



# JMEMME

(Journal of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials and Energy)

Available online <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jmemme>

## ANALISA PERBANDINGAN PRESTASI MESIN PENDINGIN TERHADAP PEMAKAIAN REFRIGERAN HCFC-22, HFC- 134a, HFC-404a

### COMPARATIVE ANALYSIS OF COOLING MACHINE ON THE USE OF REFRIGERANT HCFC-22, HFC-134a, HFC-404a

Eko S. Manalu<sup>1)</sup> \*, Husin Ibrahim<sup>2)</sup>, Amrinsyah<sup>3)</sup>

1) Alumni Prodi Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Indonesia

2) Prodi Mesin, Fakultas Teknik, POLMED, Indonesia

3) Prodi Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Indonesia

\*Corresponding Email:

#### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui koefisien prestasi (COP) dari pemakaian tiga jenis Refrigeran yaitu HCFC-22, HFC-134a, HFC-404a dengan cara pergantian langsung (drop substitution). Mesin pendingin ini merupakan mesin refrigerasi siklus kompresi uap sederhana, yang berupa kompresor, kondensor, pipa kapiler, dan evaporator, tipe kondensor bersirip dan berpendingin kipas, dan tipe evaporator tipe bersirip, sistem ekspansi menggunakan pipa kapiler, metode yang digunakan yaitu berupa pengamatan setiap perubahan keadaan yang ditunjukkan oleh alat pengukur ampere, voltase, suhu dan tekanan, kemudian dianalisa untuk mendapatkan hasil prestasi yang terbaik dari pemakaian ketiga jenis refrigeran tersebut. Perhitungan-perhitungan yang meliputi efek refrigerasi, kalor ekivalen dari kerja kompresi, daya yang masuk ke kompresor, jumlah aliran massa refrigeran yang bersirkulasi, koefisien prestasi, dan efisiensi refrigerasi Dalam perhitungan juga menggunakan bantuan suatu perangkat lunak yaitu "Genetron Properties v 1.2 ©Honeywell International Inc.2010". Saat mesin pendingin menggunakan Refrigeran HFC-134a COP didapatkan sebesar 2.83 COP HCFC-22 sebesar 2.65, dan HFC-404a sebesar 1.37, HFC-134a juga lebih irit dalam pemakaian arus listrik dalam kapasitas yang sama. Saat mesin pendingin menggunakan Refrigeran HCFC-22 kedaannya sangat stabil selama operasi berjalan, namun tidak cukup hemat dalam pemakaian arus listrik. Refrigeran HFC-134a ini, dari hasil penelitian menunjukkan bahwa refrigeran ini bertekanan rendah dan bersuhu minus yang cukup rendah, sedangkan untuk refrigeran HCFC-22 dan HFC-404a bertekanan tinggi dan bersuhu minus tinggi.

**Kata kunci : Prestasi Mesin Pendingin, HCFC-22, HFC-134a, HFC-404a**

#### Abstract

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui koefisien prestasi (COP) dari pemakaian tiga jenis Refrigeran yaitu HCFC-22, HFC-134a, HFC-404a dengan cara pergantian langsung (drop substitution). Mesin pendingin ini merupakan mesin refrigerasi siklus kompresi uap sederhana, yang berupa kompresor, kondensor, pipa kapiler, dan evaporator, tipe kondensor bersirip dan berpendingin kipas, dan tipe evaporator tipe bersirip, sistem ekspansi menggunakan pipa kapiler, metode yang digunakan yaitu berupa pengamatan setiap perubahan keadaan yang ditunjukkan oleh alat pengukur ampere, voltase,

suhu dan tekanan, kemudian dianalisa untuk mendapatkan hasil prestasi yang terbaik dari pemakaian ketiga jenis refrigeran tersebut. Perhitungan-perhitungan yang meliputi efek refrigerasi, kalor ekivalen dari kerja kompresi, daya yang masuk ke kompresor, jumlah aliran massa refrigeran yang bersirkulasi, koefisien prestasi, dan efisiensi refrigerasi Dalam perhitungan juga menggunakan bantuan suatu perangkat lunak yaitu "Genetron Properties v 1.2 ©Honeywell International Inc.2010". saat mesin pendingin menggunakan Refrigeran HFC-134a COP didapatkan sebesar 2.83 COP HCFC-22 sebesar 2.65, dan HFC-404a sebesar 1.37, HFC- 134a juga lebih irit dalam pemakaian arus listrik dalam kapasitas yang sama. Saat mesin pendingin menggunakan Refrigeran HCFC-22 kedaannya sangat stabil selama operasi berjalan, namun tidak cukup hemat dalam pemakaian arus listrik. Refrigeran HFC-134a ini, dari hasil penelitian menunjukkan bahwa refrigeran ini bertekanan rendah dan bersuhu minus yang cukup rendah, sedangkan untuk refrigeran HCFC-22 dan HFC-404a bertekanan tinggi dan bersuhu minus tinggi.

**Kata kunci : Prestasi Mesin Pendingin, HCFC-22, HFC-134a, HFC-404a**

**How To Cite:** Eko S.M. Husin, I. Amrinsyah (2017). ANALISA PERBANDINGAN PRESTASI MESIN PENDINGIN TERHADAP PEMAKAIAN REFRIGERAN HCFC-22, HFC-134a, HFC-404a. Jmemme (Journal Of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials And Energy). 1 (2): 56-75

---

## PENDAHULUAN

Pendinginan dan pemanasan adalah proses penting dalam berbagai situasi sehari-hari, termasuk AC dan pemanas bangunan, rumah sakit, bioskop, ruang operasi, hotel, restoran, mobil dan transportasi. Pendinginan juga diperlukan dalam aplikasi industri skala besar, terutama di pembuatan es, dehidrasi gas, lemari es domestik dan komersial, skala besar gudang untuk penyimpanan dan pengawetan makanan, minuman, obat-obatan, dan sejumlah komersial lainnya dan jasa industri. Hal ini sangat cocok untuk pengembangan alat atau suatu mesin pendingin pada khususnya mesin pengkodisian udara, yang hemat energi.

Selain ikut membantu mengurangi dampak penipisan ozon, penelitian ini juga ikut serta dalam penghematan pemakaian energi listrik, dengan cara eksperimen terhadap tiga jenis bahan pendingin yang umum digunakan dan ketiganya cukup dianggap ramah lingkungan, namun dari segi pemanasan global kurang memenuhi. Penelitian ini bertujuan khusus untuk membandingkan prestasi kerja dari pemakaian bahan pendingin HCFC-22, HFC-134a, HFC-404a pada mesin pendingin 0.5 PK dengan cara pergantian langsung (*drop substitution*), metode yang digunakan dengan pengamatan setiap perubahan keadaan yang ditunjukkan oleh

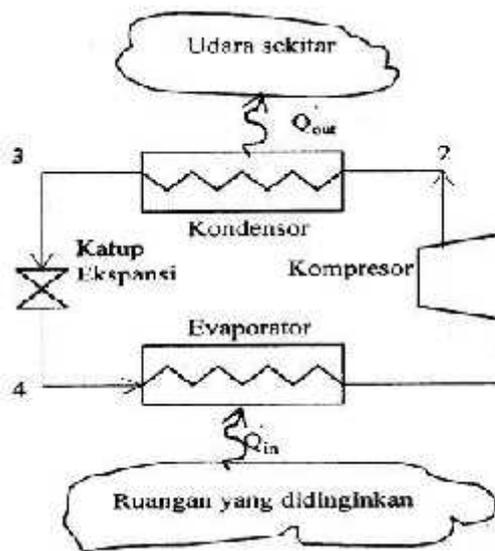
alat pengukur suhu, tekanan, tegangan dan arus, dan penelitian ini juga menggunakan bantuan perangkat lunak "Genetron Properties v 1.2 Honeywell International Inc.2010" sebagai pembantu melihat besar entalpi dari data yang diperoleh [1]. Pada sistem pemipaan sirkulasi refrigeran sudah mengikuti standar nasional, pipa sirkulasi yang berdiameter 6.35 mm dan pipa kapiler 1.0668 mm, memakai kompresor *hermetic* 220-240 Volt 50Hz, kondensor tipe koil bersirip berpendingin kipas, evaporator dengan koil bersirip menggunakan motor kipas.

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan tersebut di atas, peneliti merumuskan masalah berdasarkan kesepakatan *Montreal* tentang protokol internasional yang menghasilkan kesepakatan untuk menghapus bahan HCFC-22 pada tahun 2020, maka dilakukan penelitian pemakaian refrigeran HFC-134a dan HFC-404a sebagai bahan alternatif pengganti HCFC-22. Desain mesin pendingin merupakan mesin kompresi uap yang sederhana, yang komponennya terdiri dari: Kompresor 0.5HP, Kondensor bersirip, pipa kapiler, dan evaporator dilengkapi kipas sebagai pendistribusi udara ke ruangan.

Tujuan penelitian ini ialah untuk mendapatkan koefisien prestasi dari tiga

jenis bahan refrigerant alternatif, yaitu: HCFC-22, HFC-134a, dan HFC-404a yang akan dicoba langsung secara bergantian dengan putaran mesin kompresor yang tetap.

Sistem pendingin kompresi uap yang beroperasi secara *steady* dapat diilustrasikan seperti pada gambar 1. Pada gambar tersebut terlihat kerja utama yang berupa *input* dari luar dan perpindahan panas utama yang berasal dari ruangan yang didinginkan dan yang ke luar ke udara sekitar. Perubahan energi kinetik dan energi potensial saat menganalisa tiap komponen diabaikan, karena besar perubahan entalpi saat melalui komponen tersebut jauh lebih besar disbanding perubahan energi kinetik dan potensial [2].



Gambar 1. Komponen dan siklus dari sistem pendingin kompresi uap

Saat refrigerant mengalir melalui evaporator, perpindahan panas dari ruangan yang didinginkan menyebabkan refrigerant menguap. Dengan mengambil refrigerant pada evaporator sebagai volume atur, dari keseimbangan massa dan Hukum Termodinamika I didapat perpindahan panas per satuan massa refrigerant yang mengalir sebesar [3]:

$$\frac{Q_{in}}{\dot{m}} = h_1 - h_4 \text{ [kW]} \quad (1)$$

Laju perpindahan kalor atau Kapasitas Pendinginan pada evaporator disebut  $Q_{in}$ , kapasitas dinyatakan dalam satuan SI yaitu kilowatt (kW) [4].

Fase 1 Refrigeran meninggalkan evaporator yang dihisap kemudian dikompres oleh kompresor hingga tekanan dan temperatur refrigeran menjadi tinggi. Fase inilah didapatkan besar daya masuk ke kompresor [2]. Maka didapat persamaan :

$$W_{in} = \dot{m} \times (h_2 - h_1) \text{ [kW]} \quad (2)$$

Kemudian fase 2 refrigeran dikompresikan masuk kedalam kondensor, dimana refrigeran mengembun mengeluarkan kalor ke udara lingkungan yang lebih rendah temperaturnya, maka fase inilah yang disebut Kapasitas pengembunan per satuan refrigeran yang mengalir [5], yaitu:

$$COP = \frac{Q_c}{W_k} = \frac{h_2 - h_3}{h_1 - h_2} \quad (3)$$

Fase 3-4 akhir, refrigeran masuk kedalam katup ekspansi atau pipa kapiler, tekanan menurun dan menuju evaporator [5]. Proses ini yang besar entalpinya dianggap sama.

$$h_3 = h_4 \quad (4)$$

Proses 1-4 terjadi secara terus-menerus dan berulang-ulang sampai suhu dalam ruangan menjadi rendah [6].

Dalam desain sistem pendingin kompresi uap, koefisien prestasilah yang paling penting untuk diperhatikan, karena besaran inilah yang menentukan besar biaya dalam pemakai energi. Koefisien Prestasi didefinisikan sebagai perbandingan antara kapasitas pendinginan terhadap daya yang masuk ke kompresor [5], maka didapat persamaan:

$$COP = \frac{Q_c}{W_k} \quad (5)$$

### METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu: metode secara eksperimen dengan mengamati secara langsung proses sirkulasi refrigeran secara kontinu. Dalam penelitian subjek penelitian merupakan mesin pendingin siklus kompresi uap sederhana dengan

kapasitas 0,5 PK, sedangkan objek penelitiannya yaitu 3 buah bahan pendingin yang terdiri dari HCFC-22, HFC-134a, dan HFC-404a.

Variabel bebas merupakan lamanya waktu dalam penelitian, dalam penelitian waktu yang digunakan setiap percobaan pada masing-masing refrigeran dilakukan selama 50/10 menit. Variabel terikat merupakan variabel dari teori yang telah di uraikan diatas, yang merupakan efek refrigerasi, kapasitas pendinginan, laju aliran refrigeran, dan COP, pada setiap refrigerant.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diambil merupakan data mentah dari hasil pengujian pada ketiga jenis bahan pendingin, dimana pada tiap titik atau pada fase 1,2,3,4 diberi alat ukur tekanan dan alat ukur suhu. Maka didapatkan data mentah yang tersaji pada tabel 1, 2, dan 3.

Tabel 1. Pengujian Refrigeran HCFC-22

Waktu	P <sub>1</sub> (Bar)	P <sub>2</sub> =P <sub>2s</sub> (Bar)	P <sub>3</sub> (Bar)	T <sub>1</sub> (°C)	T <sub>2</sub> (°C)	T <sub>2s</sub> (°C)	T <sub>3</sub> (°C)
10 Mnt	1.98	16.18	15.84	-25.44	42.22	62.20	41.32
20 Mnt	1.91	15.84	15.49	-26.32	41.32	68.20	40.42
30 Mnt	1.77	15.49	15.15	-28.14	40.42	69.40	39.49
40 Mnt	1.70	15.29	15.15	-29.09	39.87	67.10	39.49
50 Mnt	1.70	15.29	15.15	-29.09	39.87	66.20	39.49

Tabel 2. Pengujian Refrigeran HFC-134a

Waktu	P <sub>1</sub> (Bar)	P <sub>2</sub> =P <sub>2s</sub> (Bar)	P <sub>3</sub> (Bar)	T <sub>1</sub> (°C)	T <sub>2</sub> (°C)	T <sub>3s</sub> (°C)	T <sub>3</sub> (°C)
10 Mnt	1.84	12.60	11.84	-12.16	48.21	57.60	45.79
20 Mnt	1.84	12.60	12.04	-12.16	48.21	57.20	46.46
30 Mnt	1.70	12.39	12.04	-14.08	47.56	56.20	46.46
40 Mnt	1.70	12.39	12.04	-14.08	47.56	56.40	46.46
50 Mnt	1.70	12.39	12.04	-14.08	47.56	56.40	46.46

Tabel 3. Pengujian Refrigeran HFC-404a

Waktu	P <sub>1</sub> (Bar)	P <sub>2</sub> =P <sub>2s</sub> (Bar)	P <sub>3</sub> (Bar)	T <sub>1</sub> (°C)	T <sub>2</sub> (°C)	T <sub>2s</sub> (°C)	T <sub>3</sub> (°C)
10 Mnt	1.98	18.59	18.25	-31.19	40.68	61.30	39.90
20 Mnt	1.91	18.59	18.25	-32.04	40.68	66.10	39.90
30 Mnt	1.91	18.59	18.25	-32.04	40.68	68.30	39.90
40 Mnt	1.84	18.25	17.91	-32.92	39.91	69.10	39.11
50 Mnt	1.84	18.25	17.91	-32.92	39.91	68.00	39.11

Berdasarkan data hasil pengujian yang telah dilakukan, besar entalpi pada setiap fase dapat dicari menggunakan tabel entalpi, namun pada penelitian ini, peneliti terbantu dengan adanya perangkat lunak dari “Genetron Properties v 1.2 Honeywell International Inc.2010”, dengan cara memasukkan besar tekanan pada setiap fase, maka akan langsung terdeteksi besar entalpi yang dihasilkan dari pengujian tersebut. Maka, data entalpi, daya input, dan koefisien prestasi per 10 menit dapat dilihat pada tabel 4. Data yang akan dibahas merupakan siklus nyata.

Tabel 4. Koefisien prestasi untuk refrigerant HCFC-22

Waktu	10	20	30	40	50
Data	Menit	Menit	Menit	Menit	Menit
P <sub>1</sub> (Bar)	1,98	1,91	1,77	1,70	1,70
P <sub>2</sub> = P <sub>2s</sub> (Bar)	16,18	15,84	15,49	15,29	15,29
P <sub>3</sub> (Bar)	15,84	15,49	15,15	15,15	15,15
h <sub>1</sub> (kJ/kg)	394,71	394,32	393,52	393,11	393,11
h <sub>2</sub> (kJ/kg)	448,81	448,78	449,39	449,66	449,66
h <sub>2s</sub> (kJ/kg)	435,39	441,31	442,83	440,17	439,31
h <sub>3</sub> = h <sub>f</sub> = h <sub>4</sub>	251,41	250,20	248,97	248,97	248,97
W <sub>in</sub> (kW)	0,386	0,384	0,382	0,394	0,394
G (kg/s)	0,00713	0,00705	0,00684	0,00696	0,00696
Q <sub>cooling</sub>	1,02	1,02	0,99	1,00	1,00
COP <sub>cooling</sub>	2,65	2,65	2,59	2,55	2,55

Tabel 5. Koefisien prestasi untuk refrigerant HFC-134a

Waktu	10	20	30	40	50
Data	Menit	Menit	Menit	Menit	Menit
P <sub>1</sub> (Bar)	1,84	1,84	1,70	1,70	1,70
P <sub>2</sub> = P <sub>2s</sub> (Bar)	12,60	12,60	12,39	12,39	12,39
P <sub>3</sub> (Bar)	11,84	12,04	12,04	12,04	12,04
h <sub>1</sub> (kJ/kg)	391,36	391,36	390,19	390,19	390,19
h <sub>2</sub> (kJ/kg)	435,99	435,99	435,26	436,26	436,26
h <sub>2s</sub> (kJ/kg)	433,86	433,40	432,70	432,93	432,93
h <sub>3</sub> = h <sub>f</sub> = h <sub>4</sub>	265,14	266,16	266,16	266,16	266,16
W <sub>in</sub> (kW)	0,362	0,362	0,357	0,361	0,348
G (kg/s)	0,00812	0,00812	0,00775	0,00783	0,00756
Q <sub>cooling</sub>	1,03	1,02	0,96	0,97	0,9
COP	2,83	2,81	2,69	2,69	2,69

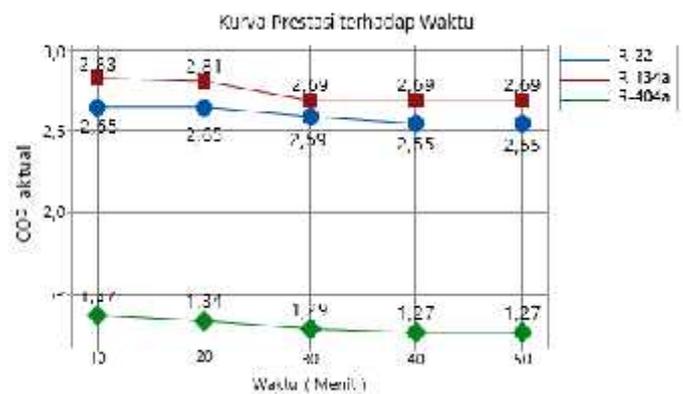
Tabel 6. Koefisien prestasi untuk refrigerant HFC-404a

Waktu	10	20	30	40	50
Data	Menit	Menit	Menit	Menit	Menit
P <sub>1</sub> (Bar)	1,98	1,91	1,91	1,84	1,84
P <sub>2</sub> = P <sub>2s</sub> (Bar)	18,59	18,59	18,59	18,25	18,25
P <sub>3</sub> (Bar)	18,25	18,25	18,25	17,91	17,91
h <sub>1</sub> (kJ/kg)	347,38	346,88	346,88	346,37	346,37
h <sub>2</sub> (kJ/kg)	412,14	412,70	415,65	416,79	416,79
h <sub>2s</sub> (kJ/kg)	406,15	411,93	414,55	416,01	414,72
h <sub>3</sub> = h <sub>f</sub> = h <sub>4</sub>	258,51	258,51	258,51	257,20	257,20
W <sub>in</sub> (kW)	0,376	0,374	0,372	0,355	0,368
G (kg/s)	0,00581	0,00569	0,00542	0,00504	0,00523
Q <sub>cooling</sub>	0,52	0,50	0,48	0,45	0,47
COP <sub>cooling</sub>	1,37	1,34	1,29	1,27	1,27

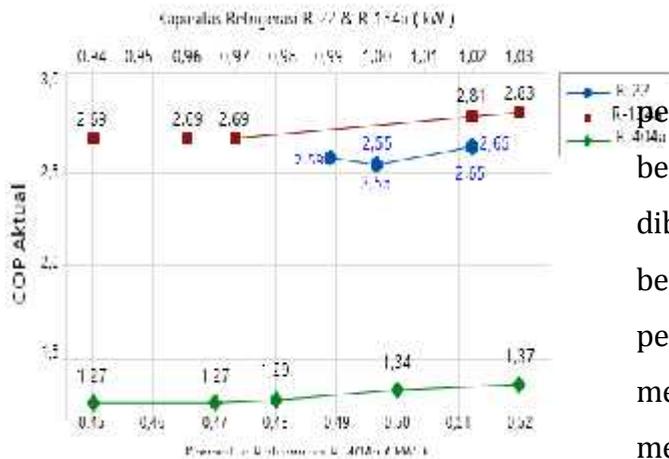
Kurva karakteristik prestasi mesin pendingin kompresi uap didefinisikan

sebagai plot antara koefisien prestasi (COP) terhadap kapasitas pendinginan( $Q_{in}$ ). Pada gambar 4.1 menunjukkan kurva karakteristik prestasi mesin pendingin yang diperoleh dari pemakaian ketiga Refrigeran. Untuk perbandingan, data kurva diambil dari kinerja aktual. Pada kurva menunjukkan bahwa COP yang tertinggi di hasilkan oleh R-134a, dan R-22 hampir sebanding dengan prestasi R-134a, kurva R-22 ideal dan aktual menunjukkan tidak terjadi penurunan prestasi yang signifikan, dimana saat mesin pendingin menggunakan R-22 keadaannya stabil saat pengoperasian berlangsung.

yang diberikan dari masing-masing Refrigerant akan menurun, penurunan dapat diplotkan sebagai kurva kerja terhadap waktu. Pada rentang waktu per 10 menit kapasitas pendinginan yang dihasilkan R-134a lebih tinggi dari yang lain, hal ini sangat menguntungkan dengan kapasitas refrigerasi yang sama.



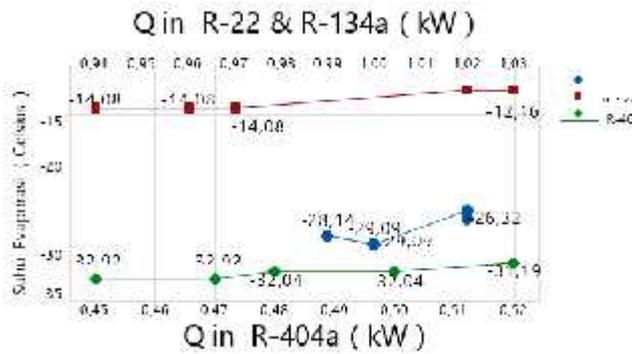
Gambar 3. Kurva prestasi terhadap waktu



Gambar 2. COP aktual terhadap kapasitas Refrigerasi

Kurva perbandingan Prestasi tersebut menunjukkan bahwa semakin besar kapasitas refrigerasi maka COP akan meningkat, namun seiring berjalannya waktu, COP dan Kapasitas Refrigerasi

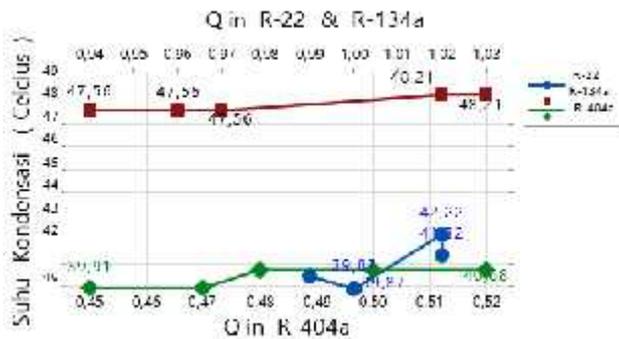
Karakteristik prestasi mesin pendingin dengan Refrigerant yang berbeda, maka kapasitas pendinginan yang diberikan oleh masing-masing Refrigeran berbeda pula. Dalam penelitian ini percobaan yang dilakukan dengan memvariasikan rentang waktu per 10 menit, dengan waktu lamanya percobaan pada masing-masing refrigeran yaitu selama 50 menit. Kurva yang akan diplot kedalam grafik yaitu dalam kondisi aktual.



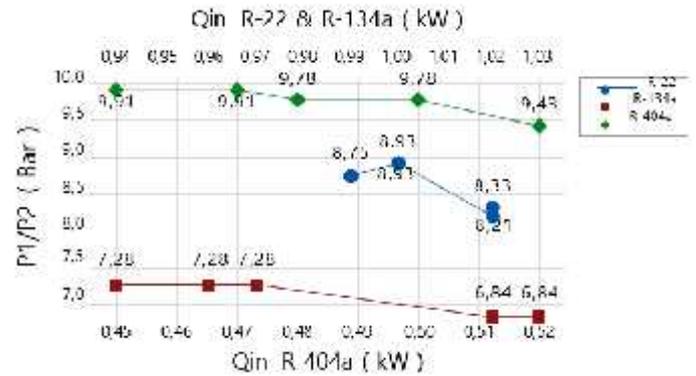
Gambar 4. Kurva Evaporasi terhadap kapasitas refrigerasi



Gambar 7. Kurva Tekanan Kerja Evaporator terhadap COP



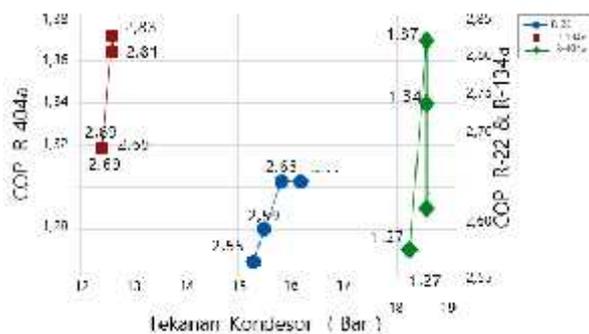
Gambar 5. Kurva kondensasi terhadap kapasitas refrigerasi



Gambar 8. Kurva Rasio Tekanan Terhadap Kapasitas Refrigerasi

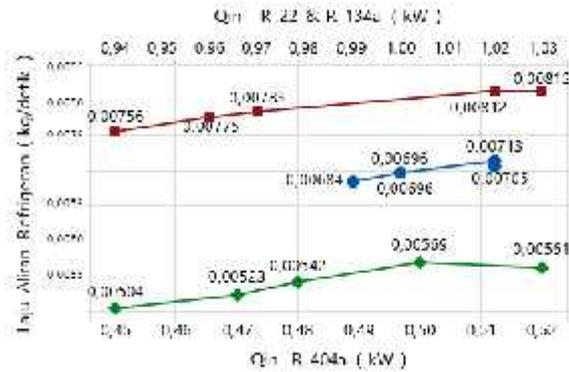
Pada gambar 4 dan 5 memperlihatkan bahwa perubahan suhu di dalam kondensor seiring meningkat dengan peningkatan kapasitas refrigerasi, berbanding terbalik dengan penurunan suhu di evaporator, semakin turun suhu, kapasitas juga menurun.

Variasi tekanan yang diberikan kondensor dan evaporator terhadap kapasitas refrigerasi yang ditunjukkan pada gambar 8 menunjukkan bahwa tekanan dikondensor meningkat dan tekanan evaporator menurun, peningkatan dan penurunan tekanan diiringi dengan peningkatan kapasitas refrigerasi yang diberikan oleh masing-masing refrigerant. Data pada tekanan yang tertinggi di kondensor dan evaporator diberikan oleh R-404a, R-134a memperoleh tekanan yang terendah. Variasi tekanan R-134a dan R-22 hampir sama. Peningkatan kapasitas



Gambar 6. Kurva Tekanan Kerja kondensor terhadap COP

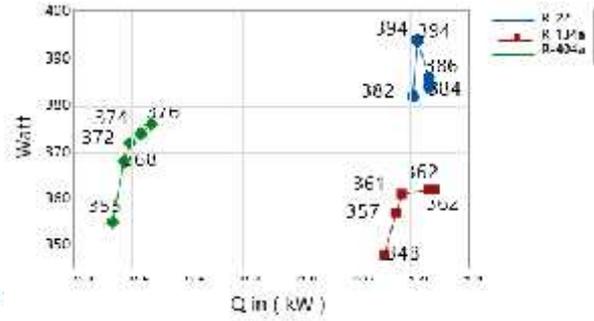
refrigerasi juga di iringi oleh kenaikan jumlah refrigerant yang bersirkulasi pada sistem, hal ini dapat di lihat pada gambar 9.



Gambar 9. Kurva laju aliran refrigeran terhadap kapasitas refrigerasi

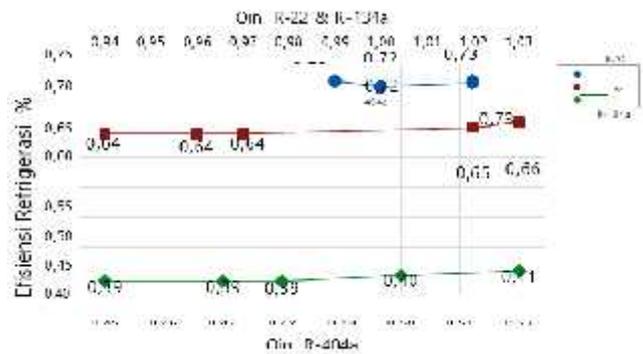
Berdasarkan grafik tersebut menunjukkan semakin besar jumlah refrigeran yang bersirkulasi kapasitas refrigerasi semakin tinggi, sirkulasi refrigeran yang terbesar di dapatkan oleh R-134a, dan R-22, sirkulasi dan kapasitas refrigerasi yang terendah dimiliki oleh R-404a.

Besarnya konsumsi daya yang dihasilkan dari masing-masing refrigerant dapat dilihat dari kurva perbandingan pemakaian daya listrik terhadap kapasitas refrigerasi yang dihasilkan, seperti diperlihatkan pada gambar 10.



Gambar 10. Kurva konsumsi daya listrik terhadap kapasitas refrigerasi

Kurva perbandingan konsumsi daya diatas menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas refrigerasi akan di iringi oleh kenaikan konsumsi daya listrik, konsumsi daya yang paling irit di dapatkan oleh pemakaian R-134a, dan R-404a, yang paling boros dalam memakai daya di lakukan oleh R-22. Namun, dari segi efisiensi Refrigerasi R-22 mendapatkan efisiensi yang tertinggi, perbandingan dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Kurva perbandingan efisiensi refrigerasi terhadap kapasitas refrigerasi

Hubungan antara efisiensi terhadap kapasitas refrigerasi yang diberikan oleh masing-masing refrigeran, yaitu: dari kurva menunjukkan pertambahan kenaikan

kapasitas refrigerasi seiring pula naiknya efisiensi pendinginan.

Beberapa Refrigerant telah muncul sebagai calon pengganti R-22, di dunia banyak digunakan jenis fluorocarbon. Hidrofluorocarbon adalah jenis Refrigerant yang ramah terhadap lingkungan (HFC), dimana refrigeran yang di uji dalam penelitian ini adalah HCFC-22, HFC-134a, dan HFC-404a. R-22, dan R-134a termasuk Refrigeran murni, sedangkan R-404 berupa percampuran antara R-125/R-134a/R-143a (Genetron Properties).

## **SIMPULAN**

Berdasarkan pengamatan dan analisa yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Dari hasil analisis didapatkan Koefisien Prestasi (COP) paling tinggi didapatkan dari pemakaian refrigeran HFC-134a sebesar 2.83, tentu dari segi pemakaian energi listrik juga cukup HFC-134a sudah cukup baik.

Dari grafik menunjukkan bahwa, semakin besar kapasitas refrigerasi system maka COP akan seiring meningkat, namun seiring perubahan waktu dan fasa refrigeran dalam sistem kapasitas refrigerasi dan COP mengalami penurunan, ini dikarenakan sifat dari refrigeran tersebut .

Dari hasil penelitian ini bahwa Refrigeran HFC-134a sifatnya yaitu bersuhu rendah dan juga bertekanan rendah, dengan ratio tekanan 7.28. Sehingga kerja dari kompresor menjadi ringan, maka pemakaian energi listrik menjadi sedikit. Namun pada saat sistem memakai refrigeran HCFC-22 kondisi cukup stabil dengan COP pada 20 menit pertama 2.65 hanya turun di 2.55, sedangkan COP refrigeran HFC-134a pada 20 menit pertama 2.81 turun menjadi 2.69.

Dalam mendesain mesin pendingin sangat bergantung pada sifat Refrigeran yang akan dipakai, dimana harus ada perlakuan khusus pada sebuah komponen.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] HoneyWell, Properties of Genetron v 1.2 Refrigeran Technical Service, New York: Buffalo Research Laboratory, 2010.
- [2] W. F. Stoecker, J. W. Jones and S. , Refrigerasi dan Pengkondisian Udara, Jakarta: Erlangga, 1996.
- [3] M. A. Boles and Y. A. Cengel, Thermodynamics: An Engineering Approach, New York: McGraw-Hill, 2006.
- [4] S. Zemasnky, Fisika untuk Universitas, Jakarta: Binacipta, 1995.
- [5] W. Arismunandar and H. Saito, Penyegaran Udara, Jakarta: PT Pradnya Paramita, 1986.
- [6] M. A. Boles and Y. A. Cengel, Solution Manual for Thermodynamics, New York: McGraw-Hill, 2011.