

ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMA MESIN PENDINGIN TERHADAP PENGUNAAN REFRIGERANT R-22 DAN R-410A SEBAGAI MEDIA PENDINGIN

Muh. Fakhrol⁽¹⁾, Sulaiman borahima⁽²⁾, Muhammad Syahrir⁽²⁾.

¹⁾Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia

²⁾Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia

ABSTRAK

Saat ini, penggunaan refrigeran hydrochloroflourocarbons (HCFC) sudah banyak dilarang dibidang industri diseluruh dunia. Hal tersebut terjadi karena refrigeran HCFC memiliki nilai ODP (Ozone Depletion Potential) dan GWP (global warming potential) yang cukup tinggi sehingga dapat merusak lingkungan. Berdasarkan beberapa hasil penelitian yang mengemukakan bahwa refrigeran hydrocarbon Musicool lebih unggul dibanding refrigeran HCFC baik dari segi kesehatan lingkungan hidup maupun dari segi efektivitas penghematan energi. Dari hasil pengujian Analisis perbandingan performa mesin pendingin terhadap penggunaan refrigeran R-22 dan R-410a sebagai media pendingin. diperoleh: Daya yang digunakan kompresor untuk pembukaan katup dari I sampai V daya yang dibutuhkan kompresor mengalami kenaikan antara 462 watt sampai 792 watt untuk R-22, dan untuk jenis refrigerant R-410A pembukaan katup dari I sampai V daya yang dibutuhkan kompresor antara 462 watt sampai 704 watt. COP untuk laju aliran massa refrigerant 0,0137 kg/s sampai 0,0311 kg/s adalah 7,2800 sampai 8,8543 untuk refrigeran R-22, untuk laju aliran massa 0,0152 kg/s sampai 0,01316 kg/s adalah 8,1634 sampai 10,0584 COP yang semakin naik seiring dengan bertambahnya kecepatan laju aliran massa refrigerant untuk refrigerant R-410. Coefficient of performa COP untuk laju aliran pendingin 0,1756 kg/s sampai 0,1994 kg/s adalah 7,2800 sampai 7,3796 untuk refrigeran R-22 yang semakin tinggi seiring dengan bertambahnya kecepatan laju aliran pendingin, 0,1756 kg/s sampai 0,1994 kg/s adalah 8,1634 sampai 8,2553 yang semakin tinggi seiring dengan bertambahnya kecepatan laju aliran pendingin untuk refrigerant R-410A

Kata Kunci : Refrigeran R-22, Refrigeran R-410a, Coefficient of Performa.

1. PENDAHULUAN

Pada saat ini, penggunaan refrigerant *hydro chloro flouro carbons* (HCFC) sudah banyak dilarang dibidang industri diseluruh dunia. Hal tersebut terjadi karena refrigerant HCFC memiliki nilai ODP (*Ozone Depletion Potential*) dan GWP (*global warming potential*) yang cukup tinggi sehingga dapat merusak lingkungan. Kerusakan tersebut antara lain penipisan lapisan ozon dan pemanasan global (Cecep Sunardi, 2019).

Air Conditioner (AC) adalah suatu alat yang digunakan dalam proses pengkondisian udara sehingga dapat mencapai temperatur dan kelembaban yang sesuai dengan persyaratan kondisi ruangan tertentu. Pengkondisian udara dibuat untuk memberi kenyamanan di dalam ruangan. Terjadinya beban pendinginan bisa dipengaruhi dari berbagai faktor diantaranya cuaca, kondisi bangunan, volume bangunan, jumlah penghuni, kondisi udara luar, kondisi udara dalam ruangan sehingga dibutuhkan AC dan refrigerant yang tepat untuk mendinginkan ruangan. Salah satu bagian terpenting dalam merencanakan sistem refrigerasi adalah menentukan refrigeran yaitu fluida kerja yang menyerap panas dari ruangan dan membuangnya ke lingkungan melalui mekanisme evaporasi dan kondensasi. Pemilihan refrigerant yang baik misalnya chlorofluorocarbons (CFCs), ammonia, hydrocarbons (propane, ethane, ethylene), karbondioksida, udara bahkan air (pada penggunaan diatas titik beku) dan berdasarkan kondisinya, misalnya R-11, R-12, R-22, R-134a dan R-502 yang dijual banyak di pasaran. Jenis fluida kerja yang banyak digunakan sejak tahun 2000-an adalah R-22 namun pemerintah Indonesia melalui Departemen Perindustrian dan Perdagangan menetapkan mulai tahun 2015 diberlakukan implementasi *HPMP (HCFC*

Phase-Out Management Plan) yang artinya penghapusan R-22 untuk industri serta merevisi syarat dan ketentuan impor Bahan Perusak Ozon (BPO) dan melarang impor produk yang memakai R-22. Pihak dialer dan toko masih bisa menjual produk mereka sampai stock habis dan melayani purna jual sampai dengan tahun 2030, saat dimana R-22 akan dihapus dari Indonesia. Sebagai alternatif refrigerant yang ramah lingkungan digunakanlah refrigerant R-410A karena tidak mengandung zat yang berpotensi merusak lapisan ozon

Refrigerant adalah fluida kerja yang bersikulasi dalam system refrigerasi, yang menimbulkan efek pendinginan dan pemanasan. Pemakaian hidrokarbon sebagai untuk mengatasi masalah dampak lingkungan, karena efek negatif hidrokarbon terhadap lingkungan lebih kecil bila dibandingkan dengan refrigerant sintetik

Dari uraian permasalahan diatas, maka "ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMA MESIN PENDINGIN TERHADAP PENGUNAAN REFRIGERANT R-22 DAN R-410A SEBAGAI MEDIA PENDINGIN" dipilih sebagai topik penelitian untuk memberikan penjelasan tentang penggunaan refrigerant R-22 dan R-410A untuk mesin pendingin ruangan AC.

2. LANDASAN TEORI

Mesin pendingin (refrigerator) adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan panas dari dalam ruangan ke luar ruangan untuk menjadikan temperatur benda/ruangan tersebut lebih rendah dari temperature lingkungannya sehingga menghasilkan suhu/temperatur dingin (Terry Gunawan, 2014). Sehingga proses kerja mesin pendingin selalu berhubungan dengan proses-proses aliran panas dan perpindahan panas.

Untuk mempertahankan temperatur pada suatu ruangan, penyerapan kalor oleh suatu sistem refrigerasi harus dilakukan secara terus menerus atau continue dan kemudian dilepaskan keluar sistem. Mesin pendingin adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan panas dari dalam ruangan ke luar ruangan. Adapun system mesin pendingin yang paling banyak digunakan adalah system kompresi uap. Mesin pendingin merupakan mesin yang berfungsi untuk memindahkan panas dari lingkungan bersuhu rendah ke lingkungan bersuhu tinggi. Mesin pendingin dapat dibayangkan sebagai mesin kalor yang beroperasi secara terbalik (Young, 2002).

Kompresor yang ada pada sistem pendingin dipergunakan sebagai alat untuk menempatkan fluida kerja (refrigeran), jadi refrigerant yang masuk kedalam kompresor dialirkan ke kondensor yang kemudian dimampatkan di kondensor. Dibagian kondensor ini refrigeran yang dimampatkan akan berubah fase dari refrigeran fase uap menjadi refrigeran cair, maka refrigeran cair, maka refrigeran mengeluarkan kalor yaitu kalor penguapan yang terkandung didalam refrigeran. Adapun besarnya kalor yang dilepaskan oleh kondensor adalah jumlah dari energi kompresor yang diperlukan dan energi kalor yang diambil evaporator dari substansi yang akan didinginkan

Pada kondensor tekanan refrigeran yang berada dalam pipa-pipa kondensor relative jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan refrigeran yang berada pada pipa-pipa evaporator. Setelah refrigeran lewat kondensor dan melepaskan kalor penguapan dari fase uap ke fase cair maka refrigeran dilewatkan melalui katup ekspansi, pada katup ekspansi ini refrigeran tekanannya diturunkan sehingga refrigeran berubah kondisi dari fase cair ke fase uap yang kemudian dialirkan ke evaporator, didalam evaporator ini refrigeran akan berubah keadaannya dari fase cair ke fase uap, perubahan fase ini disebabkan karna tekanan refrigeran di buat sedemikian rupa sehingga refrigeran setelah melewati katup ekspansi dan melalui evaporator tekanannya menjadi sangat turun.

a. Proses kompresi

Proses kompresi yaitu proses penaikan tekanan refrigeran. Refrigeran berfasa uap dengan tekanan rendah yang dari evaporator akan dikompresi atau ditekan di kompresor sehingga menghasilkan uap refrigeran bertekanan tinggi. Kenaikan tekanan tersebut akan berbanding lurus dengan kenaikan temperatur refrigeran.

Hail dari kompresi adalah uap refrigeran bertekanan dan bertemperatur tinggi yang selanjutnya akan di alirkan ke kondensor melalui discharge line. Untuk menghitung daya kompresi maka digunakan persamaan

$$N_{komp} = I.V \text{ (Watt)}$$

$$I = \text{Arus (A)}$$

$$V = \text{Tegangan (Volt)}$$

Sedangkan untuk menghitung kerja kompresor digunakan persamaan

$$W_{komp} = h_2 - h_1 \text{ (kJ/kg)}$$

$$h_2 = \text{entalpi keluar kompresor (kJ/kg)}$$

$$h_1 = \text{entalpi masuk Kompresor (kJ/kg)}$$

$$W_{komp} = \text{kerja kompresor (kW)}$$

Akibat proses kompresi yang terjadi, maka refrigeran yang terdapat dalam system akan mengalir ke kondensor. Sehingga laju aliran massa refrigeran dapat dihitung menggunakan persamaan

$$\dot{m}_{ref} = N_{komp} / W_{komp}$$

$$\dot{m}_{ref} = \text{massa aliran refrigeran (kg/s)}$$

$$N_{komp} = \text{daya kompresor (kW)}$$

$$W_{komp} = \text{kerja kompresor (kJ/kg)}$$

b. Proses kondensasi

Pada proses ini uap refrigeran bertekanan dan bertemperatur tinggi akan melepas kalor dilingkungan karena temperatur lingkungan lebih rendah daripada temperatur refrigeran. Proses kondensasi ini terjadi pada kondensor. Idealnya refrigeran akan berfasa cair jenuh (saturated liquid) di akhir kondensor.

Temperatur kondensor ini masih lebih tinggi dari temperatur lingkungan. Oleh karena itu refrigeran yang keluar dari kondensor menuju alat ekspansi melalui liquid line masih akan mengalami proses perpindahan kalor yang akan menurunkan suhu refrigeran lebih rendah lagi dari suhu cair jenuhnya (saturated liquid). Sehingga untuk menghitung kapasitas kondensor digunakan persamaan

$$Q_{kond} = \dot{m}_{ref} . h_2 - h_3 \text{ (kW)}$$

$$Q_c = \text{kalor yang dilepas oleh kondensor (kW)}$$

$$\dot{m}_{ref} = \text{massa aliran refrigeran (kg/s)}$$

$$h_2 = \text{entalpi masuk kondensor (kJ/kg)}$$

$$h_3 = \text{entalpi keluar kondensor (kJ/kg)}$$

c. Proses ekspansi

Refrigeran berfasa cair dari kondensor akan melewati katup ekspansi yang memiliki diameter kecil sehingga akan menyebabkan penurunan tekanan refrigeran yang diikuti dengan penurunan temperatur refrigeran. Hasil dari proses ekspansi adalah refrigeran yang mayoritas cair. Pada proses ekspansi ini akan ada beberapa persen refrigeran cair yang berubah fasa menjadi uap.

d. Proses evaporasi

Proses evaporasi terjadi pada evaporator. Refrigeran keluaran ekspansi yang mayoritas cair memiliki temperatur yang rendah, lebih rendah dari temperatur produk yang akan didinginkan oleh evaporator. Sesuai hukum termodinamika dua, refrigeran cair bertemperatur rendah tersebut akan menyerap klor dari produk yang didinginkan sehingga refrigeran tersebut berubah fasa menjadi uap jenuh bertekanan rendah yang selanjutnya dihisap dan masuk ke kompresor untuk mengalami proses kompresi dan bersirkulasi kembali. Sedangkan produk yang didinginkan dalam evaporator setelah melepaskan kalor ke refrigeran mengalami penurunan temperature. Sehingga untuk menghitung beban pendingin evaporator digunakan persamaan.

$$Q_{evap} = \dot{m}_{ref} . h_1 - h_4 \text{ (kW)}$$

$$Q_e = \text{beban pendingin evaporator (kW)}$$

$$\dot{m}_{ref} = \text{massa aliran refrigeran (kg/s)}$$

$$h_1 = \text{entalpi masuk evaporator (kJ/kg)}$$

$$h_4 = \text{entalpi masuk evaporator (kJ/kg)}$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

Hal pertama sebelum melakukan pengujian adalah menentukan variable yang akan diuji dan yang akan diselesaikan, kemudian melakukan pengujian dan pengolahan data. Proses terakhir pada tahap pengujian ialah membandingkan data hasil penelitian dengan data hasil perencanaan, kemudian mengidentifikasi masalah ketika data yang dibandingkan berbeda.

A. Prosedur Penelitian

1. Pemeriksaan Sebelum Pengujian

- a. Alat ukur dan bahan: Thermometer, Ampere, Voltmeter, Manifold Gauge dan

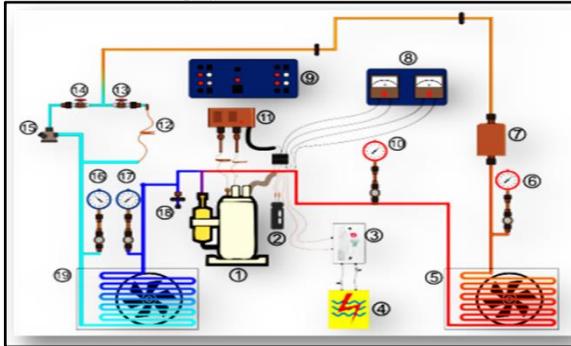
Refrigerant R22 yang telah terpasang pada tempatnya

- b. Semua tombol listrik pada posisi off
 - c. Mencatat suhu sebelum pengujian
2. Cara Menjalankan Mesin Pendingin
- a. Menghubungkan peralatan dan komponen-komponennya
 - b. Mengubah posisi tombol utama pada posisi On
 - c. Menjalankan blower untuk kondensor pada tegangan maksimal
 - d. Menjalankan motor penggerak kompresor
 - e. Setelah diperoleh kondisi stabil maka pengujian siap dimulai.

B. Pengukuran yang dilakukan

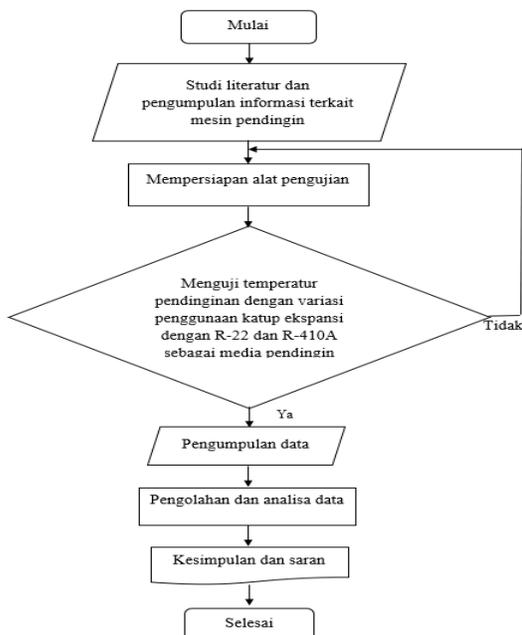
1. Mengukur tegangan dan arus pada katup ekspansi dan pipa kapiler.
2. Mengukur temperatur dan tekanan katup ekspansi dan pipa kapiler pada mesin pendingin dengan variasi beban sebanyak 4 kali.
3. Mengukur temperatur dan tekanan mesin pendingin dengan variasi pembukaan katup ekspansi dan pipa kapiler 1/5, 2/5, 3/5, 4/5, 5/5 dititik sebelum refrigeran diekspansikan.
4. Mengukur dan menghitung perbandingan prestasi mesin pendingin dengan katup ekspansi dan pipa kapiler.

C. Instalasi Pengujian



1. Kompresor
2. Kapasitor
3. Switch
4. Sumber listrik PLN
5. Kondensor
- 6, 10, 16, 17 Alat ukur tekanan dan temperature
7. Filter
8. Multitester
9. Switch kompresor
11. Pressure switch kompresor
12. Pipa kapiler
- 13, 14 katup
15. Katup ekspansi
18. Inlet refrigerant
19. Evaporator.

D. Diagram Alir Penelitian (Flowchart)



4. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

A. Tabel Hasil Pengamatan

1. R-22

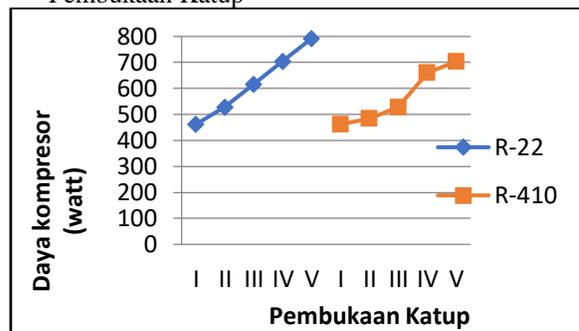
pembukaan Katup	Laju Aliran Pendinginan (kg/s)	Tekanan (kPa)				Temperatur (c)				Tegangan (V)	Arus (A)
		P1	P2	P3	P4	T1	T2	T3	T4		
I	0,048	434,39	1944,39	1896,13	448,18	-2	49	46	-3	220	2,1
	0,061	434,39	1944,39	1896,13	448,18	-2	49	46	-3	220	2,1
	0,071	448,18	1944,39	1896,13	448,18	-1	49	46	-3	220	2,1
II	0,048	365,44	1840,97	1827,18	358,54	-6	46	45	-7	220	2,4
	0,061	365,44	1840,97	1827,18	358,54	-6	46	45	-7	220	2,4
	0,071	379,23	1840,97	1827,18	358,54	-5	46	45	-7	220	2,4
III	0,048	344,75	1723,75	1654,80	324,07	-8	44	42	-9	220	2,8
	0,061	344,75	1723,75	1654,80	324,07	-8	44	42	-9	220	2,8
	0,071	358,54	1723,75	1654,80	324,07	-6	44	42	-9	220	2,8
IV	0,048	310,28	1654,80	1516,90	289,59	-10	41	39	-11	220	3,2
	0,061	310,28	1654,80	1516,90	289,59	-10	41	39	-11	220	3,2
	0,071	324,07	1654,80	1516,90	289,59	-9	41	39	-11	220	3,2
V	0,048	296,49	1379,00	1175,15	275,80	-11	35	32	-12	220	3,6
	0,061	296,49	1379,00	1175,15	275,80	-11	35	32	-12	220	3,6
	0,071	310,28	1379,00	1175,15	275,80	-10	35	32	-12	220	3,6

2. R-410A

pembukaan Katup	Laju Aliran Pendinginan (kg/s)	Tekanan (kPa)				Temperatur (c)				Tegangan (V)	Arus (A)
		P1	P2	P3	P4	T1	T2	T3	T4		
I	0,048	413,70	1344,53	1275,58	406,81	-3	34	32	-4	220	2,1
	0,061	413,70	1344,53	1275,58	406,81	-3	34	32	-4	220	2,1
	0,071	434,39	1344,53	1275,58	406,81	-2	34	32	-4	220	2,1
II	0,048	331,65	1275,58	1206,63	344,75	-7	32	30	-8	220	2,2
	0,061	331,65	1275,58	1206,63	344,75	-7	32	30	-8	220	2,2
	0,071	365,44	1275,58	1206,63	344,75	-6	32	30	-8	220	2,2
III	0,048	324,07	1175,15	1103,20	310,28	-9	28	26	-10	220	2,4
	0,061	324,07	1175,15	1103,20	310,28	-9	28	26	-10	220	2,4
	0,071	337,86	1175,15	1103,20	310,28	-7	28	26	-10	220	2,4
IV	0,048	310,28	1103,20	999,78	282,70	-10	26	22	-12	220	3
	0,061	310,28	1103,20	999,78	282,70	-10	26	22	-12	220	3
	0,071	324,07	1103,20	999,78	282,70	-9	26	22	-12	220	3
V	0,048	282,70	1068,23	930,83	255,12	-12	24	20	-15	220	3,2
	0,061	282,70	1068,23	930,83	255,12	-12	24	20	-15	220	3,2
	0,071	303,28	1068,23	930,83	255,12	-11	24	20	-15	220	3,2

B. Grafik dan Pembahasan

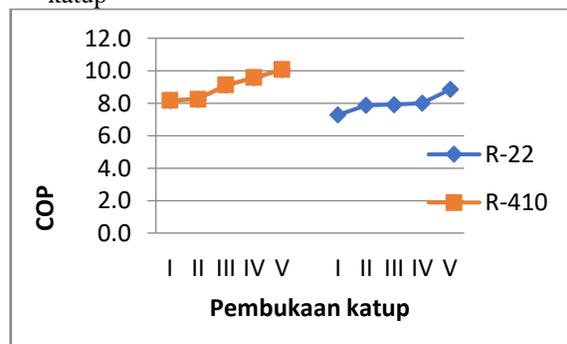
1. Grafik Hubungan antara daya kompresor dengan Pembukaan Katup



Gambar 4.3.1 Hubungan antara daya kompresor dengan Pembukaan Katup

Gambar 4.3.1 menunjukkan bahwa, semakin besar pembukaan katup untuk jenis refrigerant R-22 dan R-410A maka semakin besar konsumsi daya listrik yang dialami kompresor. Gambar 4.3.1 terlihat bahwa pembukaan katup dari I sampai V daya yang dibutuhkan kompresor mengalami kenaikan antara 462 watt sampai 792 watt untuk R-22, dan untuk jenis refrigerant R-410A pembukaan katup dari I sampai V daya yang dibutuhkan kompresor antara 462 watt sampai 704 watt. Semakin besar pembukuan katup maka volume refrigerant yang dikompresi akan semakin besar.

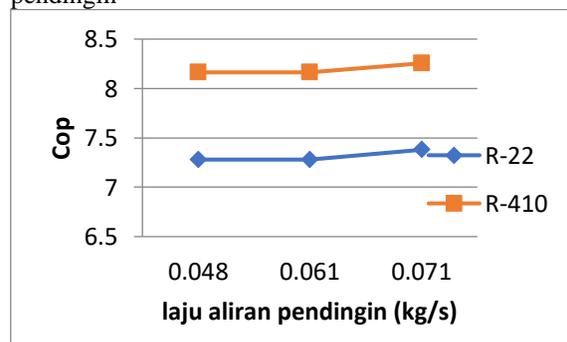
2. Grafik Hubungan antara COP dengan pembukaan katup



Gambar 4.3.2 Hubungan antara COP dengan Pembukaan katup

Gambar 4.3.2 menunjukkan bahwa semakin besar pembukaan katup maka semakin tinggi nilai coefficient of performa pada mesin pendingin. Hal ini disebabkan karena proses kompresi dengan evaporasi pada pembukaan katup yang semakin besar. Gambar 4.3.4 terlihat bahwa nilai COP untuk pembukaan katup I sampai V adalah 7,2800 sampai 8,8543 untuk refrigeran R-22 , untuk pembukaan katup I sampai V adalah 8,1634 sampai 10,0584 COP yang semakin naik seiring dengan bertambahnya pembukaan katup untuk refrigerant R-410a. Dimana COP R-410 lebih besar karena kerja kopresor yang sedikit dengan menghasilkan suhu lebih dingin dibanding dari R-22

c. Grafik Hubungan antara COP dengan laju aliran pendingin



Gambar 4.3.4 Hubungan antara COP dengan laju aliran pendingin

Gambar 4.3.4 menunjukkan bahwa semakin cepat laju aliran pendingin maka semakin tinggi pula nilai coefficient of performa pada mesin pendingin, hal ini juga menunjukkan bahwa laju aliran pendingin berbanding lurus dengan nilai coefficient of performa mesin pendingin. Gambar 4.3.4 terlihat bahwa nilai COP untuk laju aliran pendingin 0,048 kg/s sampai 0,071 kg/s adalah 7,2800 sampai 7,3796 untuk refrigeran R-22 yang semakin tinggi seiring dengan bertambahnya kecepatan laju aliran pendingin, 0,1756 kg/s sampai 0,1994 kg/s adalah 8,1634 sampai 8,2553 yang semakin tinggi seiring dengan bertambahnya kecepatan laju aliran pendingin untuk refrigerant R-410a

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian mesin pendingin dengan menggunakan refrigerant R-22 dan R-410a serta telah melakukan pengolahan dan analisa data hasil pengujian, merujuk dari rumusan masalah sehingga dapat disimpulkan bahwa:

1. Untuk pengujian variasi pembukaan katup. Dari hasil pengolahan data diperoleh daya yang digunakan kompresor untuk pembukaan katup

dari I sampai V yaitu 462 Watt sampai 792 Watt untuk refrigerant R-22, sedangkan daya yang digunakan kompresor untuk pembukaan katup dari I sampai V yaitu 462 Watt sampai 704 Watt untuk refrigerant R-410a.

2. Nilai coefficient of performa pada pengujian pembukaan katup I sampai V adalah 7,2800 sampai 8,8543 untuk refrigeran R-22 , untuk pembukaan katup I sampai V adalah 8,1634 sampai 10,0584 COP yang semakin naik seiring dengan bertambahnya pembukaan katup untuk refrigerant R-410a. Dimana COP R-410 lebih besar karena kerja kopresor yang sedikit dengan menghasilkan suhu lebih dingin dibanding dari R-22
3. Nilai coefficient of performa pada pengujian variasi laju aliran pendingin yaitu 0,1756 kg/s sampai 0,1994 kg/s diperoleh coefficient of performa sebesar 7,2800 sampai 7,3796 untuk refrigerant R-22 sedangkan untuk refrigerant R-410A diperoleh coefficient of performa sebesar 8,1634 sampai 8,2553.

DAFTAR PUSTAKA

Anwar. (2010). Analisa Pengaruh Resirkulasi Udara Pada Kabin Evaporator Terhadap Performansi Mesin Pendingin. *Jurnal PETRA*, 2 No.1, 5-8.

Amri Jumhan . (2017). ANALISIS KINERJA SISTEM PENDINGIN RUANG PALKAH IKAN DENGAN MENGGUNAKAN REFRIGERAN R-22 DAN HIDROKARBON (MC-22). *Jurnal Kajian Teknik Mesin*

Basri Hasan Muhammad. (2013). PENGARUH VARIASI MASSA REFRIGERAN R410A PADA SISI LOW STAGE TERHADAP KINERJA MESIN PENDINGIN CASCADE Jurusan Teknik Mesin Universitas Tadulako Kampus Bumi Tadulako Tondo, Palu – Sulawesi Tengah

Farash Arya Pratama,W.H. (2021) Kajian Kinerja Sistem Refrigerasi Menggunakan Refrigeran R32,R22 danR1270 Menggunakan REFPROP. Bandung: Prosiding The 12th Industrial Reseach workshop and National

Hidayat Yuni Andi. (2017). Analisis Perbandingan Unjuk Kerja Sistem Pendingin Portable Menggunakan Freon R-22 dengan R-32 . Universitas Islam Malang

Hamran,M. A. (2017). Analis Experimen Penggunaan Refrigeran R22 (Vol.9). Sorowako: Dinamika Jurnal ilmiah Teknik Mesin.

Haris Ramadan, A. C. (2018) Uji Prestasi Refrigeran R-22 Pada Mesin Pendingin Kompresi Uap. *Jurnal Komversi Energi dan Manufaktur UNJ*,78-81.Redrievet from <https://doi.org/10.21009/JKEM.5.2.3>

Kasong Bactiar. (2013). ANALISIS PENG ARUH PENGGUNAAN INTERCOLER TERHADAP EFEKTIFITAS MESIN PENDINGIN. UNIVERSITAS HASANUDDIN MAKASSAR

- Muhsin Z, D. A. (2017). Analisis Unjuk Kerja (COP) Mesin Pendingin Hibrid . *JURNAL TEKNIK MESIN TEKNOLOGI VOLUME 17 NO. 1 OKTOBER 2017, 17*, 49-58.
- Novrizaldi Robby. (2019). *ANALISA PENGARUH JENIS REFRIGERANT TERHADAP UNJUK KERJA MESIN PENDINGIN AC SPLIT 1 PK*. UNIVERSITAS ISLAM RIAU, Pekanbaru.
- Pasek, A.D., (2007). Retrofit Sistim Refrigerasi Dan Pengkondisian Udara Ramah Lingkungan, Pusat Pendidikan dan Pelatihan kementrian Lingkungan Hidup, Jakarta.
- Priangkoso Tabah. (2018). *PENGARUH JENIS REFRIGERANT TERHADAP KINERJA AC SPLIT*. UNIVERSITAS WAHID HASYIM, SEMARANG
- Putra, A. D. (2018). *PENGUJIAN SISTEM PERFORMANSI MESIN PENDINGIN KOMPRESI UAP KAPASITAS ½ PK*. TUGAS AKHIR, 1-4.
- Rahardjo, S. (2020). *EFISIENSI PENGGUNAAN REFRIGERAN PADA MESIN PENKONDISIAN UDARA SPLIT*. Semarang: BADAN PENERBIT Universitas Diponegoro Semarang.
- Sukariyanto. (2019). *PENGARUH VARIASI PUTARAN KIPAS KONDENSOR TERHADAP UNJUK KERJA SISTEM PENDINGIN (AIR CONDITIONER) YANG MENGGUNAKAN R-410a*. Universitas Islam riau, Pekanbaru.
- Wahyudi15.62.0079. Rancang *ANALISA KERJA MESIN PENDINGIN KAPASITAS 1PK R-410A*, Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjary Banjarmasin.
- Ahmad Imam Rifa'i. 2020. Politeknik Jambi. Pengaruh Tekanan Refrigeran R-134a Terhadap Nilai Coefficient of Performance (COP).
- Boby Himawan Putra Prasetya, Ary Bachtiar Krishna Putra. 2013. Studi Eksperimen Variasi Laju Pendinginan Kondensor Pada Mesin Pendingin Difusi Absorpsi R22- DMF.
- Heru Prasetya. 2009. Pengujian Untuk Kerja Ac Domestik dengan Refrigerant R-22 Dan HCR-22 Pada Variasi Beban Pendingin Evaporator Dan Laju Pendinginan Kondensor. Surakarta
- Ahmad Imam Rifa'i. 2020. Politeknik Jambi. Pengaruh Tekanan Refrigeran R-134a Terhadap Nilai Coefficient of Performance (COP).
- Heri Suprianto. 2018. Program Studi Fakultas Universitas Nusantara Pgri. Pengaruh Penggunaan Refrigeran R-22 Dan R-32 Terhadap Kinerja Air Conditioner. Kediri.