrigeran yang digunakan adalah jenis *hydrofluorocarbon* (HFC), seperti R134a, yang memiliki pengaruh yang berbahaya bagi lingkungan sekitar. Maka dari itu, refrigeran hidrokarbon MC-134 menjadi alternatif sebagai pengganti refrigeran R134a yang tidak memiliki pengaruh bahaya ke lingkungan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui performansi sistem refrigerasi kompresi uap terhadap penggunaan refrigeran R134a dan hidrokarbon jenis MC 134. Metodologi penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan cara pengambilan data yang dilakukan per 5 menit sekali selama 2 jam. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan saat sistem menggunakan refrigeran R134a memiliki COP_{actual} dan COP_{carnot} sebesar 3,25 dan 5,1, kemudian konsumsi energi sebesar 0,91 kWh dengan efisiensi sebesar 63,7%, sedangkan pada saat pengujian sistem saat menggunakan refrigeran hidrokarbon MC-134 diperoleh COP_{actual} dan COP_{carnot} sebesar 3,26 dan 4,87 kemudian konsumsi energi sebesar 0,77 kWh dengan efisiensi sebesar 66,9 %.

Kata Kunci

Air Dryer, Hidrokarbon, Efisiensi, R134a, MC 134

1. PENDAHULUAN

Terdapat banyak pabrik yang membutuhkan udara kering untuk keperluan produksinya. Udara kering didapat dengan menggunakan sistem *air dryer*. Salah satunya yang sering digunakan adalah sistem *refrigerated air dryer*, dimana sistem ini menggunakan sistem refrigerasi kompresi uap untuk mengeringkan udara.

Refrigeran merupakan media penukar kalor pada sistem refrigerasi, jika tidak ada refrigeran maka proses refrigerasi tidak akan terjadi. Terdapat banyak jenis refrigeran yang dapat mempengaruhi performansi dari sistem refrigerasi pada *refrigerated air dryer*. Refrigeran yang masih digunakan di pasaran seperti contoh R134a memiliki potensi menyebabkan pemanasan global. Maka dari itu, tujuan penulis adalah menggantikan refrigeran dengan jenis hidrokarbon agar lebih ramah lingkungan dengan membandingkan

kinerja dari sistem refrigerasi kompresi uap dalam sistem *refrigerated air dryer* menggunakan jenis refrigeran yang berbeda yaitu R134a dan MC 134 untuk satu mesin *dryer* yang sama [1].

Pada penelitian ini dilakukan eksperimental pengambilan data dengan dua jenis refrigeran yang berbeda, yaitu refrigeran R134a dan hidrokarbon jenis MC134.

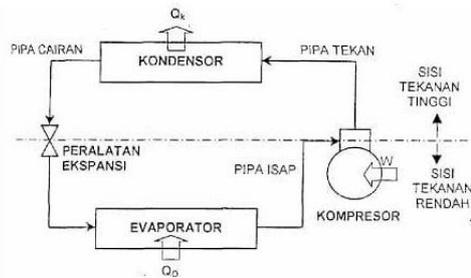
Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menguji bagaimana pengaruh jenis refrigeran terhadap kinerja sistem dan untuk mengurangi pemakaian refrigeran yang dapat merusak lapisan ozon dan menimbulkan pemanasan global.

2. TINJAUAN PUSTAKA

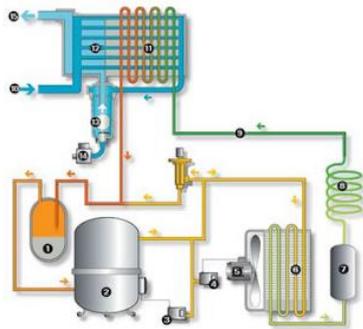
Refrigerated air dryer merupakan alat pengering udara yang menggunakan sistem

refrigerasi khususnya sistem refrigerasi kompresi uap. Udara kering yang dihasilkan tersebut akan digunakan untuk keperluan mesin di industri – industri.

Komponen dalam *refrigerated air dryer* umumnya sama seperti sistem refrigerasi kompresi uap yang terdapat empat komponen utama yaitu kompresor, kondenser, alat ekspansi dan evaporator.

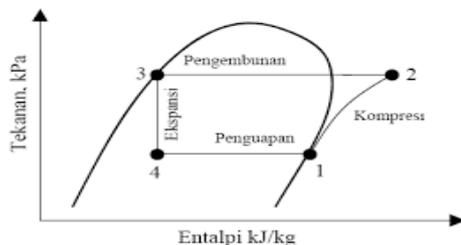


Gambar 31. Siklus refrigerasi kompresi uap



Gambar 32. Siklus refrigerated air dryer

Berdasarkan Gambar 1 dan Gambar 2, terlihat bahwa siklus refrigerasi pada *refrigerated air dryer* sama dengan kompresi uap pada umumnya, namun pada *dryer* terdapat dua *heat exchanger* yaitu *air to refrigerant heat exchanger* dan *air to air heat exchanger*.



Gambar 33. Diagram P-h siklus refrigerasi kompresi uap

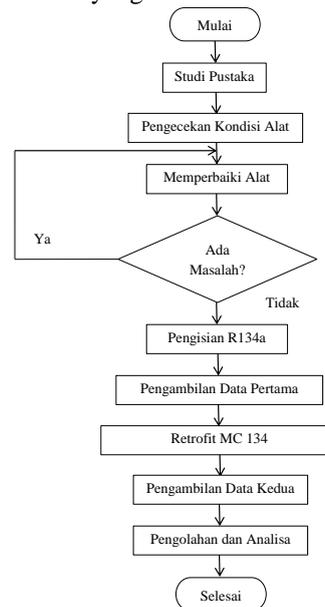
Terdapat empat siklus pada sistem refrigerasi kompresi uap yaitu siklus kompresi, siklus kondensasi (pengembunan), siklus ekspansi, dan siklus evaporasi (penguapan). [3]

3. METODOLOGI

Prosedur pengujian dan pengambilan data dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Pengecekan kondisi alat, jika ada kendala perbaiki atau modifikasi.
- Pevakuman refrigeran dari sistem, karena akan dilakukan proses pengelasan untuk penambahan *pressure gauge*.
- Penambahan *pressure gauge* pada sistem dengan proses pengelasan.
- Pevakuman dan dibiarkan beberapa saat untuk mengecek kebocoran.
- Pengisian refrigeran awal R134a sesuai tekanan yang ada pada spesifikasi alat.
- Pengambilan data pertama, jika sudah sesuai lanjut ke proses pevakuman.
- Vakum refrigeran awal R134a.
- Proses retrofit dengan mengisi refrigeran dengan MC134 dengan massa 40% dari massa R134a.
- Proses pengambilan data kedua.

Berikut diagram alir dari penelitian uji performansi yang dilaksanakan.



Gambar 34. Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan secara eksperimen dengan proses pengambilan data selama dua jam dengan menempatkan alat ukur di beberapa titik.

Parameter yang digunakan untuk proses perhitungan yaitu tekanan *discharge*, tekanan *suction*, temperatur *discharge*, temperatur *suction*, dan temperatur keluar kondenser.

Alat ukur untuk mengukur parameter diatas adalah menggunakan *thermometer digital*. Untuk menghitung arus dan tegangan menggunakan tang amper.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan pengaruh jenis refrigeran terhadap kinerja sistem. Kinerja sistem mencakup efek refrigerasi, kerja kompresi, kalor yang dilepas oleh kondenser, COP, dan efisiensi.

Untuk mendapatkan nilai – nilai tersebut dapat menggunakan persamaan berikut: [3]

$$q_e = h_1 - h_4 \quad (1)$$

$$q_w = h_2 - h_1 \quad (2)$$

$$q_c = h_2 - h_3 \quad (3)$$

$$COP_{actual} = \frac{q_e}{q_w} \quad (4)$$

$$COP_{carnot} = \frac{T_e}{(T_k - T_e)} \quad (5)$$

$$\eta_{refrigerasi} = \frac{COP_{actual}}{COP_{carnot}} \times 100\% \quad (6)$$

$$E = \text{Daya} \times \text{waktu} \quad (7)$$

Dimana:

q_e = Kalor yang diserap oleh evaporator (kJ/kg)

q_w = Kerja kompresi yang dilakukan (kJ/kg)

q_c = kalor yang dilepas kondenser (kJ/kg)

η = Efisiensi sistem (%)

E = Konsumsi energi listrik (kWh)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Refrigeran MC134 yang dimasukkan pada sistem sebanyak 40%, nilai tersebut didapat dari perbandingan besar massa jenis dari kedua jenis refrigeran yang dipakai [5].

Berikut merupakan data yang didapat dari hasil pengukuran saat sistem menggunakan dua jenis refrigeran yang berbeda.

Tabel 1 Data Pengukurann

No.	Titik Pengukuran	R-134 A	MC-134	Satuan
1.	Tekanan Discharge	10,48	10,34	Bar gauge
2.	Tekanan Suction	1,03	0,89	Bar gauge
3.	Temperatur Discharge	55,2	42,3	°C
4.	Temperatur Kondenser	33,5	27,2	°C

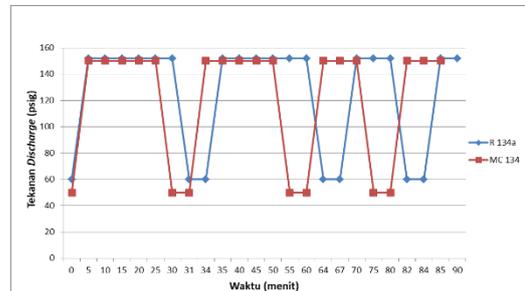
5.	Temperatur Suction	-5,2	-9,7	°C
6.	Tegangan	220	220	V
7.	Arus	3,1	3	A

Setelah dilakukan perhitungan dengan cara plot pada diagram P-h dengan ditambah 3 pada temperatur *discharge* dan keluaran kondenser juga dikurangi 3 untuk temperatur *suction* [4]. Maka, akan didapatkan nilai COP_{actual} , COP_{carnot} , efisiensi dan konsumsi energi listrik.

Tabel 2 Perbandingan Hasil Percobaan

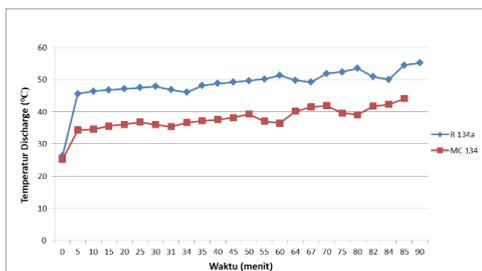
No.	Parameter	R-134A	MC-134
1.	COP_{Actual}	3,25	3,26
2.	COP_{Carnot}	5,1	4,87
3.	Efisiensi	63,7 %	66,9 %
4.	Konsumsi Energi	772,93 kWh	654,5 kWh
5.	TDB Output	17 °C	16,3°C

Dari hasil eksperimen maka dapat dilihat bahwa, jenis refrigeran mempengaruhi kinerja sistem.



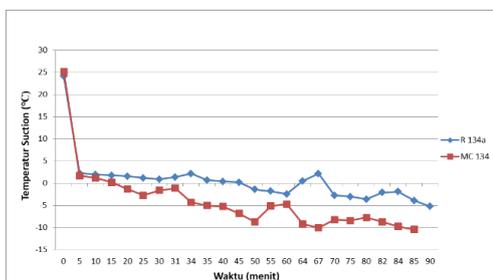
Gambar 35. Grafik tekanan discharge terhadap waktu

Gambar 5 menunjukkan pengaruh tekanan *discharge* dari kedua jenis refrigeran. Terlihat bahwa saat sistem menggunakan refrigeran MC134 memiliki nilai tekanan yang lebih rendah yaitu sebesar 150 psi dibandingkan saat sistem menggunakan refrigeran R134a yaitu sebesar 152 psi. Hal ini bisa terjadi karena massa refrigeran MC134 pada sistem lebih sedikit dibandingkan dengan massa R134a.



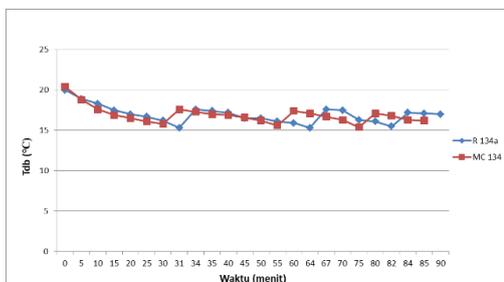
Gambar 36. Grafik temperatur discharge terhadap waktu

Gambar 6 merupakan pengaruh penggunaan refrigeran terhadap temperatur discharge. Terlihat bahwa temperatur discharge saat sistem menggunakan MC-134 lebih rendah dibandingkan saat sistem menggunakan refrigeran R134a. Penyebabnya sama seperti pada tekanan yaitu massa MC-134 pada sistem lebih sedikit dibandingkan massa R134a.



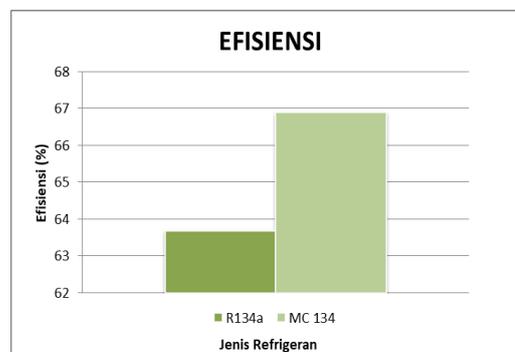
Gambar 37. Grafik temperatur suction terhadap waktu

Gambar 7 menunjukkan pengaruh temperature suction pada temperature terhadap jenis temperature. Seperti pada grafik bahwa nilai temperature suction pada temperature saat menggunakan MC 134 lebih rendah hal tersebut menandakan bahwa efek refrigerasinya lebih besar. Karena nilai efek refrigerasi yang lebih besar inilah akan membuat penurunan temperature pada evaporator untuk pengeringan udara menjadi lebih cepat [6].



Gambar 38. Grafik TDB output terhadap waktu

Gambar 8 menunjukkan bahwa TDB pada keluaran dryer semakin menurun yang menandakan bahwa udara tersebut selain dikeringkan juga didinginkan karena didalam evaporator udara tersebut melewati dua jenis heat exchanger sehingga temperaturnya menjadi lebih rendah.



Gambar 39. Grafik perbandingan nilai efisiensi saat sistem menggunakan R134a dan MC134

Gambar 9 menunjukkan bahwa nilai efisiensi pada saat sistem menggunakan refrigeran MC134 lebih tinggi yaitu 66,9%. Sedangkan saat sistem menggunakan refrigeran R134a nilai efisiensinya 63,7%. Hal tersebut menandakan bahwa saat sistem menggunakan refrigeran MC134 kinerja sistemnya lebih baik [4].

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisis yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa jenis refrigeran mempengaruhi kinerja sistem, dan jenis refrigeran yang direkomendasikan adalah HC jenis MC134. Selain lebih ramah lingkungan refrigeran tersebut juga membuat kinerja sistem menjadi lebih baik.

Berikut nilai - nilai yang dijadikan perbandingan yaitu nilai COP_{actual} pada saat sistem menggunakan refrigeran R134a sebesar 3,053, sedangkan pada saat sistem menggunakan refrigeran MC 134 sebesar 3,19. Nilai COP_{carnot} pada saat sistem menggunakan refrigeran R134a sebesar 4,96, sedangkan pada saat sistem menggunakan refrigeran MC 134 sebesar 4,87. Nilai efisiensi pada saat sistem menggunakan refrigeran R134a sebesar 61,5%, sedangkan pada saat sistem menggunakan refrigeran MC 134 sebesar 65,5%. Nilai konsumsi listrik pada saat sistem menggunakan refrigeran R134a sebesar 0,91kWh sedangkan pada saat sistem

menggunakan refrigeran MC 134 sebesar 0,77 kWh.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka ada beberapa saran yang dapat dilakukan untuk mengembangkan penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

- Melakukan retrofit dengan refrigeran jenis hidrokarbon lain.
- Melakukan variasi tekanan *air compressor* yang di *supply*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Bandung yang telah memberikan fasilitas dan dana bantuan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alghifari, Azel Adnal. 2020. Uji Performansi Sistem *Ice Slush Machine* Menggunakan Refrigeran R134a Dan Mc-134. Politeknik Negeri Bandung.
- [2] Althouse, A. D. 2004. *Modern Refrigeration, and Air Conditioning. United States of America: The Goodheart Willcox Company, Inc.*
- [3] Dossat, Roy J. 1961. *Principle Of Refrigeration*. London: John Wiley & Sons, Inc
- [4] Graham Boyle. 1988. *Australian Refrigeration and Air Conditioning Vol 2*. Trust Publicaation.
- [5] Haryanto, dkk. 2017. Perbandingan Kinerja *Blood Bank Refrigerator* Menggunakan R134a Dan MC 134. Politeknik Sekayu
- [6] Rusmaryadi, Heriyanto. 2019. Studi Perbandingan Kinerja *Freezer 1/5 PK* Dengan R134a Dan Musicool (MC134). Universitas Tridinanti Palembang.