

# Analisa Performance Sistem Pendingin Mini Chiller Kapasitas 1,5 PK

Ade Verliandri<sup>1)</sup>, Suryadimal<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Mesin, <sup>2)</sup>Universitas Bung Hatta (UBH)  
Jl. Gajah Mada No. 19 Olo Nanggalo Padang, Sumatera Barat 25143  
Email : [adeverliandri151@gmail.com](mailto:adeverliandri151@gmail.com)<sup>1)</sup> Email : [suryadimal@bunghatta.ac.id](mailto:suryadimal@bunghatta.ac.id)<sup>2)</sup>

## Abstrak

Mini Chiller merupakan mesin pendingin yang dirancang memiliki fungsi hampir sama dengan mesin water chiller pada umumnya, pembuatan Mini Chiller yaitu dengan memodifikasi mesin pendingin AC Split menjadi sebuah Mini Chiller. Berdasarkan jenis dan unjuk kerja dari setiap komponen mesin pendingin, dapat dirancang suatu sistem Mini Chiller yang sesuai dengan fungsinya. Tujuan penelitian ini yaitu untuk Menganalisa nilai *Coeffisien Of Performance* (COP) dan Menganalisa nilai Efisiensi Energi Rasio (EER) pada mesin pendingin mini Chiller dimana dalam penelitian ini seluruh pengambilan data dilakukan dengan mencatat hasil pengamatan pada thermometer digital setiap 5 menit. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan kecepatan udara dan laju aliran masa di FCU. Dimana nilai laju aliran massa air 0,178 m<sup>3</sup>/min, 0,196 m<sup>3</sup>/min, 0,128 m<sup>3</sup>/min, 0,226 m<sup>3</sup>/min, 0,247 m<sup>3</sup>/min dengan memvariasikan kecepatan udara pada FCU 40-60 m/s. Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa pengaruh laju aliran massa air terhadap kerja kompresor terlihat trend daya kompresor naik sering bertambah penyerapan masa air di FCU, Nilai terendah kerja kompresor berkisar 45,75 W dan nilai tertinggi 45,79 W pada laju aliran masa air 0,247 kg/s, dan terjadi peningkatan penyerapan kalor di evaporator seiring bertambah besarnya laju masa air penyerap kalor di fcu. Nilai cop rata rata berkisar 3,58 dan nilai cop tertinggi 3,59, sementara nilai cop terendah 3,57. EER mesin pendingin di pagi hari cenderung stabil rata rata nilai EER 12,5 dan pada siang terbukti EER mempunyai harga yang tertinggi 12,56.

**Kata kunci :** Mini Chiller, Coefficient Of Performance (COP), Energy Efficiency Ratio (EER), Refrigeran R22

## 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan dimana secara Astronomis, posisi lintang terletak koordinat lintang utara 6<sup>0</sup> - hingga kordinat lintang selatan 11<sup>0</sup> dan berdsarkan titik bujur 95<sup>0</sup> BT (Bujur Timur) – 141<sup>0</sup> BT (Bujur Timur). Pada daerah ditas kecenderungannya wilayah Indonesia memiliki kondisi yang rata rata panas yang disebabkan karena meningkatnya temperatur udara di atmosfer secara terus-menerus, efek rumah kaca dan juga penipisan lapisan ozon. Untuk mencapai kenyamanan termal orang yang berada didalam ruangan, maka diperlukan sistem pengkondisian udara/ mesin refrigrasi khususnya sistem pendinginan. (Nurhalim et al., 2021).

Di zaman yang semakin berkembang ini banyak industri besar, perkantoran, perumahan maupun kendaraan di Indonesia yang dilengkapi dengan *Air Conditioner* (AC) dengan tujuan untuk mengkondisikan dan menyegarkan udara ruangnya. Penggunaan AC split pada industri,

gedung-gedung, dan perkantoran yang berkapasitas besar sangatlah tidak efektif karena akan memerlukan jumlah AC yang cukup banyak dan penggunaan energi listrik yang cukup besar, maka dari itu para ilmuwan berusaha menciptakan alat pengkondisian udara yang mampu mengkondisikan udara ruangan yang berkapasitas besar salah satunya yaitu sistem pendingin chiller. (Metty et al., 2010).

Chiller merupakan sebuah mesin yang mempunyai fungsi utama yaitu mendinginkan air pada sisi evaporatornya. Air dingin tersebut akan disalurkan ke mesin penukar kalor Fan Coil Unit (FCU). Dari serangkaian komponen yang bekerja dalam mesin refrigerasi, performansi mesin pendingin atau refrigerasi disebut dengan *Coefficient Of Performance* (COP). Mesin refrigerasi yang memiliki kerja yang baik adalah mesin mesin yang memiliki nilai COP yang tinggi. (Dharma, 2000).

Penelitian yang dilakukan Yudisworo dkk, 2014, tentang cooling unit performance analysis

of fish (*cold storage*) to Improve quality in fishermen catch Cirebon memperoleh nilai COP actual yang diraih oleh *cold storage* tersebut adalah sekitar 2,24 lebih kecil dari COP Carnot nya yang sebesar 4,13. (Hidayat et al., 2015).

Salah satu besaran performance mesin pendingin yang penting untuk dianalisa adalah EER. Nilai *Energy Efficiency Ratio* (EER) merupakan suatu parameter yang dapat dijadikan dasar untuk mengetahui performance dari mesin refrigerasi tersebut. Nilai EER juga merupakan perbandingan antara kemampuan kapasitas pendinginan dari mesin pada beban pendinginan (*Cooling Load*) dengan konsumsi energi listrik yang diperlukan oleh kompresor. Semakin tinggi EER suatu mesin refrigerasi maka semakin baik performa mesin refrigerasi tersebut. (Andini et al., 2020).

Dari uraian diatas maka peneliti ingin melakukan kajian tentang bagaimana pengaruh COP (*Coefficient Of Performance*) dan EER (*Energy Efficiency Ratio*) di waktu pagi hari dan siang hari terhadap performance mesin pendingin Mini Chiller.

1. Bagaimana efek beban pendingin terhadap kinerja mesin sistem pendingin, meliputi kapasitas refrigerasi, daya kompresi dan waktu pendinginan dalam suatu ruang pendingin.
2. Berapa besar *Coefficient Of Performance* (COP) pada mesin mini Chiller.
3. Berapa nilai Efisiensi Energi Rasio (EER) pada mesin mini Chiller.

## 2. Teori Dasar

Mesin Pendingin merupakan suatu alat yang digunakan untuk memindahkan panas dari dalam ruangan keluar ruangan untuk menjadikan temperatur benda atau ruangan tersebut lebih rendah dari temperatur lingkungannya sehingga menghasilkan suhu atau temperatur dingin. (Sumanto, 2016)

Semakin berkembangnya teknologi mesin pengkondisian udara sudah mengalami perkembangan yang pesat. Mulai dari sistem *direct expansion* untuk skala kecil hingga *water chiller* untuk skala besar. Dan ada bermacam-macam mesin pengkondisian udara yang sering kita jumpai sehari-hari seperti, air conditioner

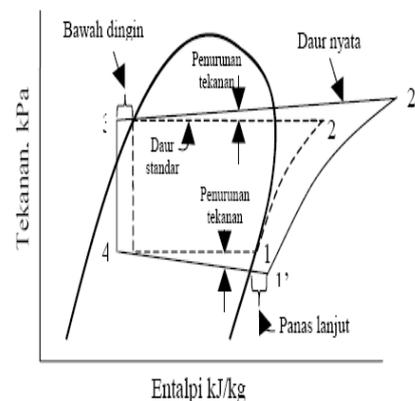
(AC), refrigerator, freezer, chiller.

*Chiller* merupakan sebuah mesin Pengkondisian udara yang menggunakan sistem kerja mesin Pendingin jenis kompresi uap. Perbedaan mesin *airconditioner* (AC) dan mesin *chiller* adalah pada *chiller* yang disirkulasikan adalah air yang di dinginkan oleh refrigeran pada sisi evaporator nya dan akhirnya didistribusikan ke mesin penukar kalor atau *fan coil unit* (FCU).

Di Indonesia Penggunaan chiller sudah tidak asing lagi terutama pada industri-industri tanah air yang bergerak dalam berbagai bidang. *Chiller* dikategorikan sebagai mesin Pendingin untuk pengkondisian udara skala besar seperti fasilitas industri (pabrik kimia, pabrik makanan dan minuman, stasiun Pembangkit listrik), dan fasilitas umum (hotel, aula, dll). (Andini et al., 2020).

## Siklus Kompresi Uap

Siklus refrigerasi kompresi uap merupakan semacam mesin pendingin yang paling sering digunakan saat ini. Mesin pendingin ini terdiri dari empat komponen utama, yaitu kompresor khusus, kondensor, katup ekspansi, dan evaporator. Proses utama dari sistem refrigerasi kompresi uap adalah:



Keterangan:

### 1. Proses (1-2) Kompresi

Proses kompresi pada langkah ini refrigeran di hisap atau ditekan oleh kompresor sehingga tekanan dan temperaturnya naik (super panas).

### 2. Proses (2-3) Kondensasi

Pada proses ini terjadi pelepasan kalor sehingga tekanannya turun tetapi temperaturnya tetap. kemudian fasanya pun dari fasa gas ke fasa cair dengan cara membuang kalor ke lingkungan.

### 3. Proses (3-4) Ekspansi

Kerja ekspansi merupakan proses penurunan laju refrigeran sehingga terjadi penurunan temperatur dan tekanan pada refrigeran.

### 4. Proses (4-1) Evaporasi

Pada proses evaporasi kondisi refrigeran dalam keadaan tekanan dan temperatur yang rendah. Kalor kemudian terserap oleh refrigeran kemudian refrigeran berubah fasa menjadi gas sementara temperatur ruangan yang didinginkan akan menjadi dingin.

## Komponen Utama Mesin Pendingin

#### 1. Kompresor

berfungsi sebagai penghisap uap *refrigerant* yang keluar dari evaporator, kompresor pada *Mini Water Chiler* memakai kompresor dengan kapasitas 1,5 PK.

#### 2. Kondensor

Komponen berikutnya pada *Mini Water Chiler* adalah kondensor, kondensor berfungsi sebagai pemindah panas dari sistem refrigerasi, gas atau uap *refrigerant* yang memiliki temperatur tinggi akan diserap lalu dihembuskan oleh *fan* yang ada pada kondensor sehingga menyebabkan uap *refrigerant* mengembun menjadi cair.

#### 3. Katup Ekspansi

Pada *Mini Water Chiler* alat ekspansi berfungsi untuk menurunkan tekanan gas *refrigerant*, pada alat ekspansi ini terjadi perubahan tekanan tinggi ke tekanan rendah. Selain itu katup ekspansi juga berfungsi sebagai pengontrol *refrigerant* yang masuk ke dalam evaporator.

#### 4. Evaporator

Evaporator pada *Mini Water Chiler* menggunakan *Shell and Tube type Counter Flow* yang memiliki fungsi untuk penyerap kalor air pada Evaporator pada *Mini Water Chiler* direndam pada *Chiled water tank supply* sehingga air yang melewati evaporator akan mengalami penurunan temperatur.

#### 5. Pompa Sirkulasi

Pompa sirkulasi pada *Mini Water Chiler* berfungsi untuk mensirkulasikan air yang berada pada *Shell and Tube* menuju ke *FCU (Fan Control Unit)*.

#### 6. FCU (Fan Control Unit)

*FCU* merupakan alat penukar kalor antara air dingin dengan udara, pada sistem ini, air dingin yang melewati evaporator yang sudah dimodifikasi di *FCU* yang berada di dalam ruangan dihembuskan oleh *fan* sehingga

membuat suhu di dalam ruangan menjadi dingin.

#### 7. Pipa

Pipa yang digunakan pada *Mini Water Chiler* adalah pipa tembaga, pipa memiliki fungsi sebagai sistem instalasi untuk tempat mengalirnya media – media pendingin pada *Mini Water Chiler*.

#### 8. Solenoid Valve

*Solenoid* pada *Mini Water Chiler* sebagai katup otomatis yang berfungsi untuk mengaliri atau menghentikan laju aliran air yang di pompa menuju *FCU* jika sudah mencapai suhu yang diinginkan.

## Cara Kerja Mini Water Chiler

Pada *Water Chiler* terdapat 2 siklus refrigerasi yang saling berkaitan yaitu siklus refrigerasi primer dan siklus refrigerasi sekunder. Pada siklus refrigerasi primer, *refrigerant* disirkulasikan oleh 4 komponen utama sistem refrigerasi uap, yaitu adalah kompresor, kondensor, ekspansi, dan evaporator untuk mendinginkan air di dalam *Shell-Tube*. Sedangkan siklus refrigerasi sekunder adalah siklus dimana fluidanya adalah air yang sudah didinginkan pada siklus refrigerasi primer kemudian dialirkan ke *Fan Coil Unit* untuk mendinginkan ruangan, agar lebih jelas, berikut adalah 2 siklus refrigerasi pada *Water Chiler* :

#### 1) Siklus Refrigerasi Primer

##### a. Proses Kompresi

Proses kompresi ini adalah proses dimana *redrigerant* yang awalnya berwujud gas, bertemperatur dan bertekanan rendah masuk ke dalam kompresor, kemudian di dalam kompresor *refrigerant* ini dimampatkan atau dikompresikan tetap dalam wujud gas dan mempunyai tekanan dan temperatur yang tinggi setelah itu dialirkan menuju evaporator.

##### b. Proses Kondensasi

Proses kondensasi ini adalah proses dimana *refrigerant* yang keluar dari kompresor dalam wujud gas bertekanan dan temperatur yang tinggi dialirkan ke kondensor, kemudian pada kondensor terjadi perubahan fase *refrigerant* yang dimana awalnya berwujud gas menjadi cair, setelah di kondensasikan *refrigerant* memiliki temperatur yang lebih rendah dan tekanan yang masih tinggi, setelah itu *refrigerant* dialirkan ke alat ekspansi.

##### c. Proses Ekspansi (Penurunan Tekanan)

Proses Ekspansi ini adalah proses dimana *refrigerant* mengalami penurunan tekanan, didalam alat ekspansi terjadi penurunan

tekanan gas sehingga *refrigerant* yang berwujud cair memiliki tekanan yang rendah dan temperatur yang rendah. Kemudian dialirkan ke evaporator.

d. Proses Evaporasi

Proses evaporasi adalah proses dimana *refrigerant* yang berwujud cair yang bertekanan dan bertemperatur yang rendah dimanfaatkan untuk mendinginkan media air yang berada di dalam *box water chiler* (evaporator direndam didalam *box*). Karena air yang melewati evaporator bersuhu lebih tinggi dibandingkan dengan suhu *refrigerant* maka terjadi perubahan wujud *refrigerant* dari fase cair menjadi fase gas karena terjadinya penyerapan kalor, setelah itu *refrigerant* dialirkan ke kondensor untuk di kondensasikan, setelah itu kembali lagi ke kompresor, proses ini akan terjadi berulang-ulang sampai suhu di dalam ruangan tercapai sesuai yang diatur.

2) Siklus Refrigerasi Sekunder

Setelah mengalami siklus refrigerasi primer sehingga air yang berada didalam *Shell-Tube* menjadi dingin kemudian selanjutnya dilakukan siklus refrigerasi sekunder. Siklus ini diawali dengan pemompaan air dingin yang berada di *Shell-Tube* ke *FCU (Fan Coil Unit)*. Selanjutnya udara dihembuskan oleh *fan* untuk menghasilkan udara yang dingin. Pada proses tersebut mengalami penarikan atau penyerapan kalor yang ada didalam ruangan sehingga temperatur air dingin yang melewati evaporator yang sudah dimodifikasi di *FCU* menjadi naik karena mendapatkan kalor dari udara. Kemudian setelah melewati *FCU*, air mengalir kembali ke *Shell-Tube* untuk didinginkan kembali oleh evaporator. Siklus ini akan berulang – ulang selama sistem pendingin bekerja untuk mendinginkan ruangan.

**Coefficien Of Performance (COP)**

merupakan nilai perbandingan dari kapasitas refrigerasi ( $Q_r$ ) dan daya ( $P_k$ ) yang dibutuhkan untuk menggerakkan kompresor. Untuk satuan massa refrigeran maka COP dikatakan sebagai perbandingan nilai efek refrigerasi ( $Q_r$ ) dengan kerja kompresor ( $W_k$ ) yang dibutuhkan untuk menekan refrigeran dalam kompresor. Semakin besar nilai COP maka makin baik pula kinerja refrigerasi itu.

$$COP = \frac{Q_r}{W_k}$$

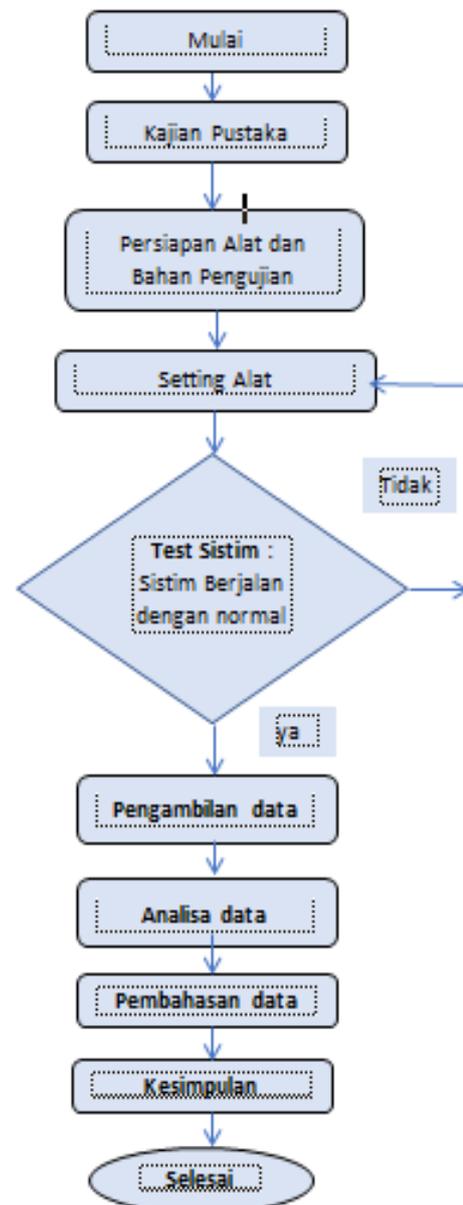
**EER ( Energy Efficiency Ratio)**

Berdasarkan hasil penelitian yang menjelaskan bahwa dalam pertimbangan pemilihan suatu mesin refrigerasi nilai EER merupakan sesuatu yang bisa dijadikan dasar untuk mengetahui performance dari mesin refrigerasi tersebut. EER merupakan sebuah nilai perbandingan antara beban panas yang dipindahkan (KW) dengan beban listrik yang digunakan untuk mengkonversi nilai COP ke EER gunakan persamaan.

$$EER = COP \times 3,431$$

**3. Metodologi Penelitian**

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

### Alat Uji Penelitian

Alat yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian adalah mesin pengkondisian udara *Mini Chiller*.



Gambar 2 Alat Uji Mini Chiller

### Prosedur Pengambilan Data

Prosedur dalam penelitian ini yang pertama adalah penyusunan alat penelitian yang dimana dalam penelitian ini seluruh pengambilan data dilakukan dengan mencatat hasil pengamatan pada thermometer digital. Sebelum dilaksanakan penelitian, terlebih dulu melakukan persiapan menyusun alat perlengkapan penelitian. Sebelum menyusun alat, dilakukan pengecekan kondisi mesin pendingin *Mini Water Chiler*. Yang kedua ada tahapan penelitian. Tahapan yang dilakukan dalam pengujian adalah sebagai berikut:

1. Tahapan Persiapan Pengujian
2. Pengecekan alat pengujian
3. Tahap Pengujian

Tahapan hasil pengujian dapat diperinci sebagai berikut :

- a. *Mini Water Chiler* dengan jenis fluida yang akan diteliti
- b. Menghidupkan mesin
- c. Pastikan tingkat keadaan sistem bekerja secara normal dan biarkan kondisi sistem steady state  $\pm 15$  menit.
- d. Mencatat suhu yang dihasilkan tiap 5 menit
- e. Hasil diambil dengan 5 kali pengulangan
- f. Mematikan mesin.

4. Akhir pengujian  
Setelah proses pengujian atau pengambilan data selesai, langkah selanjutnya adalah mematikan mesin dan merapikan

peralatan-peralatan yang digunakan selama proses pengambilan data.

### 4. Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Data Sistim Primer Pagi hari

Kec Air	Keluar Evap		Keluar Komp		keluar Kond		Keluar katup		Kec udara	Teg gan listrik	Arus listrik
	P1 (Psi)	T1 C	P2 (Psi)	T2 C	P3 (Psi)	T3 C	P4 (Psi)	T4 C			
M3/ min									m/s	Volt	Amp
0,178	63,2	7,1	215,8	88,2	205,6	39,6	71,2	4	40	220	5,8
0,196	63,8	8,3	220,2	90	210,2	39,8	70,8	4,2	40	220	5,8
0,218	65,2	8,2	223,7	92	211,8	40,1	72	5	40	220	6
0,226	66,3	8,9	230,2	92,2	217,1	39,2	73	5	40	220	6
0,247	66,4	9,1	231,2	92,6	219,7	40,1	74	6	40	220	6
0,178	64,1	9,1	215,1	87	209	39,2	71	1,7	60	220	5,8
0,196	63,3	9,2	220	89,3	210,1	37,2	69	1,6	60	220	5,8
0,218	64,2	9,4	222	89,2	211	38,2	72	2	60	220	6
0,226	65,4	9,6	224	90,4	213,3	37,9	72	2,3	60	220	6
0,247	66,1	10,4	226	88,8	216,8	38,7	73	2,8	60	220	6

Tabel 2. Data Sistim Primer Siang hari

Kec Air	Keluar Evap		Keluar Komp		keluar Kond		Keluar katup		Kec udara	Teg lisk	Arus lisk
	P1 (bar)	T1 C	P2 (bar)	T2 C	P3 (bar)	T3 C	P4 (bar)	T4 C			
M3/ Min									m/s	vol	amp
0,178	6	22	22,4	80	21,6	28	7,1	29	40	220	5,8
0,196	6,1	21	22,8	84	21,8	29	7,2	29	40	220	5,8
0,218	6,1	21	22,9	86	22	29	7,2	29	40	220	6
0,226	6,2	20	23	88	22,4	29	7,3	29	40	220	6
0,247	6	23	23,4	84	22	31	7,1	31	40	220	6
0,178	6	23	23,5	85	22,6	31	7,2	31	60	220	5,8
0,196	6	21	23,6	85	22,8	31	7,3	31	60	220	5,8
0,218	6,1	20	24,5	88	23,8	31	7,3	31	60	220	6
0,226	6,1	23	23,3	85	22,7	31	7,2	31	60	220	6
0,247	6,1	23	23,4	85	22,9	31	7,2	31	60	220	6

**Tabel 3. Entalpi dan entropi dari table dan grafik Refrigeran Pagi**

Kec water	volt	amp	Kec Air	Entalpi			Entropi		
				h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub> =h <sub>4</sub>	s <sub>1</sub>	s <sub>2</sub>	s <sub>3</sub>
0,178	220	5,8	4	413,55	459,3	249,11	1,76	1,77	1,1
0,196	220	5,9	4	413,22	459	249,37	1,75	1,77	1,1
0,218	220	6	4	413,22	459	249,76	1,75	1,77	1,1
0,226	220	6	4	413,22	459	249,76	1,75	1,77	1,1
0,247	220	6	4	413,22	458,8	249,6	1,75	1,77	1,1
0,178	220	5,8	2	413,73	459,35	248,58	1,75	1,77	1,1
0,196	220	5,9	2	413,71	459,35	245,3	1,75	1,77	1,1
0,218	220	6	2	413,72	459,35	247,28	1,75	1,77	1,1
0,226	220	6	2	413,76	459,35	246,5	1,75	1,77	1,1
0,247	220	6	2	413,63	459,19	247	1,75	1,76	1,1

**Tabel 4 Pengelohan Data Siang hari**

Kec water	volt	amp	Kec Air	Entalpi			Entropi		
				h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub> =h <sub>4</sub>	s <sub>1</sub>	s <sub>2</sub>	s <sub>3</sub>
0,178	220	5,8	4	512,24	578	266	2,21	2,26	1,16
0,196	220	5,9	4	512,15	582	268	2,21	2,23	1,16
0,218	220	6	4	512,12	582	269	2,21	2,25	1,16
0,226	220	6	4	512,03	581	269	2,21	2,25	1,16
0,247	220	6	4	512,14	582	271	2,21	2,25	1,16
0,178	220	5,8	2	512,12	583	272	2,21	2,26	1,16
0,196	220	5,9	2	512,03	584	273	2,21	2,23	1,16
0,218	220	6	2	512,14	585	274	2,21	2,24	1,16
0,226	220	6	2	512,11	582	270	2,19	2,2	1,16
0,247	220	6	2	512,02	583	270	2,19	2,22	1,16

Dari uraian diatas dapat dihitung besaran besaran sebagai berikut:

1. Daya Kompresor (Watt)

$$P = V \times I \times \cos \phi \text{ (Watt)}$$

$$P = 220,5,8,0,9 = 1,15 \text{ Watt}$$

1. Kerja Kompresi

$$W_k = \dot{m}(h_2 - h_1) \frac{kJ}{s}$$

$$\frac{W_k}{\dot{m}} = (h_2 - h_1) \frac{kJ}{s}$$

$$Wk = 459,3 - 413,55 = 45,75 \text{ kJ/kg}$$

2. Efek Refrigerasi

$$ER = \dot{m}(h_1 - h_4) \frac{kJ}{s}$$

$$\frac{ER}{\dot{m}} = (h_1 - h_4) \text{ (kJ/kg)}$$

$$\text{Efek Refrigerasi} = 413,55 - 249,11 = 164,4 \text{ kJ/kg}$$

3. Nilai COP

$$COP = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} = \frac{164,4}{45,75} = 3,59$$

4. Nilai EER :

$$EER = COP \times 3,41$$

$$= 3,59 \times 3,41$$

$$= 12,24$$

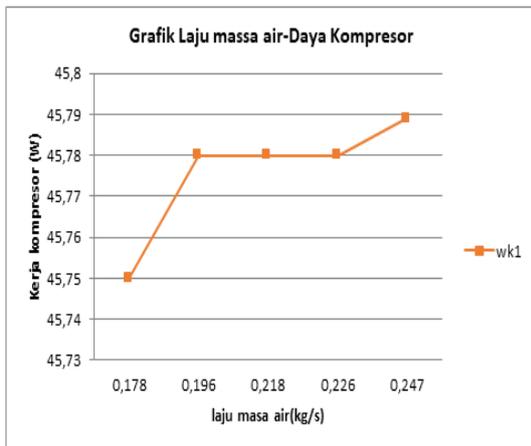
**Keterangan :**

- Wk= Daya Kompresor (KW)
- V = Tegangan (Volt)
- I = Kuat Arus (Ampere)
- ṁ = Laju Aliran Fluida (Kg/s)
- Qk= Laju Perpindahan Panas Kondensor (KW)
- Qe = Laju Perpindahan Panas Evaporator (KW)
- H1 = Entalpi di Evaporator (kJ/kg)
- H2 = Entalpi di Kompresor (kJ/kg)
- H3 = Entalpi di Kondensor (kJ/kg)
- H4 = Entalpi di Katup Ekspansi (kJ/kg)
- T0 = Temperatur lingkungan (°C)
- Cos θ = 1 ( asumsi pawner factor motor dianggap baik)
- COP = Coeficient of Performance
- EER = Energy Efficiency Ratio

## Analisa Data

Dari pengolahan data sistim primer mesin pendingin kompresi uap diatas dapat digambarkan sebagai berikut;

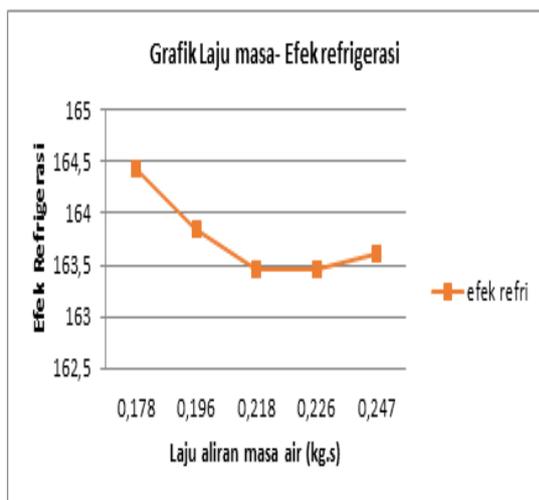
1. Pengaruh laju aliran masa air terhadap daya kompresor Pagi Hari



**Gambar 1. Laju Massa air-Daya Kompresor**

Dari gambar diatas pengaruh laju airan massa air terhadap kerja kompresor terlihat trend daya kompresor naik sering bertambah penyerapan masa air di FCU, sehingga efek refrigerasi (beban evaporator) semakin naik pula. Nilai terendah kerja kompresor berkisar 45,75 W dan nilai tertinggi 45,79 W pada laju aliran masa air 0,247 kg/s.

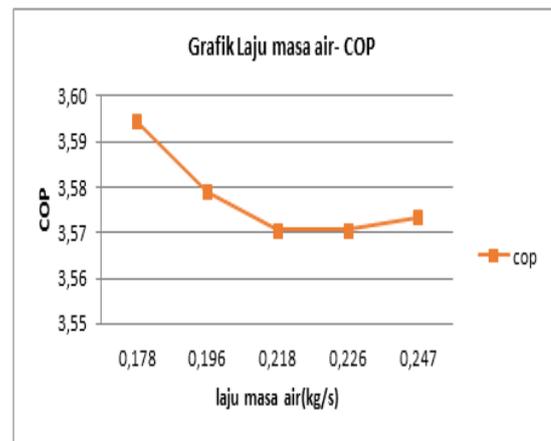
2. Pengaruh laju aliran masa air terhadap Efek refrigerasi mesin pendingin Pagi Hari



**Gambar 2. Laju masa air-Efek refrigerasi**

Pada gambar diatas terlihat efek refrigerasi mempunyai trend menurun seiring dengan bertambah laju aliran masa air , dengan jelas pada laju aliran masa 0,128 efek refrigerasi nilai tertinggi sebesar 164,4 kJ/kg dan terendah 163,4 kJkg, kemudian naik lagi mencapai 163,6 kJkg , hal ini diduga disebabkan karena penyerapan energy di fcu bertambah besar.

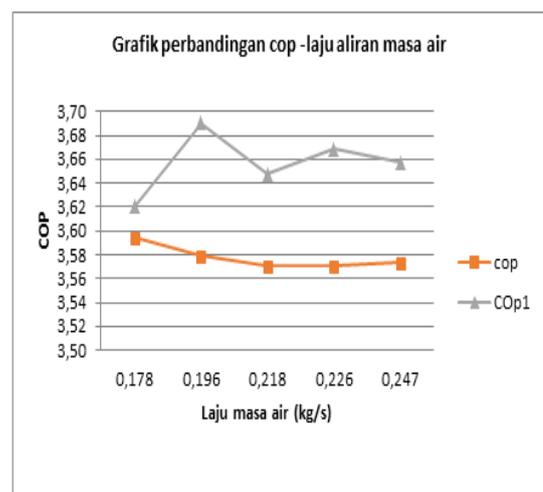
3. Pengaruh laju aliran masa air terhadap COP mesin pendingin Pagi Hari



**Gambar 2. Laju Masa Air- COP**

Dari gambar diatas trend nilai COP cukup bagus dan terjadi peningkatan penyerapan kalor di evaporator seiring bertambah besarnya laju masa air penyerap kalor di fcu. Nilai cop rata rata berkisar 3,58 dan nilai cop tertinggi 3,59, sementara nilai cop terendah 3,57.

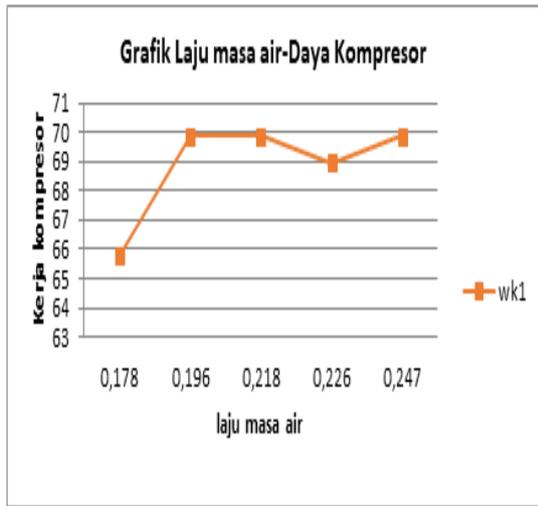
4. Pengaruh Perbandingan COP –Laju aliran masa air Pagi Hari



**Gambar 4. Perbandingan COP- Laju masa air**

dari gambar diatas jika kita membandingkan nilai cop mesin pendingin dengan menambah kecepatan udara fcu maka terlihat cop semakin turun, sementara laju aliran masa air bertambah maka COP semakin stabil. Parsentase penurunan COP terbesar berkisar 17,6 % .

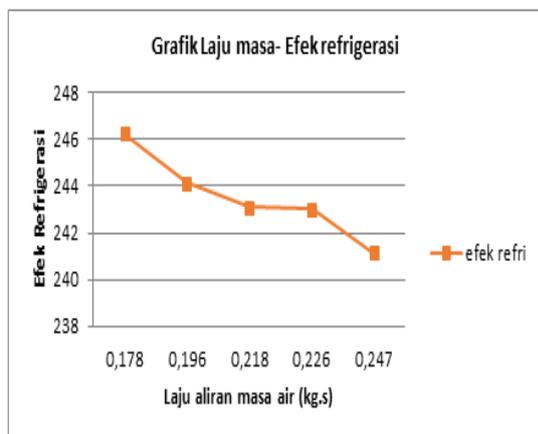
5. Pengaruh laju aliran masa air terhadap daya kompresor Siang hari



Gambar 3. Laju Masa Air - Daya Kompresor

Dari gambar trend daya kompresor naik sering bertambah penyerapan masa air di FCU, namun mengalami penurunan pada laju aliran masa 0,218 hingga 0,226 kg/s, sehingga efek refrigerasi akan naik pula. Nilai terendah kerja kompresor berkisar 65,75 W dan nilai tertinggi 70,1 W pada laju aliran masa air 0,247 kg/s.

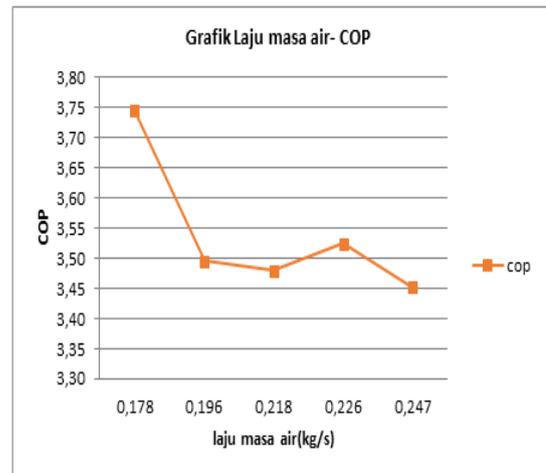
6. Pengaruh laju aliran masa air terhadap Efek refrigerasi mesin pendingin Siang hari



Gambar 4. Laju masa - Efek refrigerasi

Pada gambar terlihat efek refrigerasi ber trend menurun seiring dengan bertambah laju aliran masa air , dengan jelas pada laju aliran masa 0,178 efek refrigerasi nilai tertinggi sebesar 246 kJ/kg dan terendah 241 kJ/kg.

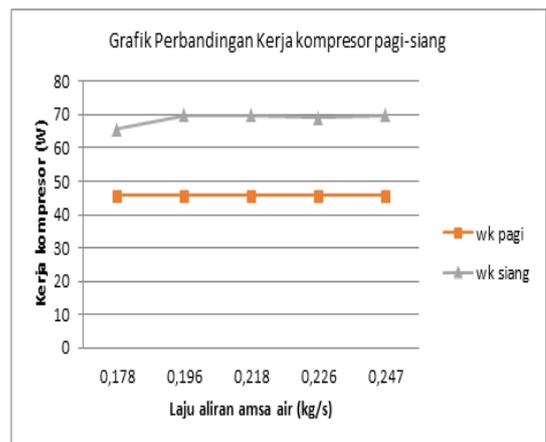
7. Pengaruh laju aliran masa air terhadap COP mesin pendingin Siang Hari



Gambar 7. Laju masa air - COP

Dari gambar diatas trend nilai COP cukup bagus dan terjadi peningkatan penyerapan kalor di evaporator seiring bertambah besarnya laju masa air penyerap kalor di fcu. Nilai cop tertinggi 3,45, sementara nilai cop terendah 3,75.

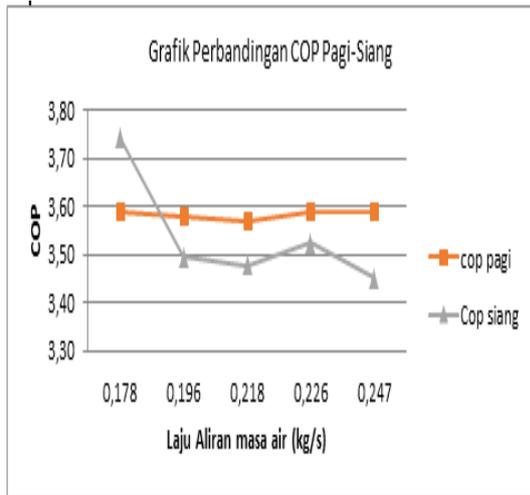
8. Pengaruh perbandingan perubahan kecepatan udara terhadap daya Kompresor Siang hari



Gambar 5. Perbandingan Kerja kompresor Pagi- siang

Dari gambar diatas pengaruh laju airan masa air terhadap kerja kompresor terlihat trend daya kompresor stabil sering bertambah penyerapan masa air di FCUbaik disiang hari dan pagi hari.

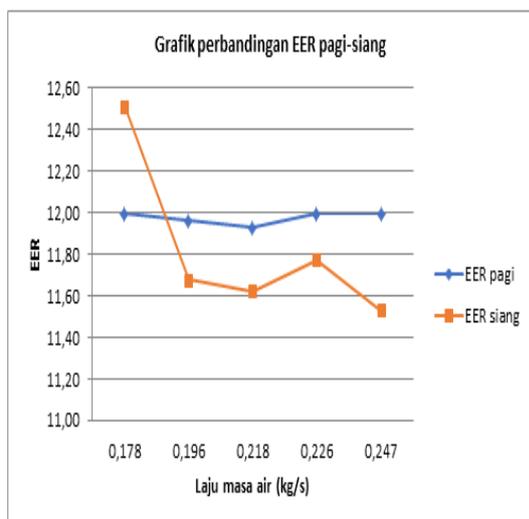
### 9. Pengaruh Perbandingan COP –Laju aliran masa air Siang hari



**Gambar 6. Perbandingan COP Pagi - Siang**

Dari gambar terlihat COP mesin pendingin di pagi hari cenderung stabil rata rata nilai cop 3,58 dan pada siang terbukti cop mempunyai harga yang tertinggi dengan rata rata 3,54. Bila dilakukna perbandingan Cop maka terjadi peningkatan nilai cop sebesar 1,26 % dari pagi hari.

### 10. Perbandingan EER pagi-siang



**Gambar 7. Perbandingan EER Pagi -Siang**

Dari gambar terlihat EER mesin pendingin di pagi hari cenderung stabil rata rata nilai EER 12,5 dan pada siang terbukti EER mempunyai harga yang tertinggi 12,56.

## 5. Kesimpulan

1. Pengaruh laju airan masa air terhadap kerja kompresor terlihat trend daya kompresor naik. Nilai terendah kerja kompresor berkisar 45,75 W dan nilai tertinggi 45,79 W pada laju aliran masa air 0,247 kg/s.
2. Trend efek refrigerasi menurun seiring dengan bertambah laju aliran masa air , pada laju aliran masa 0,128 efek refrigerasi dengan nilai tertinggi sebesar 164,4 kJ/kg dan terendah 163,4 kJkg.
3. Nilai COP cukup bagus karena terjadi peningkatan penyerapan kalor pada pagi hari di evaporator seiring bertambah besarnya laju masa air penyerap kalor di fcu.
4. EER kedua waktu pagi dan siang berbandingan lurus dengan perbandingan COP mesin pendingin. Di pagi pemakaian energy cenderung stabil rata rata nilai EER sebesar 12 dan pada siang terbukti pemakaian energy mempunyai harga yang tertinggi dengan rata rata 11,7

## Daftar Pustaka

- Andini, Y., Margana, A. S., Badarudin, A., & Kunci, K. (2020). *Analisis Audit Energi Sistem Tata Udara Pada Chiller , Cooling Tower , dan Air Handling Unit di Gedung Transmart Buah Batu. 1*, 26–27.
- Deva Supriana, P., Dantes, K. R., & Nugraha, I. N. P. (2019). Pengaruh Variasi Fluida Pendingin Terhadap Capaian Suhu Optimal Pada Rancangan Mesin Pendingin Mini Water Chiller. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 7(1), 36. <https://doi.org/10.23887/jjtm.v7i1.18584>
- Dharma, B. (2000). *Analisa Komparasi Coeffisient Of Performance ( Cop ) Kte-2000ev Menggunakan Pipa Kapiler Dan Katup Ekspansi Otomatis*. 146–151.
- Effendy, M., Mesin, T., & Muhammadiyah, U.

- (2005). *Pengaruh kecepatan putar poros kompresor terhadap prestasi kerja mesin pendingin ac*. 6(2), 55–62.
- Hasan Basri (2009). (2006). *Efek perubahan laju aliran massa air pendingin pada kondensor terhadap kinerja mesin refrigerasi focus* 808.
- Hidayat, I., Aziz, A., & Mainil, R. I. (2015). Laju Pendinginan air dengan *Ice On Coil* pada mesin pendingin Type *Chiller* untuk *Cold Storage*. 14(1), 23–27.
- Kayana, M. D., Nugraha, I. N. P., Dantes, K. R., Pendidikan, J., Mesin, T., & Teknik, F. (2019). *Analisa Pengaruh Laju Aliran Fluida Air Pada Saluran Pipa AHU ( Air Handling Unit ) Terhadap capaian suhu mesin pendingin mini Water Chiller*. 7(3), 3–8.
- MA, S. (2016). *No TitleSistem Pendingin Komponen*. 6–18.
- Metty, K., Negara, T., & Wijaksana, H. (2010). *Analisa Performansi Sistem Pendingin Ruangan dan Efisiensi Energi Listrik padaSistem Water Chiller dengan Penerapan Metode Cooled Energy Storage*. 4(1), 4–11.
- Nurhalim, R., Sarwono, E., Mesin, T., Teknik, F., & Pontianak, U. M. (2021). *Creative Research in Engineering*. 1(1), 19–23.
- Pendingin, R. M. (n.d.). *Penggunaan Refrigeran R22 dan*.
- Yusuf, Y. (2016). *Analisa performa sistem pendinginan absorpsi menggunakan energi panas matahari pada sebuah gedung perkantoran*. 9(2), 150–153.