



## Evaluasi Kinerja AC Sistem VRF (Variable Refrigerant Flow) Berkapasitas 20 PK pada Rumah Sakit X

Nur Fatowil Aulia<sup>1)</sup>, Yoyok Winardi<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang, Jl. Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang, 50275

<sup>2)</sup> Prodi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Ponorogo, Jl. Buudi Utomo No. 10, Ronowijayan, Ponorogo, 63471

e-mail: [nurfatowil.aulia@polines.ac.id](mailto:nurfatowil.aulia@polines.ac.id)

### ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari AC sistem VRF ( Variable Refrigerant Flow ) dengan standar nasional SNI 6390:2020. Metode yang digunakan adalah dengan mengukur temperatur yang ada didalam siklus refrigerasi (  $T_1, T_2, T_3, T_4$  ) dan tekanannya (  $P_1, P_2$  ) serta tegangan dan arus listrik pada kompresor untuk 8 unit mesin AC sistem VRF. Penelitian dilakukan dengan menghitung kerja kompresi, kalor yang dilepas kondensor, dampak refrigerasi , daya listrik kompresor dan  $COP_{Refrigerasi}$  . analisis dilakukan dengan membandingkan hasil  $COP_{Refrigerasi}$  dengan standar nasional SNI 6390:2020 didapatkan nilai terkecil  $COP_{Refrigerasi}$  6,79 dengan kerja kompresi 25,736 kJ/kg, dampak refrigerasi 174,779 kJ/kg dan  $COP_{Refrigerasi}$  terbesar 14,53 dengan kerja kompresi 13,026 kJ/kg, dampak refrigerasi 189,338 kJ/kg. Menurut SNI 6390:2020 nilai minimum  $COP_{Refrigerasi}$  3,81 untuk mesin AC sistem VRF, maka hasil dari data tersebut menunjukan kinerja AC sistem VRF di Rumah Sakit X sudah sesuai standar nasional karena sudah melebihi nilai minimum  $COP_{Refrigerasi}$  SNI 6390:2020

Kata Kunci: COP, Variable Refrigerant Flow, sistem refrigerasi

### ABSTRACT

This research was conducted to determine the performance of the VRF (Variable Refrigerant Flow) AC system with the national standard SNI 6390:2020. The method used is to measure the temperature in the refrigeration cycle (  $T_1, T_2, T_3, T_4$  ) and the pressure (  $P_1, P_2$  ) as well as the voltage and electric current in the compressor for 8 units of AC VRF system machines. The research was conducted by calculating the work of compression, heat released by the condenser, refrigeration impact, compressor power and COPR refrigeration. The analysis was carried out by comparing the results of COPR refrigeration with the national standard SNI 6390: 2020, the smallest COPR refrigeration was 6.79 with a compression work of 25.736 kJ/kg, the impact of refrigeration was 174.779 kJ/kg and the largest COPR refrigeration was 14.53 with a compression work of 13.026 kJ/kg, the impact of refrigeration 189.338 kJ/kg. According to SNI 6390:2020 the minimum value of COPRrefrigeration is 3.81 for VRF system AC machines, so the results from these data show that the AC performance of the VRF system at X Hospital is in accordance with national standards because it has exceeded the minimum value of COPRrefrigeration SNI 6390:2020

Keywords: COP, Variable Refrigerant Flow, sistem refrigerasi

### 1. Pendahuluan

Sistem tata udara pada bangunan bertugas mengolah udara dan menghasilkan kualitas udara yang baik ( nyaman dan sehat ) bagi penghuninya. Beberapa jenis sistem tata udara juga dapat digunakan untuk berbagai keperluan khusus. Selain untuk ditempati manusia dan dalam melakukan pekerjaannya, manusia menginginkan keadaan dalam ruangan dengan kondisi yang nyaman, sehingga aktifitas yang dilakukan dapat berjalan dengan maksimal.

Bangunan rumah sakit mempunyai hal-hal penting yang sangat berbeda dan tidak ditemui di bangunan gedung lain pada umumnya. Mengingat rumah sakit bisa dikatakan sebagai pusat sumber dari berbagai jenis mikroorganisme yang bisa menimbulkan banyak masalah kesehatan baik kepada petugas, perawat, dokter serta pasiennya yang berada di rumah sakit tersebut, maka pengaturan temperatur dan kelembaban udara dalam ruangan secara keseluruhan perlu mendapatkan perhatian khusus.

Untuk itu salah satu unit pengkondisian udara yang dapat diterapkan pada rumah sakit adalah menggunakan AC Sentral dengan sistem VRF ( Variable Refrigerant Flow ). VRF adalah sistem AC dimana terdapat satu unit outdoor dan beberapa unit indoor. Istilah aliran zat pendingin variabel mengacu pada kemampuan sistem untuk mengontrol jumlah zat pendingin yang mengalir ke beberapa unit dalam ruangan, memungkinkan penggunaan banyak unit dalam ruangan dengan kapasitas dan konfigurasi berbeda yang terhubung ke satu unit luar ruangan [1], [2].

Dari penelitian yang dilakukan oleh Pipit Pitrianiingsih (2019) menganalisa perancangan pengkondisian udara dengan menggunakan AC VRF dengan hasil kebutuhan beban pendingin ruangan 14x12x3,5 meter adalah 45,5 kW dan nilai COP aktual 4,25 , COP carnot 6,27 dengan efisiensi sebesar 68%. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh kusnadar & dkk (2019) menyebutkan hasil COP refrigerant pada AC Split menggunakan R410A sebesar 8,13 serta efisiensi yang dihasilkan 72,8% dibandingkan dengan AC Split refrigeran R32.

Sistem pengondisian udara AC Sentral VRF sendiri sudah diterapkan pada Rumah Sakit X dan dikarenakan pentingnya sistem pengkondisian udara dirumah sakit untuk menunjang kenyamanan dan kesehatan pasien serta semua karyawan yang ada di rumah sakit, maka penulis ingin melakukan penelitian mengenai kinerja AC Sentral sistem VRF yang ada di Rumah Sakit X untuk dibandingkan dengan standar konservasi energi sistem tata udara SNI 6390:2020. Dengan menganalisa hasil kinerja dengan dibandingkan dengan standar nasional dapat dilakukan evaluasi untuk menunjang kinerja pengkondisian udara yang lebih baik.

## 2. Metode

Tahap observasi dilakukan di lapangan oleh peneliti dengan mewawancarai teknisi atau pembimbing lapangan serta melihat kondisi mesin untuk mengumpulkan informasi mengenai objek yang akan diteliti seperti pada gambar 1 .



Gambar 1. survei lapangan di RS "X"

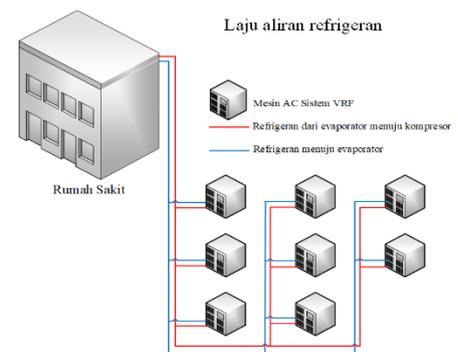
Gambar 3.2 merupakan kegiatan observasi dilakukan untuk memastikan bahwa objek penelitian dapat dimungkinkan melakukan pengambilan data dan dianalisis lebih lanjut.

Pada mesin AC yang digunakan pada Rumah Sakit X menggunakan sistem VRF atau Variable Refrigeran Flow seperti pada Gambar 3.5 , yang dimana terdapat mesin bagain Outdoor yang mensuplai refrigeran ke unit AC indoor/ ke dalam gedung rumah sakit. Total untuk mesin AC outdoor berjumlah 16 unit dan menyalurkan refrigeran ke mesin AC indoor berjumlah sekitar 200-an unit. Maka spesifikasi untuk mesin AC outdoor sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi Nameplate AC LG Multi V

Merek	LG
Type	ARUV200LTS4
Phase	3 $\Phi$
Cooling Capacity	56000W
	48200 kcal/h
	191100 Btu/h
Input	13950 W
Frekuensi	50Hz-60Hz
Tegangan	380-415 V3N~
Arus Current	22,32 A
Max Fuse Amperes	50 A
Pressure Switch	
Tekanan Sisi Tinggi	4,2 Mpa
Tekanan Sisi Rendah	2,4 Mpa
Refrigeran	R410A
	6,5 kg

### 2.1. Lay Out Aliran Refrigeran



Gambar 3. 9 Aliran Refrigeran di RS "X"

Pada Gambar 3.6 dapat terlihat aliran refrigeran dari outdoor mesin AC sistem VRF berjumlah 8 unit, terdiri dari 3 unit untuk digunakan pada lantai 1 gedung rumah sakit, 3 unit untuk lantai 2 gedung rumah sakit dan yang tersisa 2 unit untuk lantai 3 gedung rumah sakit. Ditunjukkan pada gambar terdapat garis merah dan juga garis biru yang menandakan laju arah aliran refrigeran. Garis merah menunjukkan refrigeran dari evaporator yang terdapat di dalam gedung rumah sakit, hasil menyerap udara panas pada ruangan didalam gedung yang maa wujud dari refrigeran berupa gas. Selanjutnya refrigeran menuju ke kompresor yang terdapat pada mesin outdoor . Sedangkan pada garis warna biru diartikan refrigeran setelah dari mesin outdoor atau kondensor menuju ke evaporator yang terdapat didalam gedung rumah sakit,

dimana wujud dari refrigeran berupa cair, bertekanan rendah, dan temperatur rendah.

### Analisis

a. Pengolahan data atau perhitungan dilakukan setelah didapatkan data hasil pengukuran di lapangan, data yang dipergunakan berupa data hasil pengukuran temperatur awal masuk kompresor ( T1) dan tekanan (P1), temperatur setelah kompresor(T2) dan tekanan (P2), temperatur masuk pipa kapiler (T3) dan temperatur masuk ke evaporator (T4), serta pengambilan data arus (A), tegangan (v). Data tersebut digunakan untuk mengetahui kerja kompresi, daya kompresi, kalor yang diserap evaporator (Qe), COPRefrigerasi .

b. Hasil dari pengolahan data atau perhitungan sebagai mengetahui kinerja mesin AC sistem VRF melalui grafik perbandingan kerja kompresi terhadap COP aktual, daya listrik kompresor terhadap kerja kompresi, kalor yang diserap evaporator terhadap COPRefrigerasi , daya listrik kompresor terhadap COPRefrigerasi

c. Menganalisis bagaimana data hasil kinerja mesin AC sistem VRF aktual dengan membandingkan standar SNI SNI 6390:2020.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Hasil Pengukuran

Pada kegiatan penelitian ini dimaksudkan untuk dapat mengetahui kinerja mesin AC sistem VRF ( Variable Refrigeran Flow ) dengan diambil data aktual yang akan dibandingkan standar nasional SNI 6390:2020 sebagai parameter atau refrensinya, sehingga jika hasil pengukuran didapatkan jauh berbeda dengan data standar nasional maka dapat dilakukan kajian evaluasi untuk dapat menunjang data kinerja mendekati standar nasional. Penelitian dilakukan pengambilan data meliputi : temperatur lingkungan (Tlingkungan), temperatur refrigeran dari melewati evaporator (T1) dan tekanannya (P1), temperatur refrigeran dari melewati kompresor (T2) dan tekanannya (P2), temperatur refrigeran dari melewati kondensor (T3), temperatur refrigeran dari melewati pipa kapiler (T4), serta tegangan ( V ) dan arus ( I ). Pengambilan data diambil pada 8 unit mesin outdoor AC ( kondensor ) yaitu unit 1.1 – unit 1.3 untuk pengkondisian udara gedung rumah sakit lantai satu, unit 2.1 – unit 2.3 untuk pengkondisian udara gedung rumah sakit lantai dua dan unit 3.1 – unit 3.2 untuk pengkondisian udara gedung rumah sakit lantai tiga.

**Tabel 2.** Pengambilan Data AC Sistem VRF

Pengambilan Data Penelitian AC Sistem VRF di RS 'X'																
no	Unit	Temperature ( °C )				Tekanan gauge ( kPa )		Arus ( A )			Tegangan ( V )					
		T. Lingkungan	T1	T2	T3	T4	P1	P2	R	S	T	Total	R-S	S-T	T-R	Rata -Rata
1	1.1	42	26	63	43	7	800	1600	10,7	10,8	10,1	31,6	386,7	385,5	384,7	385,6
2	1.2	42	24	61	41	7	800	1600	10,5	10,6	10,1	31,2	385,4	385,7	384,7	385,2
3	1.3	42	24	58	41	7	800	1600	10,1	10,5	10,2	30,8	384,8	385,6	383,9	384,7
4	2.1	42	22	56	30	6	750	1600	9,9	10,2	9,7	29,8	383,9	384,7	382,4	383,6
5	2.2	42	21	52	36	6	750	1600	9,4	9,5	9,2	28,1	384,5	384,9	383,8	384,4
6	2.3	42	21	51	35	6	750	1600	9,4	9,5	9,1	27,9	384,6	383,5	383,4	383,8
7	3.1	42	20	48	34	6	700	1500	8,8	9,1	9,2	27,1	383,8	384,8	385,7	384,7
8	3.2	42	20	47	33	6	700	1500	8,6	9,1	8,8	26,5	385,6	383,5	383,1	384

### 3.2 Perhitungan Data

#### a. Kerja kompresi ( Wk )

Kerja kompresi dimulai Masuknya refrigeran ke dalam kompresor melalui pipa masukan kompresor (intake). Sehingga berdasarkan Persamaan 2.1 dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} W_k &= h_2 - h_1 \\ &= 473,316 \text{ kJ/kg} - 447,5795 \text{ kJ/kg} \\ &= 25,736 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

#### b. Kalor yang dilepas kondensor ( Qc )

Pelepasan kalor terjadi pada saat refrigeran sudah melewati kompresor, yang kemudian panas yang dihasilkan refrigeran dari proses kompresi dipindahkan ke udara diluar pipa kondensor menggunakan kipas (fan) yang dapat mengembuskan udara luar tepat di permukaan pipa kondensor. Sehingga berdasarkan Persamaan 2.2 dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q_c &= h_2 - h_3 \\ &= 473,316 \text{ kJ/kg} - 272,8 \text{ kJ/kg} \\ &= 200,515 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

#### c. Dampak Refrigerasi ( Qe )

Ketika refrigeran akan masuk ke dalam evaporator, Proses yang terjadi dibalik proses pendinginan udara ruangan adalah proses penangkapan panas (kalor) udara ruangan yang memiliki temperatur lebih tinggi dibandingkan refrigeran yang mengalir di dalam evaporator. Sehingga proses penyerapan kalor dapat dihitung berdasarkan Persamaan 2.3 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q_e &= h_1 - h_4 \\ &= 447,5795 \text{ kJ/kg} - 272,8 \text{ kJ/kg} \\ &= 174,779 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

d. Daya listrik Kompresor ( Pi )

Pada proses tahap awal atau start kompresor membutuhkan energi listrik masukan yang cukup besar setiap siklus refrigerasi yang mempunyai nilai Cos φ sebesar 0,8 , maka konsumsi daya listrik kompresor berdasarkan Persamaan 2.4 dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \times \text{Cos } \varphi \times \sqrt{3} \\
 &= 385,6 \times 31,6 \times 0,8 \times \sqrt{3} \\
 &= 168839,75 \text{ Watt} \\
 &= 16,883 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

COP<sub>Refrigerasi</sub> ( Koefisien Aktual )

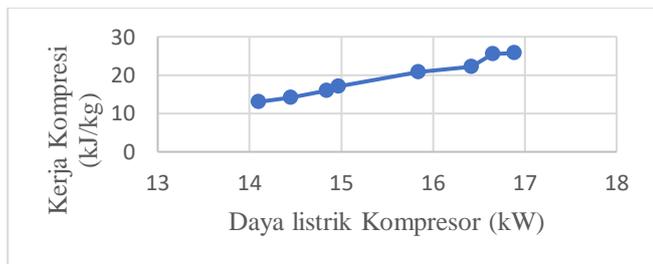
Berdasarkan pada rumus Persamaan 2.5 nilai besaran COP Refrigerasi dapat di hitung sebagai berikut:

$$\text{COP}_{\text{Refrigerasi}} = \frac{Q_e}{W_k} = \frac{(174,779 \text{ kJ/kg})}{(25,736 \text{ kJ/kg})} = 6,79$$

Untuk perhitungan data yang lainnya terdapat pada Lampiran 2. Data tersebut digunakan untuk analisis pembahasan lebih lanjut tentang kinerja mesin AC sistem VRF.

3.2 Kerja Kompresi Terhadap Daya Listrik Kompresor

Kompresor berperan memompa gas pendingin bertekanan rendah ke tekanan yang lebih tinggi dengan bantuan motor listrik sebagai penggerak. Data yang diambil untuk menentukan daya listrik kompresor yaitu total arus RST, dan tegangan rata-rata R-S, S-T, dan T-R , dari data tersebut terbentuknya grafik yang ditunjukkan pada Gambar 4.2 .



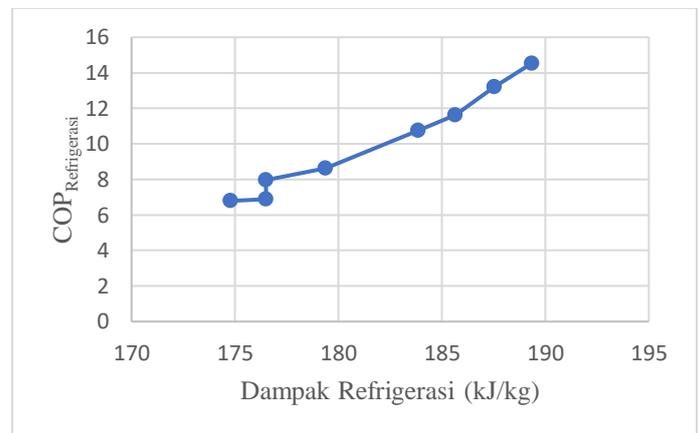
Gambar 4.1 Grafik Kerja Kompresi Terhadap Daya Listrik Kompresor

Pada Gambar 4.2 grafik daya listrik kompresor terhadap kerja kompresi terlihat bahwa daya listrik kompresor sebanding lurus dengan nilai kerja kompresi. Nilai daya listrik kompresor

terbesar yaitu 16,883 kW dengan menghasilkan kerja kompresi sebesar 25,736 kJ/kg dan nilai daya listrik kompresor terkecil yaitu 14,099 kW dengan menghasilkan kerja kompresi sebesar 13,026 kJ/kg. hal ini menjelaskan bahwa semakin besar daya listrik kompresor maka kerja kompresi yang dihasilkan juga akan bernilai besar. Maka oleh karena itu hubungan daya listrik kompresor terhadap kerja kompresi sebanding lurus.

3.3 Analisis COP<sub>Refrigerasi</sub> Terhadap Dampak Refrigerasi

Proses kalor yang diserap merupakan proses penangkapan panas (kalor) udara ruangan yang memiliki temperatur lebih tinggi dibandingkan refrigeran yang mengalir di dalam evaporator. Besaran nilai kalor yang diserap evaporator terhadap COP<sub>Refrigerasi</sub> terdapat pada grafik Gambar 4.3 yang memiliki hubungan sebanding lurus atau membentuk garis linier.

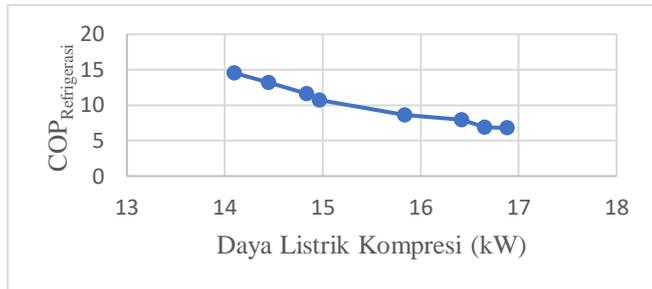


Gambar 4.2 Grafik COP<sub>Refrigerasi</sub> Terhadap Dampak Refrigerasi

Dibuktikan dari Gambar 4.3 Grafik Q<sub>e</sub> Terhadap COP<sub>Refrigerasi</sub> menunjukkan bahwa pada mesin AC unit 1.1 kalor yang diserap evaporator (Q<sub>e</sub>) sebesar 174,779 kJ/kg yang merupakan Q<sub>e</sub> terkecil menghasilkan COP<sub>Refrigerasi</sub> terkecil dari unit mesin AC lainnya yaitu sebesar 6,76 dan nilai Q<sub>e</sub> terbesar yaitu 189,338 kJ/kg menghasilkan nilai COP<sub>Refrigerasi</sub> yang tertinggi yaitu 14,53. Maka semakin besar nilai kalor yang diserap evaporator atau Q<sub>e</sub> mendapatkan COP<sub>Refrigerasi</sub> yang bernilai tinggi atau besar juga, hal ini dikarenakan pada Persamaan 2.5 , Q<sub>e</sub> sebagai nilai pembilang pada rumus untuk menentukan COP<sub>Refrigerasi</sub> . Oleh karena itu hubungan nilai Q<sub>e</sub> sebanding lurus dengan nilai COP<sub>Refrigerasi</sub> yang didapatkan.

### 3.4 Analisis COP<sub>Refrigerasi</sub> Terhadap Daya Listrik Kompresor

Pada Gambar 4.4 merupakan grafik hubungan antara nilai dari daya listrik kompresor terhadap nilai COP<sub>Refrigerasi</sub> yang dihasilkan.



Gambar 4. 3 Grafik COP<sub>Refrigerasi</sub> Terhadap Daya Listrik Kompresor

Berdasarkan Gambar 4.4 grafik daya listrik kompresor terhadap COP<sub>Refrigerasi</sub> didapatkan nilai terbesar dan terkecil yaitu daya listrik kompresor sebesar 16,883 kW dengan COP<sub>Refrigerasi</sub> sebesar 6,79 dan 14,099 kW dengan COP<sub>Refrigerasi</sub> 14,53 . Data pada grafik menunjukkan rata-rata unit mesin AC untuk pengkondisian udara gedung lantai satu rumah sakit yaitu unit 1.1 – unit 1.3 daya listrik kompresor sebesar 16,65 kW , pada gedung lantai dua rumah sakit yaitu mesin AC unit 2.1 – unit 2.3 daya listrik kompresor rata-rata sebesar 15,214 kW dan untuk gedung lantai tiga rumah sakit yaitu mesin AC unit 3.1 – unit 3.2 daya listrik kompresor rata-rata sebesar 14,272 kW .

Dilihat dari grafik gambar 4.4 semakin kecil daya listrik kompresor maka semakin besar nilai COP yang didapatkan sehingga dapat dikatakan daya listrik kompresor berbanding terbalik dengan nilai COP atau kinerja mesin AC. Hal ini dapat terjadi karena setiap daya listrik kompresor tercatat besar maka temperature di  $T_2$  yaitu pada proses kompresi juga memiliki temperatur tinggi , yang membuat proses pendinginan lebih bekerja keras.

### 3.5 Analisis Perbandingan Kinerja AC Sistem VRF dengan SNI 6390:2020

SNI 6390:2020 adalah konservasi energi sistem tata udara pada bangunan gedung yang disusun sebagai pedoman bagi semua pihak yang terlibat dalam perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, dan pengelolaan bangunan gedung, khususnya pada sistem tata udara, untuk mencapai penggunaan energi yang efisien.

Pada Tabel 2.1 tercantum nilai standar kinerja efisiensi minimum atau COP mesin – mesin pendingin pengkondisian udara yang berlaku di Indonesia. Salah satunya adalah mesin AC sistem VRF ( *Variable Refrigerant Flow* ) yang juga diterapkan pada Rumah Sakit X. Dalam pengambilan data

untuk mencari kinerja efisiensi mesin AC sistem VRF di Rumah Sakit X didapatkan nilai COP aktual atau COP<sub>Refrigerasi</sub> terkecil sebesar 6,79 dengan konsumsi daya listrik kompresor sebesar 16,883 kW dan nilai COP aktual atau COP<sub>Refrigerasi</sub> terbesar yaitu 14,53 dengan konsumsi daya listrik kompresor sebesar 14,099 kW. Menurut standar nasional SNI 6390:2020 nilai data tersebut termasuk nilai yang sangat bagus untuk mesin pendingin pengkondisian udara atau AC dengan sistem VRF karena dalam SNI 6390:2020 nilai minimum untuk mesin AC sistem VRF yaitu sebesar 3,81, maka kinerja efisiensi mesin AC sistem VRF di Rumah Sakit X dapat dikatakan sudah sesuai dengan standar nasional SNI 6390:2020

## 4. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan analisis mesin AC sistem VRF dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Berdasarkan data yang diperoleh nilai COP<sub>Refrigerasi</sub> actual dari 8 unit mesin AC sistem VRF didapatkan COP<sub>Refrigerasi</sub> terkecil sebesar 6,79 dan COP<sub>Refrigerasi</sub> terbesar 14,53. Untuk gedung rumah sakit lantai satu rata – rata nilai COP<sub>Refrigerasi</sub> 7,22 , kemudian untuk lantai dua gedung rumah sakit rata-rata nilai COP<sub>Refrigerasi</sub> sebesar 10,33 dan pada lantai tiga gedung rumah sakit rata-rata nilai COP<sub>Refrigerasi</sub> sebesar 13,87.
- 2) Nilai daya listrik kompresor berbanding lurus dengan kerja kompresi yang dihasilkan, terbukti pada mesin AC unit 1.1 daya listrik yang dihasilkan sebesar 16, 883 kW dengan kerja kompresi sebesar 25,736 kJ/kg. Hal ini juga berlaku untuk nilai kalor yang diserap evaporator atau  $Q_e$  berbanding lurus dengan COP<sub>Refrigerasi</sub> dengan bukti nilai terkecil dari  $Q_e$  sebesar 174,779 kJ/kg mendapatkan nilai COP<sub>Refrigerasi</sub> sebesar 6,79 yang merupakan nilai COP<sub>Refrigerasi</sub> terkecil.
- 3) Menurut standar nasional SNI 6390:2020 penggunaan mesin AC sistem VRF ( *Variable Refrigerant Flow* ) di rumah sakit "x" hasil nilai kinerja efisiensi sangat bagus atau sudah sesuai dengan SNI 6390:2020, karena sudah melebihi nilai minimum COP aktual 3,81 yang terdapat pada standar nasional dengan pembuktian nilai COP aktual atau COP<sub>Refrigerasi</sub> yang dihasilkan nilai terkecil COP<sub>Refrigerasi</sub> sebesar 6,79 dan terbesar atau tertinggi yaitu 14,53

## Daftar Pustaka

- [1] Hendradinata. (2015). Perencanaan Unit Mesin Pendingin Untuk Kebutuhan Pengkondisian Udara Pada Gedung Rektorat Politeknik Sekayu. Teknologi Pendinginan dan Tata Udara Politeknik Sekayu, 1, 1-10.
- [2] Kusnandar, Kurniawan, Y., Khoerun, B., & Rohmat, Y. N. (2020). PERBANDINGAN COP AC SPLIT KAPASITAS 1 PK MENGGUNAKAN R410a dan R32 . TURBULEN Jurnal Teknik Mesin, 50-55.
- [3] Pitrianingsih, P., & Hermawan, R. (2019). ANALISIS

PERANCANGAN PENGKONDISIAN UDARA  
DENGAN MENGGUNAKAN AC VRF. Seminar  
Nasional Sains dan teknologi, 1.36.1 - 1.36.7.

- [4] Raharjo, S. (2020). EFISIENSI PENGGUNAAN REFRIGERAN PADA MESIN PENGKONDISIAN UDARA SPLIT. SEMARANG: Universitas Diponegoro Semarang.
- [5] R. Arifin et al., "Glassy NiTi produced with different cooling times: Structural investigation using molecular dynamics simulations," *Results Phys.*, vol. 15, no. August, pp. 15–17, 2019, doi: 10.1016/j.rinp.2019.102545.
- [6] W. Abdul Azis Fitriaji and A. D. , Asep Saepudin, "Kontrol Sistem Water Loop Untuk Pendingin Showcase Makanan dan Minuman," *AutoMech*, vol. 02, pp. 1–6, 2022.
- [7] D. R. Ahmad Yani, Nurul Istiqomah, Junaini, Hariyadi, Hanif, "Studi Eksperimental Variasi Tekanan Keluar (Discharger Pressure) Terhadap Kinerja Pompa Air Sentrifugal: Pada Alat Praktikum Mesin Fluida STTI Bontang," *AutoMech*, vol. 02, pp. 27–32, 2022.