

---

# PENGARUH DEBIT UDARA FCU TERHADAP PERPINDAHAN KALOR MESIN PENDINGIN *MINI CHILLER*

Ichsan<sup>1,a</sup>, Suryadimal.,S.T.,M.T.<sup>2,b</sup>

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

Kampus 3 Universitas Bung Hatta, Jl. Gajah mada No.19 Padang, Indonesia

[Ichsan7744@Gmail.com](mailto:Ichsan7744@Gmail.com)

## Abstrak

Sistem *Mini water chiller* terdiri dari dua siklus yaitu siklus primer dan siklus sekunder. Pada siklus primer yang bertindak sebagai fluida kerja adalah refrigeran dan pada siklus sekunder yang bertindak sebagai fluida kerja adalah air. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penyerapan panas oleh udara terhadap air pendingin yang terjadi pada FCU. Penelitian ini dilakukan dengan menganalisa perpindahan kalor yang terjadi di FCU pada sistem *mini water chiller* tersebut. Dengan memvariasikan kecepatan udara dan laju masa air di FCU. Dimana nilai laju aliran masa 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 di FCU 40-60 m/s. Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa laju aliran masa air berpengaruh terhadap kerja kompresor dimana terjadi kenaikan daya kompresor seiring bertambahnya penyerapan masa air oleh udara di FCU sekitar 3,9%, Efek refrigerasi mempunyai trend menurun seiring dengan bertambah laju aliran masa air . 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 energi di fcu bertambah besar. Jika dibandingkan dengan memperlambat kecepatan udara yang melewati FCU maka pengaruh perubahan laju aliran masa air terhadap koefisien perpindahan kalor akan meningkat.

**Kata kunci :** Mini water chiller, laju aliran massa,perpindahan kalor, FCU, siklus primer, siklus sekunder.

## Abstrac

*Mini water chiller system consists of two cycles, namely the primary cycle and the secondary cycle. In the primary cycle, which acts as the working fluid is refrigerant and in the secondary cycle, which acts as the working fluid is water. The purpose of this study was to determine the absorption of heat by air against cooling water that occurs in the FCU. This research was conducted by analyzing the heat transfer that occurs in the FCU in the mini water chiller system. By varying the air velocity and water mass rate in the FCU. Where the value of the mass flow rate of water is 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 by varying the air velocity in the FCU from 40-60 m/s. From this study, it was found that the mass flow rate of water affects the compressor work where there is an increase in compressor power as the absorption of water mass by the air in the FCU increases around 3.9%, the refrigeration effect has a decreasing trend as the mass flow rate of water increases. At the mass flow rate of 0.128, the highest refrigeration effect was 164.4 kJ/kg and the lowest was 163.4 kJkg, then it rose again to 163.6 kJkg, this is thought to be due to an increase in energy absorption in the fcu. When compared to slowing down the air velocity passing through the FCU, the effect of changes in the mass flow rate of water on the heat transfer coefficient will increase.*

**Keyword :** Mini Water Chiller, Mass Flow Rate, Heat Transfer, Fan Coil Unit, Primary Cycle, Secondary Cycle.

## Pendahuluan

Akibat pemanasan global maka semakin terasa bagi kehidupan sehingga kenyamanan untuk melakukan aktivitas sehari-hari juga sangat dibutuhkan. Sehingga kita sangat membutuhkan suatu alat pengkondisian udara untuk kenyamanan. Ruangan-ruangan yang berukuran luas akan membutuhkan sistem pendingin yang efisien, tidak hanya AC adapun jenis alat pengkondisian udara yang diperuntukan dan banyak di pakai pada ruangan atau gedung-gedung yang memerlukan kapasitas pengkondisian udara yang cukup besar. Jenis alat pengkondisian udara yang di pakai yaitu jenis Water Chiller.(Anak Agung, 2020)

Menurut **Seonadi (2015)** alat pengkondisian udara *Chiller* merupakan suatu alat refrigerasi yang memiliki siklus yaitu siklus primer, siklus sekunder, siklus primer mempunyai peran yang bertindak sebagai fluida kerja ialah *freon* fungsinya sebagai pendingin air pada evaporator. fluida dingin selanjutnya disalurkan ke (FCU) *Fan Coil Unit*) setelah itu pada siklus sekunder yang berperan untuk fluida kerja adalah air.

Adapun dua macam sistem pengkondisian udara di bedakan berdasarkan ukuran ruangan yang akan dikondisikan. FCU (*Fan Coil Unit*) biasanya diperuntukan untuk menyalurkan udara dingin dengan kapasitas ruangan yang berukuran kecil, berbeda dengan AHU (*Air Handling Unit*) diperuntukan sebagai penyalur udara dingin dengan kapasitas pengkondisian udara dengan cakupan ruangan yang besar seperti gedung-gedung ataupun pengkondisian udara untuk lingkup industri dengan beban pendinginannya cukup besar.(Anak Agung, 2020)

Menurut **Senoadi (2015)** menyatakan bahwa semakin menonjol air yang bersirkulasi pada fan coil unit (FCU) dalam kerangka water chiller, semakin diperhatikan kapasitas kumpanan untuk mengasimilasi panas. Semakin tinggi kecepatan aliran air pendingin sehingga nilai NTU (Number Of Transfer Unit) dapat semakin meningkat.

Menurut penelitian **IKG Wirawan(2019)** menyatakan penggunaan air untuk meningkatkan kecepatan perpindahan kalor pada kondensor sangat efisiensi pada paket AC window dan dapat meningkatkan kerja mesin pendingin. Menurut pernyataan nya air adalah salah satu media yang baik dalam hal penyerapan kalor sehingga lebih baik digunakan sebagai media pendingin di dalam kondensor.

Adapun penelitian yang telah dilakukan oleh **Soenadi(2015)**, menyatakan bahwa besar kecepatan aliran fluida pada *Fan Coil Unit* (FCU) pada *chiller* sehingga kinerja koil pada FCU untuk menangkap panas juga semakin besar. tetapi percobaan tersebut belum melihat pendinginan koil dari sisi udara yang melewatinya.(Nuriyadi, 2016)

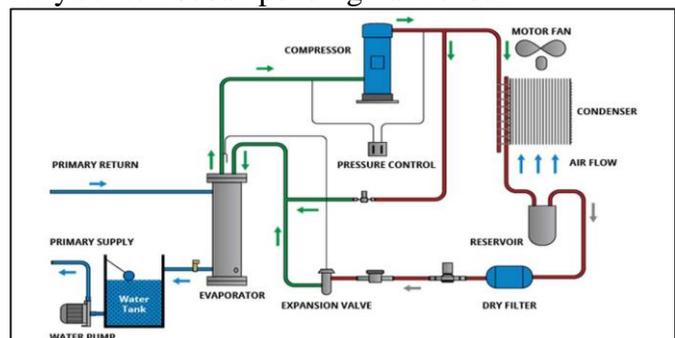
Oleh karena itu dari masalah-masalah yang telah dijelaskan diatas. Maka saya ingin melakukan percobaan mengenai “Pengaruh Debit Udara Terhadap Koefisien Perpindahan Kalor Pada Mesin Pendingin *Mini chiller* “

## Tinjauan Pustaka

Chiller adalah mesin refrigerasi yang mendinginkan air dari sisi evaporator. Chiller merupakan alat perpindahan panas dengan sistem pendinginan untuk melepas kalor ke lingkungan dengan sistem refrigerasi kompresi uap. Menurut **Dewa de (2015)** Chiller memiliki dua jenis media pendinginan:

### Air cooled System

Air udara sebagai media pendingin pada kondensernya. Pada sistem air cooled chiller, proses diawali dengan evaporator menyerap beban panas yang diterima oleh air yang sebelumnya disirkulasikan pada heat exchanger, kemudian didinginkan pada kondensor dengan menggunakan bantuan kipas hisap atau induced draft fan. Sistem pendinginan pada air cooled chiller pada umumnya hanya untuk beban pendinginan rendah.

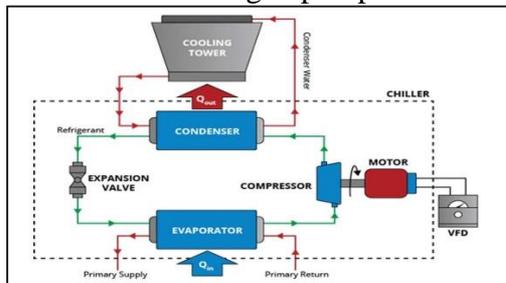


**Gambar 1** Air Cooled System

(Sumber: [https://www.zapmeta.ws/chiller Air Cooled/Now](https://www.zapmeta.ws/chiller-Air-Cooled/Now))

## A. Water cooled chiller

Sistem water cooled chiller menggunakan media air untuk mendinginkan bagian kondensornya. Proses pendinginan pada dasarnya sama dengan sistem air cooled chiller, yang membedakannya adalah pendinginan pada bagian kondensornya. Kondesor didinginkan dengan menggunakan air dari cooling tower yang disirkulasikan dengan pompa.

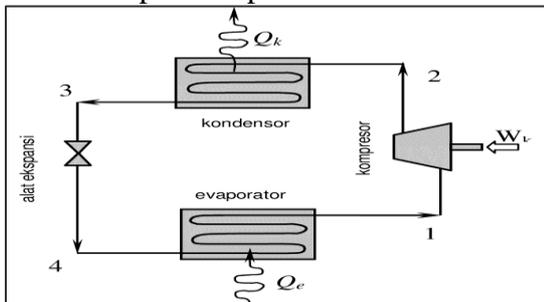


**Gambar 2** Water Cooled

(Sumber: <https://www.izito.ws/what Hvac>)

Ada dua jenis pendinginan di kondensor menurut kapasitas pendinginan nya, maka kita dapat memilih jika akan mengkondisikan ruangan maupun gedung berdasarkan tipe air cooled dan water cooled pada sistem pendinginan menggunakan chiller tersebut.

### Daur Kompresi Uap Standar

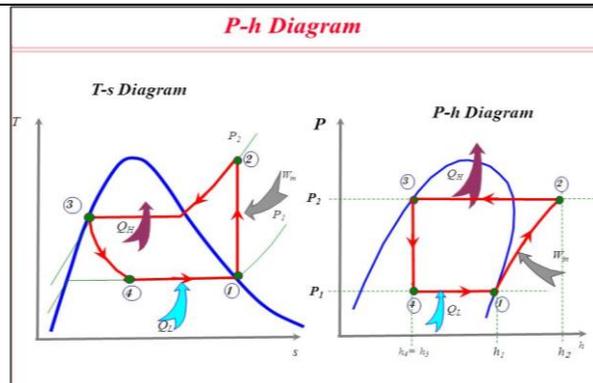


**Gambar 3** Siklus Kompresi Uap Standar

(Sumber : researchget.net)

Keterangan :

- 1-2 Kompresi adiabatik dan reversible, dari uap jenuh menuju tekanan kondensor.
- 2-3 Pelepasan kalor reversible, pada tekanan konstan menyebabkan penurunan panas lanjut (*desuperheating*) dan pengembunan refrigerant.
- 3-4 Ekspansi tidak reversible, pada entalpi konstan, dari cairan jenuh menuju tekanan evaporator.
- 4-1 Penambahan kalor reversible, pada tekanan tetap yang menyebabkan penguapan menuju uap jenuh.



**Gambar 4** Diagram T-S (a) dan Diagram P-H (b)

Refrigerasi ialah suatu cara penyerapan kalor dari zat atau media maka temperaturnya berada dibawah temperature lingkungan. Terdapat beberapa jenis sistem refrigerasi sesuai dengan aplikasinya di industri, dua diantaranya yang umum digunakan adalah sistem refrigerasi absorbs dan sistem refrigerasi kompresi uap. Mesin refrigerasi kompresi uap adalah jenis alat refrigerasi yang biasanya digunakan karena sistemnya yang sederhana dan kinerjanya yang cukup baik.

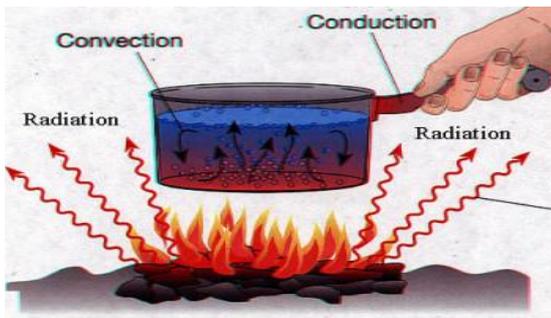
### Siklus Kompresi Uap Teoritis

Siklus kompresi uap ialah siklus yang terbanyak digunakan dalam sistem pengkondisian udara. Di dalam siklus tersebut refrigeran dikompresikan dan mengalami kondensasi menjadi wujud cair. Selanjutnya cairan tersebut di uapkan kembali pada temperatur rendah. Uap yang dikompresikan dapat berada dalam fase uap kering atau serimng disebut kompresi kering dan dalam fase campuran uap-cair atau disebut kompresi basah. Kompresi basah umumnya dihindari karena bersifat merugikan.

### Perpindahan kalor.

Adapun ilmu yang mempelajari tentang penghantar panas yang terjadi karena terdapat perbedaan temperatur suatu benda yaitu ilmu perpindahan kalor (*heat transfer*). Menurut **(J.P. Holman**

Untuk mendapatkan beberapa kaidah ilmu perpindahan kalor melengkapi hukum pertama dan kedua termodinamika dimanfaatkan untuk menentukan perpindahan energi, kaidah-kaidah percobaan yang digunakan dalam masalah perpindahan kalor cukup sederhana, dan dapat dengan mudah dikembangkan sehingga mencakup berbagai situasi praktis **(Holman,1983)**



Gambar.5 Bentuk Perpindahan Kalor

**Perpindahan kalor konduksi**

Perpindahan panas yang melewati media stasioner, seperti tembaga, air merupakan proses konduksi. Dalam padatan, pertukaran panas terjadi karena partikel-partikel pada suhu yang lebih tinggi bergetar lebih kuat, sehingga mereka dapat menukar panas ke titik-titik yang lebih kecil di wilayah mereka dengan kerja kecil, khususnya panas. Dalam logam, elektron bebas juga terikat pada pegangan konduksi hangat. Dalam zat cair atau gas, atom-atom juga bersifat dinamis (mudah bergerak), dan energi juga dipertukarkan dengan tumbukan atom. (Reynold dan Perkins, 1983).

Energi termal disampaikan dalam zat sesuai dengan salah satu dari dua mode terkait dengan menyiratkan getaran penampang, atau dengan menghantarkan melalui elektron bebas. Dalam konduktor listrik besar, di mana ada elektron yang bergerak di dalam struktur kisi-kisi bahan, elektron dapat membawa muatan listrik, juga dapat membawa energi dari zona bersuhu tinggi ke kisaran suhu rendah, seperti halnya kasus pada gas. Energi juga dapat ditransfer sebagai energi vibrasi dalam struktur bahan.

Adapun persamaan matematik yang digunakan adalah :

$$q = -kA \frac{\Delta t}{L}$$

A = luas penampang, m<sup>2</sup>

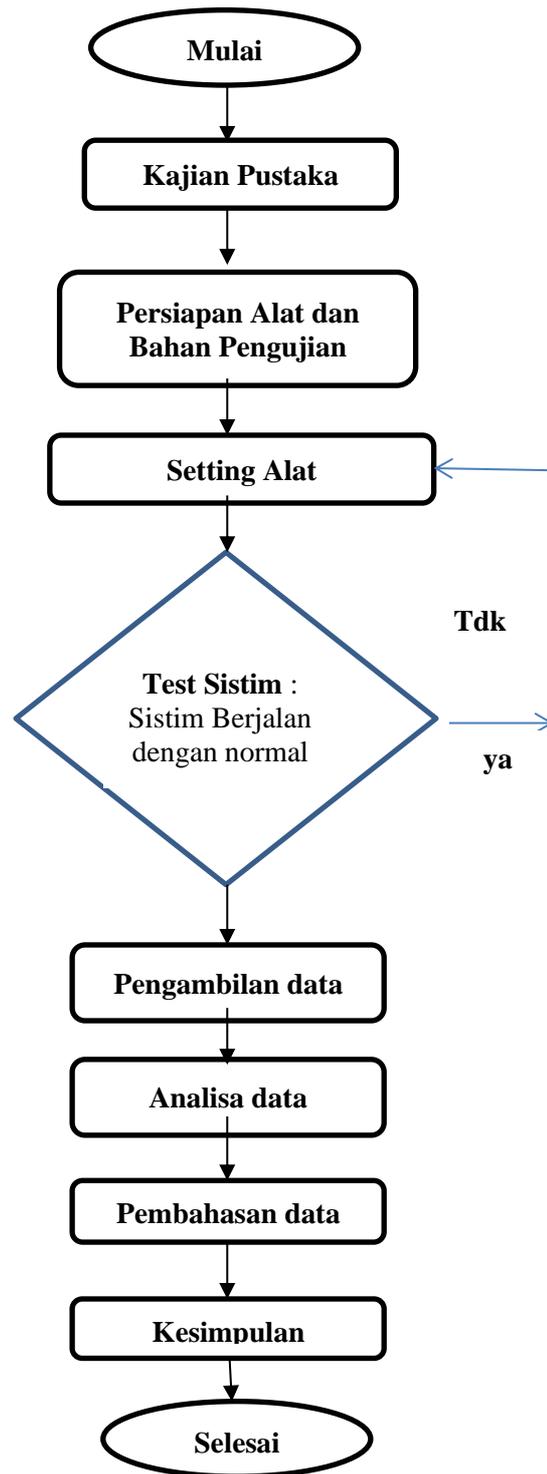
Δt = beda suhu, K

L = panjang, m

K = daya hantar (konduktivitas) termal, W/m.K

Nilai konduktivitas thermal suatu bahan menunjukkan laju perpindahan panas yang mengalir dalam suatu benda. benda yang harga k-nya besar adalah penghantar panas yang baik, sedangkan bila k-nya kecil benda itu kurang menghantar atau merupakan isolator

**Metode Penelitian**



Gambar.6 Diagram Alir Penelitian

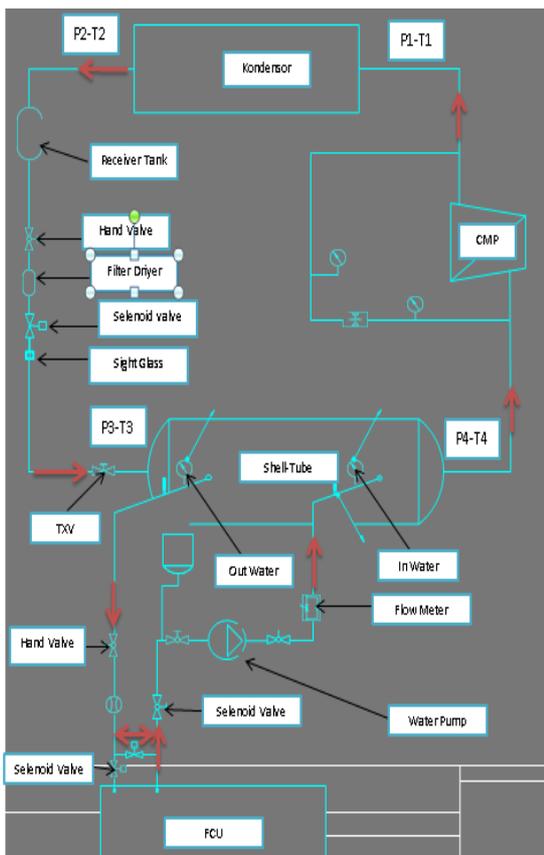
Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan melakukan pengujian langsung pada mesin pendingin *Mini Chiller*. Penelitian dilaksanakan di Labor Prestasi Mesin Universitas Bung Hatta. Pengujian didampingi oleh Bapak Suryadimal.,S.T.,M.T.

## MESIN PENDINGIN MINI CHILLER



Gambar 5. Mesin Pendingin Mini Chiller

## SKEMA MESIN PENDINGIN MINI CHILLER.



Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan menggunakan langsung mesin pendingin *mini chiller*. *Mini Chiller* ini sebenarnya merupakan *AC split* yang dimodifikasi menjadi *water Chiller*. Berikut ini metode penelitiannya:

1. Mengoperasikan alat mini chiller, selanjutnya setelah alat tersebut hidup dapat kita perhatikan kinerja alat tersebut apakah berjalan dengan baik atau tidak.

2. Mensetting temperatur pada unit *mini chiller*
3. Tunggu beberapa saat untuk mendapatkan pendinginan air yang dilakukan oleh evaporator di bak pendingin.
4. Setelah mendapatkan pendinginan maksimum pada air, selanjutnya air disirkulasikan menuju coil pendingin yang terdapat pada FCU dengan mengatur volume air pendingin yang mengalir ke FCU..
5. Setelah itu kita dapat mengatur kecepatan putaran fan yang terdapat pada FCU sesuai dengan kebutuhan yang di inginkan.
6. Membuka katup Thermostatic Expansion Valve, kemudian tutup katup pompa satu dan Mengatur putar katup air rotameter pada nilai 11 LPM.
7. Pastikan tingkat keadaan sistem bekerja secara normal dan biarkan kondisi sistim kondisi steady state  $\pm 15$  menit dan lakukan pengambilan data temperatur pada titik T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13, dan tekanan P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, dan I kompresor sebanyak 5 kali dengan masing-masing durasi waktu 5 menit.
8. Matikan sistem dengan menekan tombol "STOP" dan matikan panel listrik jika Setelah semua data didapat.

**Tabel. 1 Data Sistim Primer**

Laju massa Air	Keluar Evaporator		Keluar Kompresor		keluar Kondensor		Keluar Katup Exspansi		Kec udara	Vol.	Amp.
	M3/Min	P1 (Psi)	T1 C	P2 (Psi)	T2 C	P3 (Psi)	T3 C	P4 (Psi)			
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 Sistem Sekunder**

Kec Air M3/Min	Air Evap (C)		Udara FCu (C)		Air FCU (C)		Air HR (C)		Air Evap (Psi)		Air FCU (Psi)	
	V	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	P6	P7	P8
0,178	12,5	17,6	30	20	14,1	16,6	39	41	0	0	9	1,5
0,196	12,6	17,5	30,2	20	14,4	16,7	47	48,6	0	0	10,1	2
0,218	13	17,6	30,1	20	14,5	16,7	54	53	0	0	12	2
0,226	13,2	17,7	30,4	20	14,8	17	57	57,7	0	0	14	2
0,247	13,4	17,2	30,8	20,3	14,8	17	60,3	61	0	0	16,2	2
0,178	12,7	18,1	29,9	20	14,3	16,8	42,5	42,7	1	0	1	0
0,196	12,5	17,7	29,5	19,8	15	15	48,2	49	2	0	2	0
0,218	12,7	17,8	29,6	19,5	14,5	14,5	53,5	53,8	2	0	3	0
0,226	12,7	17,5	29,3	19,5	14,7	14,7	57,2	58	4	0	4	0
0,247	13,2	17,4	19,8	19,3	15	16,2	60,1	60.4	5	0	5	0

**Table 3. Pengolahan data Entalpi dan Entropi**

Kec Air	Volt.	Amp.	Kec. air	Entalpi			Entropi		
				h1	h2	h3=h4	s1	s2	s0
0,178	220	5,8	4	413,55	459,3	249,11	1,76	1,77	1,16
0,196	220	5,9	4	413,22	459	249,37	1,75	1,77	1,16
0,218	220	6	4	413,22	459	249,76	1,75	1,77	1,16
0,226	220	6	4	413,22	459	249,76	1,75	1,77	1,16
0,247	220	6	4	413,22	458,8	249,6	1,75	1,77	1,16
0,178	220	5,8	2	413,73	459,35	248,58	1,75	1,77	1,16
0,196	220	5,9	2	413,71	459,35	245,3	1,75	1,77	1,16
0,218	220	6	2	413,72	459,35	247,28	1,75	1,77	1,16
0,226	220	6	2	413,76	459,35	246,5	1,75	1,77	1,16
0,247	220	6	2	413,63	459,19	247	1,75	1,76	1,16

Dari uraian diatas dapat dihitung besaran besaran sebagai berikut:

**Daya Kompresor (Watt)**

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

$$P = 220.5, 8.0, 9 = 1,15 \text{ Watt}$$

**Kerja Kompresi**

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

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

**Efek Refrigerasi**

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

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

**COP**

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

**Koefisien Perpindahan Kalor (U)**

$$U = \frac{\dot{m} \cdot cp \cdot \Delta T_w}{A \cdot \Delta T_{LMTD}}$$

**Untuk contoh kasus perhitungan yang sama**

Dimana:

$$\dot{m}_1 = 0,178 \text{ kg./s}$$

$$cp \text{ water} = 1 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_u = 5,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{10 - 5,1}{\ln \left( \frac{10}{5,1} \right)} = 7,28$$

$$A = 0.1 \text{ m}^2$$

Maka dari substusi persamaan diatas diperoleh koefisien perpindahan kalor sebagai berikut ;

$$U = \frac{\dot{m} \cdot cp \cdot \Delta T_w}{0,1 \cdot 7,28} = 0,12 \text{ W/m}^2$$

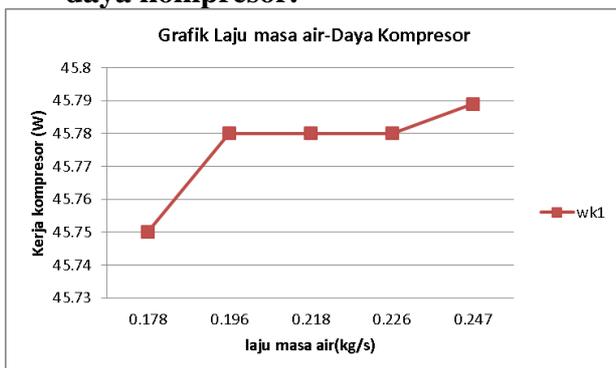
Dengan Cara yang sama dapat ditabulasikan data tersebut :

Laju Aliran masa Air (m <sup>3</sup> /min)	Panas Jenis	Selsih Temp Air (°C)	Selsih Temp Udara (C)	Temp Loga Ritmik (C)	Koefisien Perpindahan Kalor (W/m <sup>2</sup> C)	Kec. Udara (m/s)
Mw	Cp air	ΔT <sub>w</sub>	ΔT <sub>u</sub>	ΔT <sub>LMTD</sub>	U	Vu
0,178	1	5,1	10	7,28	0,12	40
0,196	1	4,9	10,2	7,23	0,13	40
0,218	1	4,6	10,1	6,99	0,14	40
0,226	1	4,5	10,4	7,04	0,14	40
0,247	1	3,8	10,5	6,59	0,14	40
0,178	1	5,4	9,9	7,42	0,13	60
0,196	1	5,2	9,7	7,22	0,14	60
0,218	1	5,1	10,1	7,32	0,15	60
0,226	1	4,8	9,8	7,01	0,15	60
0,247	1	4,2	0,5	1,74	0,60	60

kompresor naik sering bertambah penyerapan

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

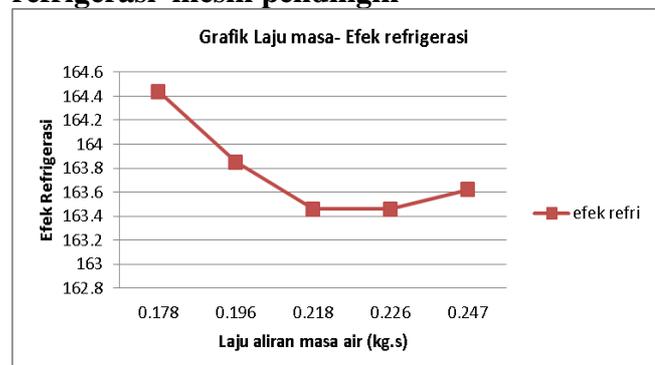
**1. Pengaruh laju aliran masa air terhadap daya kompresor.**



Dari grafik diatas pengaruh laju airan masa air terhadap kerja kompresor terlihat trend daya

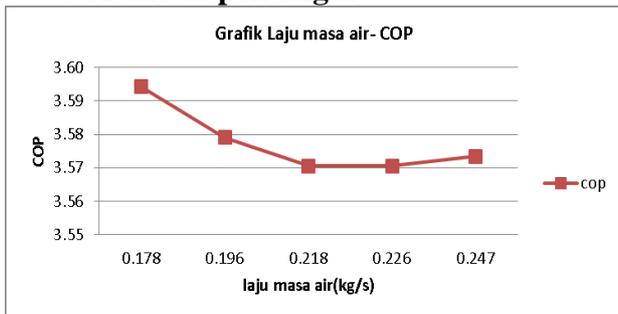
masa air di FCU, sehingga efek refrigerasi (beban evaporator) semakin naik pula. Nilai terendah kerja kompresor berkisar 45,75 W dan nilai tertinggi 45,79 W pada laju aliran masa air 0,247 kg/s.

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



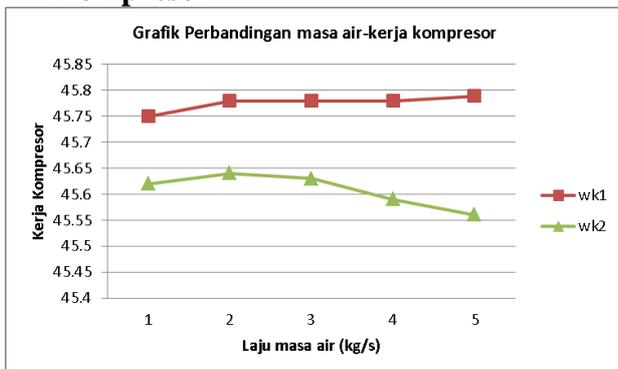
Pada grafik 4.2 ini terlihat efek refrigerasi mempunyai trend menurun seiring dengan bertambah laju aliran masa air , dengan jelas pada laju aliran masa 0,128 efek refrigerasi nilai tertinggi sebesar 164,4 kJ/kg dan terendah 163,4 kJkg, kemudian naik lagi mencapai 163,6 kJkg , hal ini diduga disebabkan karena penyerapan energy di fcu bertambah besar.

### 3. Pengaruh laju aliran masa air terhadap COP mesin pendingin



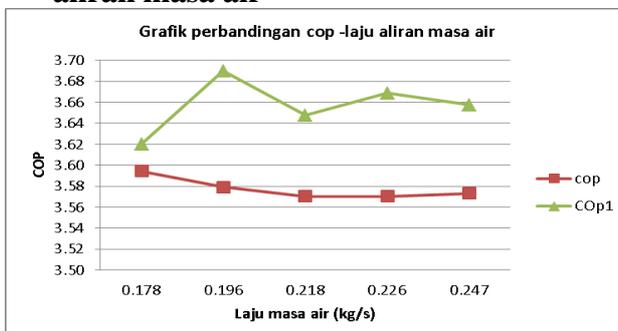
Dari grafik diatas trend nilai COP cukup bagus dan terjadi peningkatan penyerapan kalor di evaporator seiring bertambah besarnya laju masa air penyerap kalor di fcu. Nilai cop rata rata berkisar 3,58 dan nilai cop tertinggi 3,59, sementara nilai cop terendah 3,57.

### 4. Pengaruh perbandingan perubahan kecepatan udara terhadap daya Kompresor



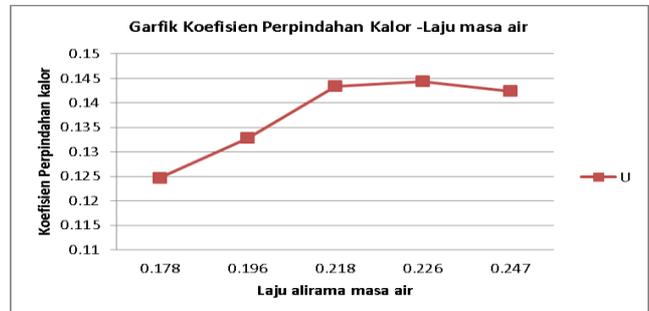
Dari grafik diatas perubahan kecepatan udara cukup signifikan menurunkan daya kompresor . Pada kecepatan udara satu daya kompsesor mulai bergerak dari 45,75 W hingga 45,8 Watt. Pada kecepatan udara dua daya kompsesor turun dari 45,6 Watt hingga 45,55Watt.

### 5. Pengaruh Perbandingan COP –Laju aliran masa air

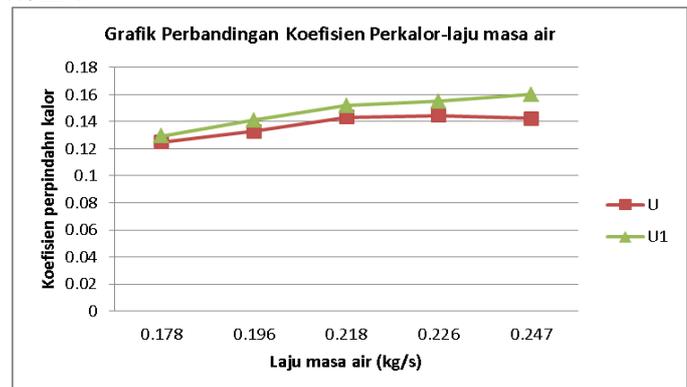


Hal yang menarik dari grafik 4.5 diatas jika kita membandingkan nilai cop mesin pendingin dengan menambah kecepatan udara fcu maka terlihat cop semakin turun, sementara laju aliran masa air bertambah maka COP semakin stabil. Parsentase penurunan COP terbesar berkisar 17,6 % .

### 6. Koefisien Perpindahan Kalor (U)



Pada diatas terlihat bahwa nilai koefisien perpindahan kalor terendah 0,125 W/m<sup>2</sup> dan nilai yang tertinggi diperoleh 0,14123W/m<sup>2</sup>. Jika kita amati apabila bertambah laju masa air maka semakin banyak kalor yang berpindah , tetapi pada laju aliran masa 0,226 hingga 0,247 kg/s terjadi penurunan perpindahan kalor yang disebabkan adanya dugaan selisih temperatur air yang diserap semakin besar sehingga selisih temperatur udara keluar ducting semakin turun. Dari grafik diatas rata rata koefisien perpindahan kalor (U) yang terjadi selama proses pendinginan mendekati 0,69 W/m<sup>2</sup>.



Grafik diatas memperlihatkan Jika dibandingkan dengan memperlambat kecepatan udara yang melewati FCU maka pengaruh perubahan laju aliran masa air terhadap koefisien perpindahan kalor akan meningkat (U1) seperti terlihat pada grafik diatas.

### Kesimpulan

1. Laju aliran masa air pendingin dari evaporator berpengaruh terhadap kerja kompresor dimana terjadi kenaikan daya kompresor sering bertambah penyerapan masa air di FCU sekitar 3,9%.
2. Efek refrigerasi mempunyai trend menurun seiring dengan bertambah laju aliran masa air

3. Pada laju aliran masa 0,128 efek refrigerasi nilai tertinggi sebesar 164,4 kJ/kg dan terendah 163,4 kJ/kg, kemudian naik lagi mencapai 163,6 kJ/kg, hal ini diduga disebabkan karena penyerapan energy di fcu bertambah besar.
4. Nilai cop mesin pendingin dengan bertambah kecepatan udara di fcu maka terlihat cop semakin turun, Sementara laju masa air berkurang maka COP semakin stabil. Persentase penurunan cop terbesar berkisar 17,6 %
5. Nilai koefisien perpindahan kalor berfluktuasi dengan laju masa air maupun kecepatan udara di fcu. Nilai koefisien perpindahan kalor terendah 0,125 W/m<sup>2</sup> dan nilai yang tertinggi diperoleh 0,14123W/m<sup>2</sup>.
6. Jika kita amati fenomena perubahan nilai koefisien perpindahan kalor akibat pengaruh bertambahnya laju masa air, maka semakin banyak kalor yang berpindah, tetapi pada laju aliran masa 0,226 hingga 0,247 kg/s terjadi penurunan perpindahan kalor yang disebabkan adanya dugaan selisih temperature air yang diserap semakin besar sehingga selisih temperatur udara keluar ducting semakin turun. Dari grafik diatas rata rata koefisien perpindahan kalor (U) yang terjadi selama proses pendinginan mendekati 0,69 W/m<sup>2</sup>.
7. Jika dibandingkan dengan memperlambat kecepatan udara yang melewati FCU maka pengaruh perubahan laju aliran masa air terhadap koefisien perpindahan kalor akan meningkat (U1)

## Referensi

1. Anak Agung, K. W. P. (2020). Pengujian Performansi pada Simulator AC Water Chiller dengan Multiple Chilled Water. *Indonesian Journal of Laboratory*, 2(3), 1. <https://doi.org/10.22146/ijl.v2i3.56209>
2. Anwar, K. (2010). Efek Beban Pendingin terhadap Performa Sistem Mesin Pendingin. *Jurnal SMARTek*, 8(3), 203.
3. 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>
4. Mitrakusuma, W. H., Setyawan, A., Dewi, R., & Putri, R. (2018). *Pengaruh Variasi Debit Refrigeran Sekunder Terhadap Kinerja Sistem Chiller Brine Cooling*.

2018(November), 385–391.

5. Nuriyadi, M. (2016). Pengaruh Laju Aliran Udara Terhadap Kinerja Sistem Refrigerasi Pada Tata Udara Sentral. *Rotor, Volume 9 N(November)*, 105–109.
6. Setyawan, A., & Sugati, D. (2016). Pengaruh Debit Udara Kondenser terhadap Kinerja Mesin Tata Udara dengan Refrigeran R410a. *ReTII*, 357–362. [//journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/480](http://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/480)