



## Kinerja Air-Water Generator Pada Berbagai Diameter Pipa Evaporator

### *Air-Water Generator Performance at Various Evaporator Pipe Diameters*

**Izomil Fathoni, Made Wirawan, Mirmanto**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jl. Majapahit no. 62, Mataram, NTB, 83125, Indonesia. HP. 087818852233

\*E-mail: thonycasper7@gmail.com

---

#### ARTICLE INFO

#### ABSTRACT

---

##### *Article History:*

*Received*

*Accepted*

*Available online*

---

**Keywords:** *air-water generator, pipe diameter, water mass, COP, efficiency*

*In the dry season some parts of Indonesia experience drought such as parts of, parts of NTB and NTT. Therefore, to meet these needs, it is necessary to utilise technological advances such as a tool to produce water called an air-water generator. However, the ability of this machine is still very varied, therefore further research needs to be done on this machine. This research aims to determine the effect of the pipe diameter of the condenser unit on the mass of water produced. This research was conducted experimentally with refrigerant working fluid R134a. The compressor used is a 0.5 PK rotary compressor. This research varies the diameter of the condensing unit pipe which is 3.00 mm, 2.00 mm and 1.00 mm in diameter. The results showed that the highest water mass obtained was 0.308 kg/7 hours using a pipe diameter variation of 1.00 mm. Meanwhile, the highest COP is 6,93, obtained at a pipe diameter variation of 1.00 mm and the total heat*



*absorbed by the condensing unit from the air is highest at a pipe diameter variation of 1.00 mm which is 33,91 W. The highest efficiency of the condensing unit is at a diameter variation of 1.00 mm which is 1.77%.*

*Dinamika Teknik Mesin, Vol. 6, No. 31 Mei 2023, p. ISSN: 2088-088X, e. ISSN: 2502-1729*

---

## **1. PENDAHULUAN**

Pada musim kemarau sebagian wilayah Indonesia mengalami kekeringan seperti wilayah NTB dan NTT. Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan tersebut perlu pemanfaatan kemajuan teknologi seperti alat untuk menghasilkan air.

Sifat adalah bisa berubah wujud. Akan tetapi, sifat ini juga bisa dimiliki oleh benda padat maupun benda gas. Sifat air yang bisa berubah wujud kerap kali dimanfaatkan oleh manusia.

Misalnya adalah ketika air dipanaskan dalam suhu tertentu dalam jangkauan waktu tertentu bisa berubah menjadi uap. Adanya uap air inilah yang merupakan wujud dari benda gas. Selain itu, ketika air didinginkan di dalam lemari pendingin akan berubah menjadi es.

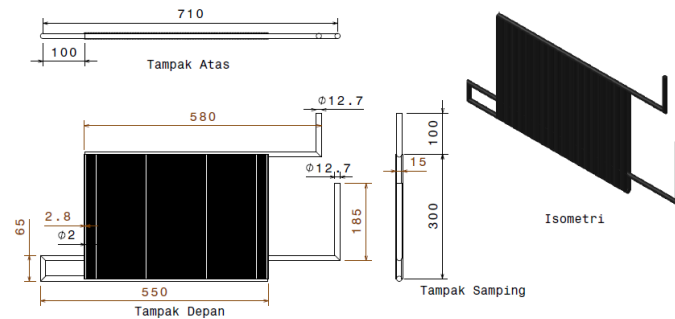
Benda yang diberi nama es inilah yang merupakan wujud dari benda padat. Dari kedua kondisi yang berlawanan tersebut, maka kita akan tahu jika air bisa berubah wujud sesuai dengan kondisi yang dimilikinya.

## **2. METODE PENELITIAN**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Fakultas Teknik Universitas Mataram. Dalam penelitian ini digunakan metode eksperimental. Metode eksperimental yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu suatu metode yang digunakan untuk menguji kinerja mesin *air water generator* pada berbagai variasi diameter pipa.

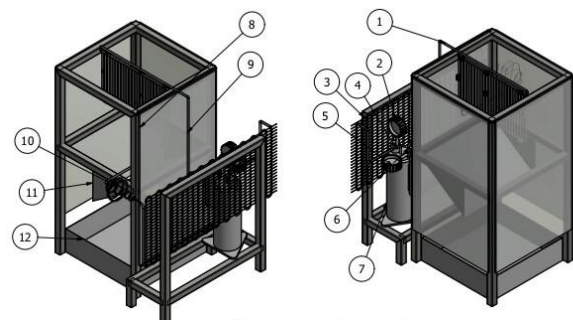
Mesin *air water generator* merupakan mesin yang menggunakan siklus kompresi uap yang terdiri dari beberapa komponen alat yaitu kompresor, kondensor, pipa kapilar, evaporator, dan kipas, fluida yang digunakan refrigeran R134a. Prinsip kerja dari mesin *air water generator* pada saat fluida atau refrigeran masuk ke kompresor maka terjadi proses kompresi yang mengakibatkan fluida mengalami tekanan dan temperatur tinggi, selain itu terjadi perubahan fase refrigeran dari uap jenuh menjadi fase uap panas lanjut. Setelah keluar dari kompresor, maka refrigeran dialirkan ke kondensor. Kondensor berfungsi sebagai media pelepas kalor akibat dari proses kompresi akan tetapi tekanan tetap konstan, pada kondensor terjadi perubahan fase refrigeran dari uap panas lanjut menjadi fase cair jenuh. Keluar dari kondensor refrigeran di alirkan menuju pipa kapiler dimana setelah melewati pipa kapiler refrigeran yang berfase cair jenuh berubah fase menjadi campuran (cair dan uap) dan kemudian masuk ke evaporator, dimana pada evaporator terjadi penyerapan kalor akibat beda temperatur. Setelah keluar dari evaporator fase refrigeran berubah dari campuran (cair dan uap) menjadi fase uap jenuh. Siklus ini terjadi terus menerus selama mesin dihidupkan.

Pada saat siklus mesin berkerja dilakukan pengukuran tekanan (P) temperatur (T) pada empat titik refrigeran yaitu; pada saat refrigeran masuk dan keluar kompresor, masuk dan keluar kondensor, masuk dan keluar evaporator. Pada sisi dinding kondensor dilakukan pemasangan alat ukur temperatur sebanyak tiga titik. Dan pada dinding evaporator terpasang empat titik alat pengukur temperatur.



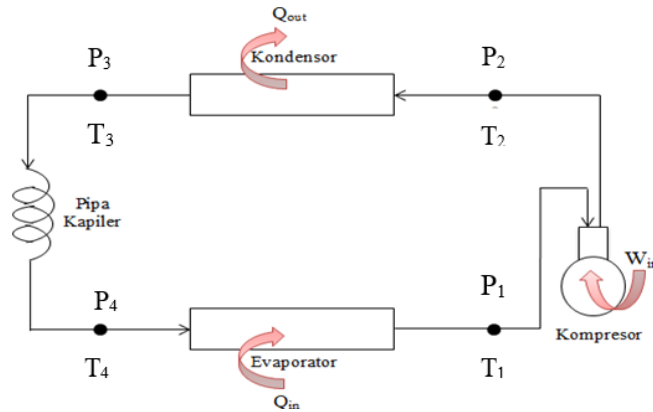
Gambar 1. Evaporator

1. Unit pengembun
2. *Pressure gauge outlet* ke kompresor
3. Kondensor
4. Pipa *outlet* kompresor ke kondensor
5. *Pressure gauge inlet* ke kompresor
6. Pipa *inlet* ke kompresor dari unit pengembun
7. Kompresor
8. Dinding isolator
9. Pipa dari unit pengembun ke kompresor
10. Pipa kapiler dari kondensor ke unit pengembun



Gambar 2. Skema alat

Dimana pada gambar 2. desain alat penelitian. 1. evaporator,, 2. bak penampung air, 3. kondensor, 4. kompresor, 5. pipa kapiler.



Gambar 2. siklus kompresi uap dan posisi pemasangan alat ukur tekanan dan temperatur

Adapun spesifikasi alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel

Tabel 1. alat dan bahan penelitian

Nama	Spesifikasi
Kompresor	<i>Rotary-1 PK</i>
Kondensor	Bahan alumunium, tipe paralel
Evaporator	Bahan alumunim tipe paralel, diameter pipa 1,00 mm,2,00 mm dan 3,00 mm
Pipa kapiler	Tipe coil, panjang x diameter = 500 x 1,7 mm
<i>Low pressure gauge</i>	Tipe analog
<i>High pressure gauge</i>	Tipe analog
Termokopel	Tipe kabel
Barometer	Tipe digital
Refrigeran	R134a
Data logger	Tipe digital

Besarnya kerja kompresor ( $W_{in}$ ) persatuan massa refrigeran dapat di hitung dengan persamaan yang diambil dari Cengel & Boles (1997) .

$$W_{in} = h_2 - h_1 \tag{1}$$

Dengan  $W_{in}$  adalah kerja kompresor persatuan massa refrigeran (J/kg),  $h_1$  Entalpi refrigeran saat keluar evaporator atau sama dengan entalpi saat masuk kompresor (J/kg),  $h_2$  Entalpi refrigeran saat masuk kondenser (J/kg).

Besarnya energi kalor yang dilepas oleh kondenser ( $Q_{out}$ ) dapat dihitung dengan persamaan yang diambil dari Cengel & Boles (1997).

$$Q_{out} = h_2 - h_3 \quad (2)$$

dengan  $Q_{out}$  adalah kalor yang dilepas oleh kondensor (J/kg),  $h_3$  Entalpi refrigeran saat keluar kondenser (J/kg).

Besarnya energi kalor yang diserap oleh evaporator ( $Q_{in}$ ) dapat dihitung dengan persamaan yang diambil dari Cengel & Boles (1997).

$$Q_{in} = h_1 - h_4 \quad (3)$$

Dimana dengan  $Q_{in}$  adalah Energi kalor yang diserap oleh evaporator persatuan massa refrigeran (J/kg),  $h_4$  Entalpi refrigeran saat masuk evaporator atau sama dengan entalpi saat masuk pipa kapiler (J/kg).

COP aktual (*coefficient of performance*) mesin siklus kompresi uap adalah perbandingan antara energi yang diserap oleh refrigeran ( $Q_{in}$ ) dengan kerja kompresor ( $W_{in}$ ). COP mesin kompresi uap dapat dihitung dengan persamaan yang diambil dari Cengel & Boles (1994)

$$COP_{Aktual} = \frac{Q_{in}}{W_{in}} = \frac{(h_1-h_4)}{(h_2-h_3)} \quad (4)$$

Padang (2019) dalam buku Termodinamika 1 menjelaskan bahwa ( $COP_{R.ref}$ ) dari sebuah mesin dapat dihitung dengan persamaan :

$$COP_{R.rev} = \frac{1}{\frac{T_H}{T_L} - 1} \quad (5)$$

Dirgantara (2021) panas udara kering yang diserep oleh evaporator dari udara dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\dot{Q}_{udarakering} = \dot{m}_{udarakering} \times C_{p_{udarakering}} (T_{in} - T_{out}) \quad (6)$$

Dimana  $\dot{Q}_{udara\ kering}$  adalah panas udara kering yang diserap oleh evaporator (J/s),  $T_{in}$  suhu udara saat masuk evaporator ( $^{\circ}C$ ),  $T_{out}$  suhu udara setelah melewati evaporator ( $^{\circ}C$ ),  $\dot{m}_{udara\ kering}$  laju aliran massa udara kering (kg/s),  $C_{p_{udara\ kering}}$  panas jenis udara kering (J/kg.K).

Evisiensi unit pengembun dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

$$\eta = \frac{\dot{Q}_{udara\ totd}}{Q_{in}} \times 100 \% \quad (7)$$

Dengan  $\dot{Q}_{\text{udara total}}$  laju aliran panas total yang diserap oleh unit pengembun (J/s).

Beberapa variabel yang diuji pada penelitian ini antara lain variasi posisi kipas mendorong udara, variasi posisi kipas menghisap udara, variasi posisi kipas mendorong dan menghisap udara. Kecepatan kipas diatur konstan sebesar 4 m/s.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian tentang “Kinerja mesin *air-water generator* pada berbagai diameter pipa evaporator” ini telah dilakukan selama 9 hari dimulai pada tanggal 1 Januari - 10 Januari 2023 di Laboratorium Energi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Mataram. Data yang dihasilkan adalah daya kompresor ( $P_c$ ), kelembaban relatif udara saat masuk unit pengembun (RH<sub>in</sub>), kelembaban relatif udara saat keluar unit pengembun (RH<sub>out</sub>), kelembaban lingkungan (RH<sub>lingkungan</sub>), tekanan rendah (*inlet*) kompresor (P1), tekanan tinggi (*outlet*) kompresor (P2), tekanan refrigeran keluar dari kondensor (P3), tekanan refrigeran masuk unit pengembun (P4), tekanan lingkungan (P<sub>lingkungan</sub>), suhu lingkungan (T<sub>lingkungan</sub>) dan hasil air. Pengujian dilakukan dengan 3 kali percobaan untuk setiap variasi diameter pipa unit pengembun, selama 7 jam dimulai dari jam 08.00 WITA dan berakhir pada jam 15.00 WITA. Data hasil pengujian atau pengambilan data bisa dilihat pada table 4.1.

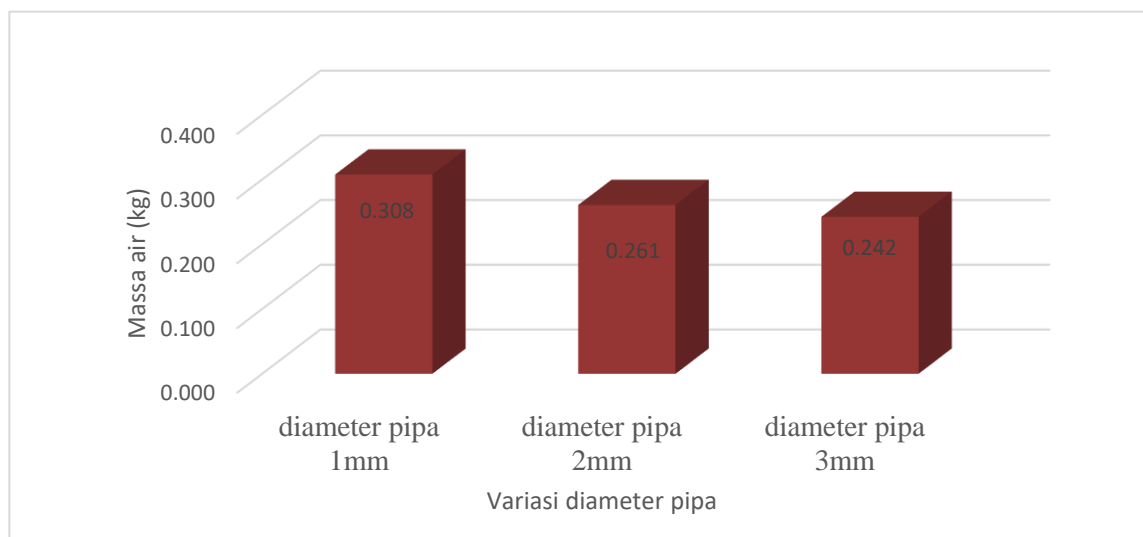
No	waktu (Jam)	RH <sub>in</sub> (%)	RH <sub>out</sub> (%)	RH <sub>lingk</sub> (%)	P1	P2	P3	P4
					(psi)	(psi)	(psi)	(psi)
					100	100	100	100
1	08.00	87	87	87	40	225	210	65
2	09.00	72	86	85	40	225	210	65
3	10.00	80	86	83	40	225	210	65
4	11.00	79	85	82	40	225	210	65
5	12.00	79	86	81	40	225	210	65
6	13.00	79	84	82	40	225	210	65
7	14.00	79	87	83	40	225	210	65
8	15.00	76	80	79	40	225	210	65

Tabel 1. Hasil pengamatan RH dan tekanan

Waktu (Jam)	V (volt)	I (A)	PF	temperatur ling (°C)	P ling (kpa)	massa air (g)
----------------	----------	-------	----	-------------------------	-----------------	------------------

08.00	0	0	0	27,9	1005	0
09.00	228	1,22	0,98	28,2	1004	48
10.00	227	1,23	0,98	28,7	1004	140
11.00	229	1,25	0,98	28,8	1003	183
12.00	227	1,25	0,98	29,1	1002	215
13.00	228	1,29	0,98	29,2	1002	257
14.00	228	1,25	0,98	29,3	1001	295
15.00	227	1,25	0,98	29,5	1001	330

Tabel.2 Hasil pengamatan daya kompresor

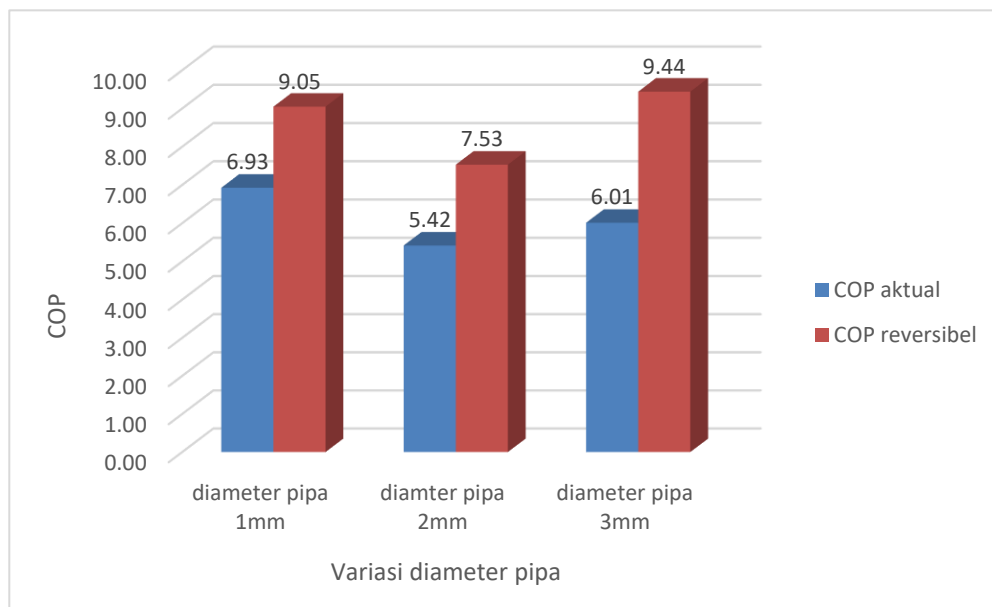


Gambar.3 massa air yang dihasilkan dari 3 variasi

Gambar 3. Perbandingan massa air dari ke-3 variasi diameter pipa yang di ulang 3 kali

Hasil pengujian yang telah dilakukan adalah untuk mengetahui pengaruh diameter pipa unit pengembun terhadap massa air yang dihasilkan dari udara menggunakan siklus kompresi uap secara konveksi alami. Pengambilan data dilakukan pada setiap variasi sebanyak 3 kali dengan total 9 kali pengambilan data. Pengambilan data dilakukan selama 7 jam dimulai dari jam 08.00 s/d 15.00. Data hasil pengujian kemudian diolah dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah dalam menganalisisnya.

Gambar 4.1 menunjukkan massa air rata – rata dari 3 variasi yang dilakukan selama 3 hari. Gambar 4.1 menunjukkan bahwa pada variasi diameter pipa 1,mm mesin menghasilkan massa air terbanyak yaitu, 0,308 kg/7 jam, sedangkan untuk diameter pipa 2,00 mm mesin menghasilkan 0,261 kg/7 jam dan untuk diameter pipa 3,00 mm mesin menghasilkan massa air sebanyak 0,243 kg/7 jam. Jadi, berdasarkan gambar 4.1, semakin kecil diameter pipa unit pengembun, semakin banyak massa air yang dihasilkan. Hal ini terjadi dikarenakan bidang pegangan embun pada dinding pipa variasi diameter 1,00 mm lebih kecil sehingga embun yang menempel di pipa tersebut lebih mudah jatuh atau menetes dibandingkan dengan variasi diameter unit pengembun 2,00 mm dan 3,00 mm. Oleh sebab itu, air yang terbentuk lebih banyak untuk diameter 1,00 mm dibandingkan dengan diameter lainnya

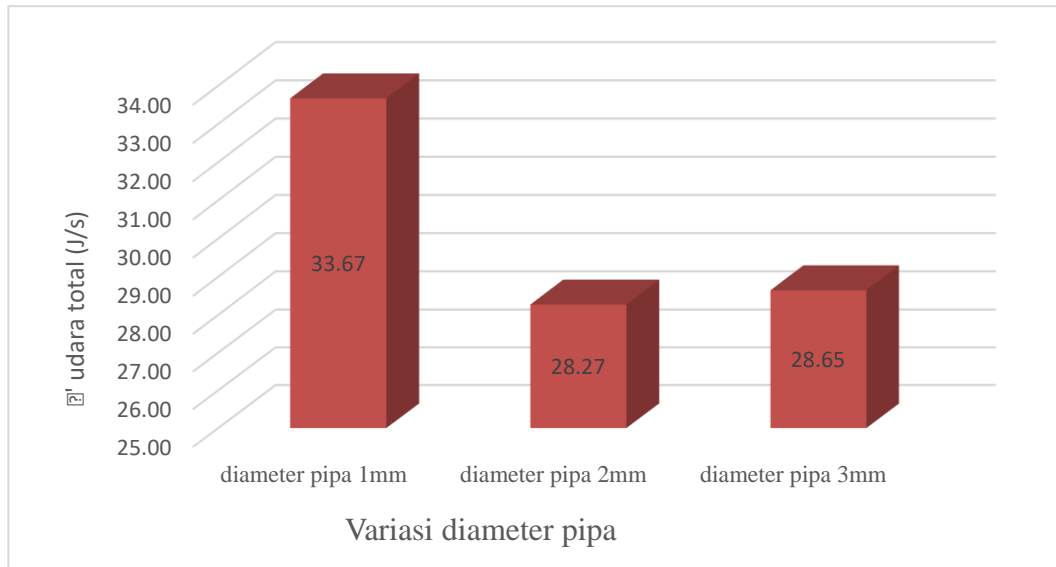


Gambar 4. Perbandingan antara COP<sub>aktual</sub> dan COP<sub>rev</sub> dari ke-3 variasi

COP adalah perbandingan beban kalor persatuan massa refrigeran yang diserap oleh refrigeran pada unit pengembun dengan kerja kompresor persatuan massa refrigeran. Gambar 4.2 menunjukkan COP rata-rata dari 3 variasi selama 3 hari.

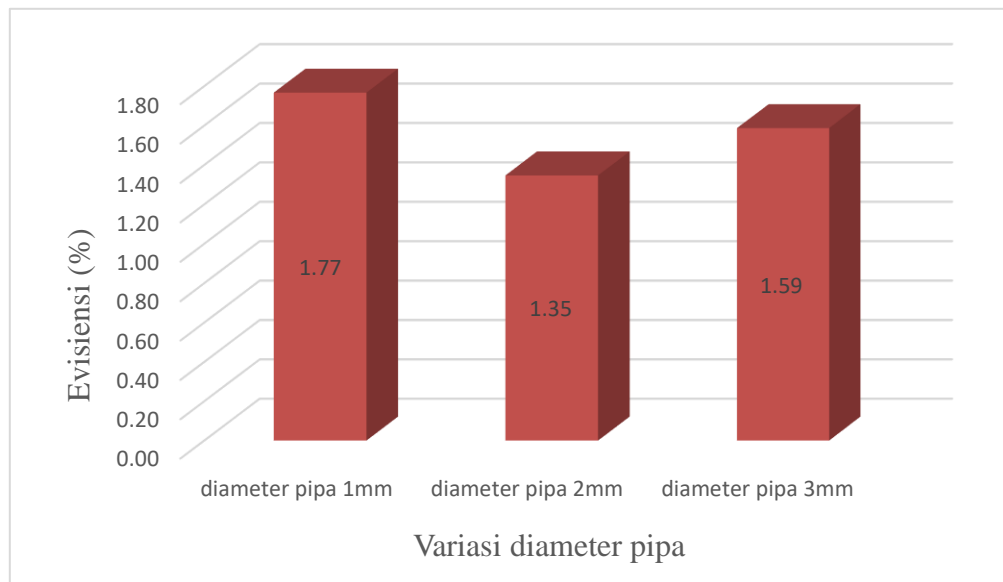
Gambar 4.2 mengindikasikan bahwa COP tertinggi terjadi pada variasi diameter pipa 1,00 mm yaitu 6,93 pada variasi diameter pipa 2,00 mm adalah 5,42 dan pada variasi 3, mm sebesar 6,01. Hal ini dapat dipengaruhi karena besarnya entalpi dan suhu refrigeran mesin. Karena, dapat dipengaruhi oleh energi kalor yang diserap unit pengembun dan besarnya kerja kompresor di variasi diameter 1,00 mm lebih kecil dibandingkan dengan variasi diameter unit pengembun 2,00 mm dan 3,00 mm.





Gambar 5. Laju panas total yang diserap unit pengembun dari ke-3 variasi

. Variasi diameter pipa 1,00 mm menyerap panas total paling besar yaitu 33,67 W dan panas total rata-rata yang paling sedikit diserap oleh unit pengembun dari udara adalah pada variasi diameter pipa 2,00 mm sebesar 28,27 W. Hal ini dikarenakan laju aliran massa refrigeran pada variasi diameter pipa 1,00 mm dapat terdistribusi secara merata dibandingkan dengan variasi posisi lainnya yang mengakibatkan panas yang diserap akan menjadi lebih besar.



Gambar 6. Efisiensi unit pengembun dari ke-3 variasi

Efisiensi unit pengembun dapat dilihat pada gambar 4.4. Efisiensi tertinggi terjadi pada variasi diameter pipa 1,00 mm sebesar 1,77 %, sedangkan efisiensi terendah terjadi pada variasi diameter 2,00 mm sebesar 1,35 %.

pengembun bukan berdasarkan massa air yang dihasilkan saja. Meskipun massa air yang dihasilkan besar, tetapi laju aliran panas total yang diserap oleh unit pengembun kecil, maka efisiensi tentu kecil

#### **4. KESIMPULAN**

Dari hasil eksperimen yang telah dilakukan diperoleh beberapa temuan. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa massa air tertinggi terjadi pada variasi diameter pipa 1,00 mm dengan rata-rata massa air sebesar 0,308 kg/7 jam. COP<sub>aktual</sub> tertinggi terjadi pada variasi posisi kipas yang mendorong udara dengan rata-rata COP sebesar 6,93. Laju aliran panas total yang diserap unit pengembun ( $\dot{Q}_{udara\ total}$ ) dengan nilai tertinggi terjadi pada variasi diameter pipa 1,00 mm dengan rata-rata nilai  $\dot{Q}_{udara\ total}$  sebanyak 33,67 W.. Efisiensi unit pengembun tertinggi terjadi pada variasi diameter pipa 1,00 mm dengan rata-rata nilai efisiensi 1,77 %.

### **UCAPAN TERIMAKASIH**

Penulis pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu baik berupa materi maupun pikiran sehingga penelitian dan paper ini dapat terselesaikan. Yang kedua penulis mengucapkan terimakasih kepada kedua orang tua dan seluruh keluarga yang telah mendoakan serta mendukung setiap langkah yang telah dilalui sehingga sampai pada titik ini. Yang ke tiga penulis mengucapkan terimakasih kepada bapak prof. Mirmanto, ST., MT., Ph.D. dan bapak Made Wirawan, ST., MT. Serta mengapresiasi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram atas fasilitas yang dipergunakan dalam penelitian ini

#### DAFTAR NOTASI

- $COP_{\text{aktual}}$  : Koefisien prestasi hasil penelitian
- $COP_{\text{rev}}$  : Koefisien prestasi ideal unit pengembun
- $C_{\text{udara kering}}$  : Panas jenis udara kering (J/kg K)
- $h_1$  : Entalpi refrigerant saat masuk kompresor (J/kg)
- $h_2$  : Entalpi refrigerant saat masuk kondensor (J/kg)
- $h_3$  : Entalpi refrigerant saat masuk pipa kapiler (J/kg)
- $h_4$  : Entalpi refrigerant saat masuk unit pengembun (J/kg)
- $Q_{\text{in}}$  : Energi kalor yang diserap oleh unit pengembun (J/kg)
- $Q_{\text{out}}$  : Energi kalor yang dilepas oleh kondensor (J/kg)
- $\dot{Q}_{\text{udara kering}}$  : Laju aliran panas udara kering yang diserap oleh unit pengembun (J/s)
- $T_{\text{in}}$  : Temperatur udara masuk unit pengembun ( $^{\circ}\text{C}$ )
- $T_{\text{out}}$  : Temperatur udara keluar unit pengembun ( $^{\circ}\text{C}$ )
- $W_{\text{in}}$  : Kerja kompresor (J/kg)
- $\eta$  : Efisiensi unit pengembun (%)

## DAFTAR PUSTAKA

- Azari, A. (2022). Pengaruh Diameter Pipa Unit Pengembun Terhadap Massa Air Yang Dihasilkan Dengan Kompresi Uap. Fakultas Teknik, Universitas Mataram. *Skripsi*.
- Cengel, Y.A., Boles, M.A. (1994) *Thermodynamics an Engineering Approach, 5<sup>th</sup> ed., USA., McGraw Hill Inc.*
- Dirgantara. (2021). Pengaruh Posisi Evaporator Terhadap Jumlah Air Embun Yang Dihasilkan Dengan Menggunakan Sistem Kompresi Uap, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram *Skripsi*.
- Faroni. (2022). Pengaruh Diameter Pipa Unit Pengembun Terhadap Massa Air Yang Dihasilkan Dari *Air-Water Harvester*, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram.
- Gaol, C.L. (2019). Mesin Penghasil Air Dari Udara Dengan Menggunakan Komponen *Air Conditioner* ¾ PK. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta. *Skripsi*.
- Mirmanto, M., Kening D.B.R., Lewis, J.S., Karayiannis, T.G. 2012 Pressure drop and heat transfer characteristics, for single-phase developing flow of water in rectangular microchannels, *Journal of Physics: Conference Series* 395, 012085.
- Moran, Michael J. Shapiro, Howard N. (2000). *Fundamental of Engineering Thermodynamics* 4<sup>th</sup> Edition. New York: Jhon Willey & Sons.
- Najib, A.A., 2021, Pengaruh Variasi Panjang Pipa Kapiler Terhadap Air Yang Dihasilkan Dari Udara Menggunakan Sistem Kompresi Uap, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram.
- Prasetyo, Agus (2018). Karakteristik Mesin Penangkap Air Dari Udara Yang Menggunakan Komponen Mesin AC 1,5 PK. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta. *Skripsi*
- Riswoko, (2018). Mesin Penangkap Air Dari Udara Menggunakan Siklus Kompresi Uap Dengan Kecepatan Putar Kipas 400 RPM Dan 450 RPM. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta. *Skripsi*.