

**ANALISA KINERJA MESIN PENDINGIN MINI WATER CHILLER  
DENGAN ALIRAN SILANG PADA EVAPORATOR KAPASITAS 1 1/2 PK**

**Rozi Ardiansah<sup>1)</sup>, Suryadimal<sup>2)</sup>**

*<sup>1)</sup>Teknik Mesin, <sup>2)</sup>Fakultas Teknologi Industri dan <sup>3)</sup>Universitas Bung Hatta (UBH)*

*Jl.Gajah Mada No.19 Olo Nanggalo Padang, Sumatera Barat 25143*

*Email : [roziardiansah33@gmail.com](mailto:roziardiansah33@gmail.com)<sup>1)</sup> Email : [suryadimal@bunghatta.ac.id](mailto:suryadimal@bunghatta.ac.id)<sup>2)</sup>*

**Abstrak**

Mini Chiler merupakan mesin pendingin yang dirancang memiliki fungsi hampir sama dengan mesin water chiler pada umumnya, pembuatan Mini Chiller yaitu dengan memodifikasi mesin pendingin AC Split menjadi sebuah Mini Chiller. Air Merupakan Salah Satu Media Dalam Penyerapan Kalor Yang Baik Sehingga Air Juga Dapat Digunakan Dalam Media Pendinginan Didalam Kondensor. Penggunaan Air Pendingin Kondensor Pada Mesin Pengkondisian Udara Akan Meningkatkan Laju Perpindahan Kalor Dan Efisiensi Kerja Mesin Pendingin. Tujuan Dari Penelitian Ini Adalah Menganalisa Nilai Coefisien Of Performance, Mengetahui Pengaruh Variasi Laju Massa Air Terhadap Cop Oleh Sebab Itu Dilakukan Pengujian Mesin Pendingin Kompresi Uap Dengan Memvariasikan Laju Massa Air Pada Kondensor, Hasil Pengujian Didapat Nilai Perbandingan Cop Dengan Laju Massa Air Pengujian Pada Pagi Hari Didapat 4,26 Dan Laju Massa Air 0,178 Kg/S. Dari Penelitian Yang Telah Dilakukan Maka Dapat Disimpulkan Semakin Tinggi Nilai Cop Yang Didapat Maka Semakin Baik Kerja Mesin Pendingin Kompresi Uap Bekerja.

**Kata Kunci :** COP, Temperatur, Hukum Termodinamika, Refrigeran R32

## 1. Pendahuluan

Pada dunia industri, perkantoran dan gedung - gedung bertingkat yang memiliki kapasitas besar dinegara tropis yang musim panasnya lama, biasanya untuk meningkatkan kenyamanan dan efektivitas orang bekerja salah satu cara yang biasa menggunakan alat AC yang dapat menurunkan temperatur ruangan (Dharma, 2000) dan (Metty K, 2010).

Pada sistem kapasitas besar tersebut udara dingin dihasilkan pada unit pendingin terpusat yang terletak diluar gedung utama. Sistem tersebut terdiri dari atas dua sistem yakni sistem *outdoor* yaitu *chiller* sebagai unit pendingin, dan sistem *indoor* atau disebut AHU (*Air Handling Unit*) dan FCU (*Fan Coil Unit*), untuk mensirkulasikan udara dingin maka AC sentral dilengkapi dengan *circulation pump* (Sunu pw,2016).

Sistem pengkondisian udara merupakan sebuah mesin berfungsi untuk pergerakan udara, kebersihan udara, pengontrol suhu agar mencapai kenyamanan manusia. Semua proses tersebut menggunakan sistem siklus refrigerasi yang menggunakan alat penukar panas untuk menyerap/menolak panas dari ruangan yang dikondisikan ke lingkungan.

*Chiller* merupakan sebuah mesin yang mempunyai fungsi utama yaitu mendinginkan air pada sisi evaporator. Air dingin tersebut akan disalurkan ke mesin penukar kalor FCU (*Fan Coil Unit*). Mesin refrigerasi yang memiliki kerja yang baik adalah mesin - mesin yang memiliki nilai COP yang tinggi.

Menurut Suryadimal, dan Muhammad Zaki Amien hubungan beban pendingin terhadap COP(*Coefficient Of Performance*) di pagi hari, siang - sore hari, dan malam hari adalah semakin besar beban pendingin maka COP yang didapat akan semakin kecil. Hal ini dikarenakan semakin besar beban maka panas yang diserap evaporator semakin besar dan ini akan menaikkan kerja alat mesin pendingin (Muhammad Zaki Amien, Suryadimal, 2019).

Besar *performance* mesin pendingin yang penting juga seperti EER. *Energy Efficiency Ratio* adalah parameter untuk mengetahui *performance* dari mesin refrigerasi tersebut. Nilai EER menyatakan kemampuan mesin pendingin pada *Cooling Load* tertentu membutuhkan konsumsi energi listrik yang diperlukan oleh kompresor.

Semakin besar EER maka semakin baik kinerja mesin pendingin seperti *mini water chiller*.

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 *Coefisien Of Performance* (COP) pada mesin mini Chiller.
3. Berapa nilai Efisiensi Energi Rasio (EER) pada mesin mini Chiller.

## METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Prestasi Mesin kampus 3 Universitas Bung Hatta yang mana dilakukan sejak bulan april hingga juli 2023. Pengambilan data dilakukan dengan cara mengambil data-data yang diperlukan seperti Laju Massa Air, Tekanan dan Temperatur di Evaporator, Kondensor, Kompresor dan mencari nilai Entalphy dan Entrophynya.

## 2. Teori Dasar

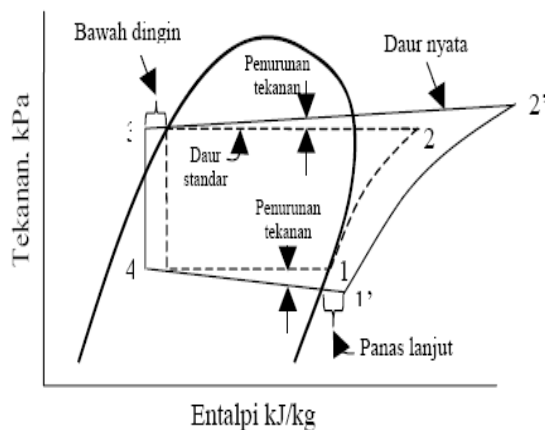
Mesin Pendingin (*refrigerator*) adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan panas dari dalam ruangan keluar ruangan untuk menjadikan temperatur benda atau ruangan tersebut lebih rendah dari temperatur lingkungannya sehingga menghasilkan suhu atau temperatur dingin (v. M. buyanov, 1967). Panas adalah bentuk energi yang dipindahkan berdasarkan perbedaan suhu. Panas ada di mana-mana pada tingkat yang lebih besar atau lebih kecil. Sebagai suatu bentuk energi, ia tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, meskipun bentuk energi lain dapat diubah menjadi panas, dan sebaliknya. Penting untuk diingat bahwa energi panas bergerak hanya dalam satu arah; dari benda, zat, atau area yang lebih hangat ke yang lebih dingin.

*Chiller* merupakan sebuah peralatan refrigerasi udara yang membutuhkan beban pendinginan yang besar dan biasanya diperuntukkan mengkondisikan udara pada bangunan gedung. Ada dua siklus pada sistim

*Chiller* yakni siklus primer dan sekunder, pada siklus utama sebagai media pendinginan yang utama adalah *refrigerant* sementara bagaian siklus sekunder sebagai media pendinginan utama adalah air. Kemudian fluida dingin setuertasnya dialirkan pada *Fan Control Uni*(FCU) atau *Air Handling Unit* (AHU).

### 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

#### A. Kompresor

Kompresor adalah suatu alat mekanis yang berfungsi untuk menghisap uap refrigerant dari evaporator. Kemudian mengkompres atau menekan refrigerant. Sehingga terjadi kenaikan tekanan dan temperatur pada refrigerant.(Pujiwidodo, 2016)

#### B. Kondensor

Kondensor merupakan alat yang berfungsi sebagai penukar kalor mengubah wujud gas bahan pendingin pada tekanan dan temperatur tinggi menjadi wujud cair. Refrigeran didalam kondensor dapat mengeluarkan kalor yang diserap dari evaporator dan panas yang ditambahkan oleh kompresor. Kondensor berada atau ditempatkan diantara kompresor dan alat ekspansi

#### C. Evaporator

Evaporator merupakan salah satu alat untuk tempat penguapan refrigerant setelah melewati katup ekspansi sebelum terjadinya pengembunan di dalam evaporator.

#### D. Expantion Valve (Katup Ekspansi)

Katup Ekspansi berguna untuk menurunkan atau mengekspansikan laju aliran refrigeran secara adiabatic. Alat ini mengatur supaya evaporator selalu mendapat suplai refrigeran sehingga diperoleh efisiensi siklus yang optimal.

#### E. Pompa Sirkulasi

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

#### F. 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.

#### G. Pipa

Pipa yang digunakan pada *MiniWater Chiler* adalah pipa tembaga, pipa memiliki fungsi sebagai sistem instalasi untuk tempat

mengalirnya media – media pendingin pada *Mini Water Chiler*.

#### H. 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.

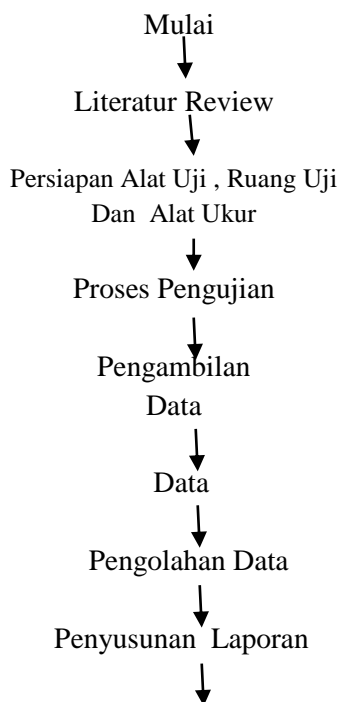
### Cara Kerja *Mini Water Chiler*

Pada *Water Chiler* terdapat 2 siklus refrigerasi yang saling berkaitan yaitu siklus refrigerasi primer dan siklus refrigerasi sekunder. Pada siklus refigerasi 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* :

a) Proses Kompresi

### 3. Metodologi Penelitian

Diagram Alir Penelitian



Kesimpulan



Selesai

**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

Kec Air	Keluar Evap		Keluar Komp		Keluar Kond		Keluar katup		Teg	Arus
	P1 (Bar)	T1 C	P2 (Bar)	T2 C	P3 (Bar)	T3 C	P4 (Bar)	T4 C	Vol	Amp
0,178	4,4	7,1	14,9	88,2	14,2	39,6	4,9	4	220	5,8
0,196	4,4	8,3	15,2	90	14,5	39,8	4,9	4,2	220	5,8
0,218	4,5	8,2	15,4	92	14,6	40,1	5,0	5	220	6
0,226	4,6	8,9	15,9	92,2	15,0	39,2	5,0	5	220	6
0,247	4,6	9,1	16,0	92,6	15,2	40,1	5,1	6	220	6
0,178	4,4	9,1	14,8	87	14,4	39,2	4,9	1,7	220	5,8
0,196	4,4	9,2	15,2	89,3	14,5	37,2	4,8	1,6	220	5,8
0,218	4,4	9,4	15,3	89,2	14,6	38,2	5,0	2	220	6
0,226	4,5	9,6	15,5	90,4	14,7	37,9	5,0	2,3	220	6
0,247	4,6	10,4	15,6	88,8	15,0	38,7	5,0	2,8	220	6

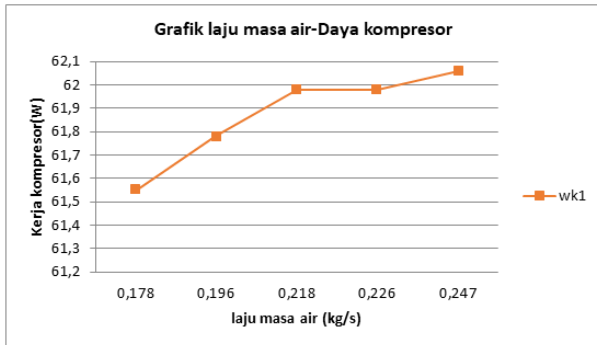
#### Alat Uji Penelitian

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

## Analisa Data

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

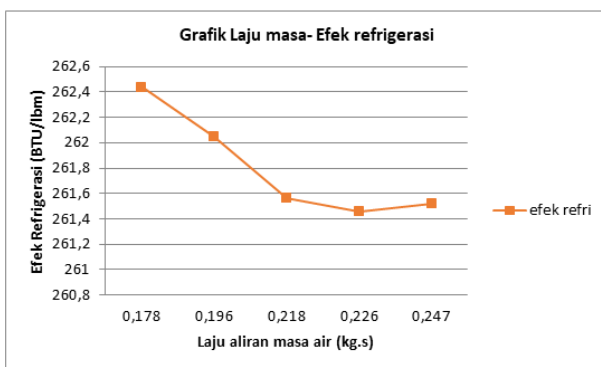
1. Pengaruh laju aliran masa air terhadap daya kompresor Pagi Hari



Gambar 3. Laju Massa air-Daya Kompresor

Pada gambar 3 memperlihatkan hubungan daya kompresor terhadap laju aliran masa air. Dengan bertambah besar laju aliran air kerja kompresor juga naik karena terjadi penyerapan temperatur air oleh udara di FCU yang mengakibatkan energy yang diserap evaporator naik, dimana pada laju aliran masa 0,178 kg/s kerja kompresor sebesar 61,55 kW, sementara pada laju aliran masa 0,247 kg/s mencapai 62,01 kW.

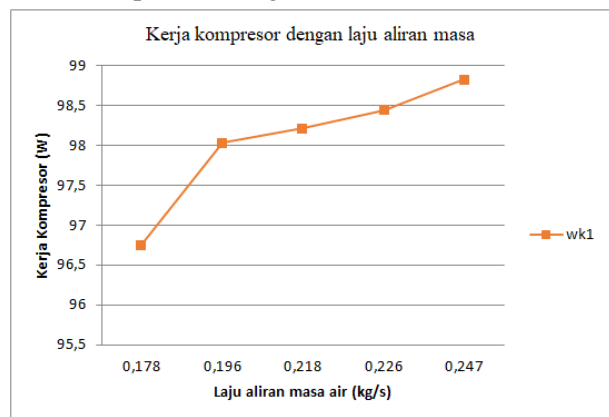
2. Pengaruh laju aliran masa air terhadap Efek refrigerasi mesin pendingin Pagi Hari



Gambar 4. Laju masa air-Efek refrigerasi

Pada gambar 6 memperlihatkan perbandingan COP pada kecepatan udara rendah dengan COP pada kecepatan udara tinggi dimana jika laju aliran masa air ditingkatkan dari 0,178 kg/s hingga 0,247 kg/s untuk COP1 turun secara signifikan, tetapi pada rentang COP mengalami turun naik hal ini disebabkan oleh kerja kompresor tergantung pada kondisi temperatur lingkungan yang tidak stabil. Hal yang menarik dari gambar 5 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 %

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



Gambar 7. Laju Masa Air - Daya Kompresor

## 5. Kesimpulan

1. Pengaruh laju aliran masa air terhadap kerja kompresor terlihat trend daya kompresor naik. Nilai terendah kerja kompresor berkisar 61,55 W dan nilai tertinggi 62,06 W pada laju aliran masa air 0,247 kg/s.
2. Terjadi penurunan efek refrigerasi pada evaporator seiring bertambah naiknya laju aliran masa air. Pada titik 0,178 kg/s efek refrigerasi tertinggi yakni 262,4 KJ/kg, lalu mengalami penurunan hingga laju aliran masa 0,247 kg/s sebesar 261,2 kJ/kg. Hal ini disebabkan oleh kerja kompresor meningkat sebagai pertambahan laju aliran masa fluida.
3. Semakin besar laju aliran masa air maka cop semakin turun dimana pada 0,178 kg/s nilai cop tertinggi 4,26 hingga mencapai 4,21 pada laju aliran masa air 0,247. Terlihat nilai cop semakin baik dengan peningkatan laju aliran masa air.

## **Daftar Pustaka**

Ade Verliandri1, Suryadimal2, (2021). Analisa Performance Sistem Pendingin Mini Chiller Kapasitas 1,5 PK. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta.

Agus Prasetyo, (2018). Karakteristik Mesin Penangkap Air Dari Udara Yang Menggunakan Komponen Mesin AC 1,5 PK. Jurusan Teknik Mesin, Universitas Sanata Dharma.

ASHRAE, Handbook of Fundamentals, American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers. SI Edition, 2005.

com.