



## Pengaruh kecepatan udara masuk dengan kipas di sisi *inlet* terhadap massa air yang dihasilkan

*The influence of the incoming air velocity with the fan on the inlet side on the mass of water produced*

Gagas Irhami<sup>1</sup>, Mirmanto<sup>2</sup>, Made Wirawan<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jln. Majapahit no. 62, Mataram, Nusa Tenggara Barat, 83125, Indonesia. HP. 081999665324

\*E-mail: gagasirhami17@gmail.com

### ARTICLE INFO

### ABSTRACT

#### Article History:

Received

Accepted

Available online

#### Keywords:

Air water harvester, air velocity, COP, water mass, total heat transfer rate.

*Water is a very important component for all living things humans, animals and plants. But in the dry season some parts of Indonesia experienced drought and clean water crisis. Various efforts are made to meet the needs of clean water at this time such as by making dug wells, rainwater reservoirs or making equipment that is able to produce water from the air. One effort to obtain clean water is to present a device called water harvester water. Many of the lack of water mass produced depend on several variables such as RH, air temperature, type of unit of unit, air speed and engine power. This study aims to determine the performance of water harvester water machines in various variations of incoming air velocity. The intended engine performance is the mass of the water produced, COP, and the amount of heat absorbed from the air. This research was conducted experimentally with the R134A refrigerant working fluid. The compressor used was a compressor 1 PK type rotary. This study examined the air inlet velocities, namely 4 m/s, 5 m/s, and 6 m/s. The results showed that the highest average water mass obtained was 1.241 kg/7 hours using a variation of air velocity of 5 m/s. Meanwhile the highest COP was 4.72, obtained at a variation of 6 m/s air velocity, and the highest total heat flow rate absorbed of 208.21 J/s occurred at the air velocity of 5 m/s.*



## 1. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu komponen yang sangat penting untuk perkembangan dan pertumbuhan makhluk hidup. Indonesia merupakan negara yang terletak di garis khatulistiwa dengan hanya dua iklim, musim penghujan dan musim kemarau. Saat musim kemarau tiba, beberapa daerah di Indonesia mengalami kekeringan atau krisis air bersih. Oleh karena itu, daerah-daerah yang terkena dampak situasi ini kesulitan mencari sumber air untuk kebutuhan sehari-hari (Gaol, 2019).

Menurut Mirmanto dkk (2021) air water harvester banyak modelnya seperti memanen air dari udara menggunakan jaring, memanen air dari udara menggunakan kincir angin dan memanen air dari udara menggunakan mesin pendingin. Yang paling mudah dan sederhana serta dapat digunakan dimanapun adalah pemanen air dari udara menggunakan mesin pendingin selama di lokasi tersebut ada aliran listrik.

Mesin *air water harvester* dengan menggunakan mesin pendingin telah banyak diteliti seperti oleh Atmoko (2018), Winata (2021), Prasetya (2022), dan Faroni (2022). Namun, penelitian yang telah dilakukan tersebut belum mampu menghasilkan air dalam kapasitas 0,6-0,7 kg/7 jam. Penelitian Winata (2021) hanya menghasilkan air sebanyak 0,5043 kg selama 7 jam, sedangkan penelitian Prasetya (2022), Faroni (2022), dan Azari (2022) hanya mampu menghasilkan 0,4384 kg, 0,369 kg dan 0,44 kg selama 7 jam. Hasil tersebut lebih sedikit dibandingkan dengan Winata (2021). Oleh sebab itu, mesin penghasil air ini masih sangat perlu untuk diteliti guna meningkatkan produksi airnya.

Beberapa faktor yang mempengaruhi banyak sedikitnya massa air yang dihasilkan adalah RH udara masuk, suhu udara masuk, konstruksi evaporator, luasan evaporator, diameter pipa evaporator dan kecepatan udara masuk. Penelitian ini akan mengkaji evaporator dengan diameter pipa 1,7 mm sebab Faroni (2022) menyatakan bahwa semakin kecil diameter pipa evaporator menghasilkan massa air lebih banyak. Oleh sebab itu penelitian ini menggunakan evaporator dengan ukuran pipa paling kecil yang disusun paralel dengan berdiameter pipa-pipa 1,7 mm dengan jumlah pipa 138 dan panjang masing-masing pipa 40 cm. Evaporator ini sudah tersedia di lab dibuat oleh peneliti sebelumnya. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kinerja mesin *air water harvester* dengan evaporator (unit pengembun uap air) paralel pada berbagai variasi kecepatan udara masuk dan kipas dipasang pada sisi masuk. Kinerja yang dimaksud adalah massa air embun yang dihasilkan, COP, dan banyaknya kalor yang diserap dari udara. Sedangkan variasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah kecepatan udara masuk yaitu 4 m/s, 5 m/s, dan 6 m/s yang diukur pada sisi masuk atau *inlet*. Apakah jika kipas ditempatkan pada sisi keluaran, untuk kecepatan udara yang meningkat massa air yang dihasilkan juga meningkat? Inilah yang akan dicari jawabannya pada penelitian ini.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode eksperimen. Dimana jenis metode penelitian ini dapat digunakan untuk menguji suatu perlakuan atau desain baru dengan membandingkan satu atau lebih kelompok pengujian dengan perlakuan dan tanpa perlakuan.

### 2.1 Persiapan alat dan bahan

Alat dan bahan terlebih dahulu dipersiapkan semuanya agar tidak kebingungan dalam mencari alat dan bahan pada saat penelitian. Peralatan dan bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi Accumulator, aluminium foil thermal, anemometer, barometer, data logger, filter, high pressure gauge, hygrometer, kipas, kompresor, kondensor, low pressure gauge pipa kapiler, potensiometer, power meter kipas, power meter kompresor, stopwatch, termokopel, timbangan digital, vacuum pump, wadah penampung air, kayu blok, triplek, dan refrigeran R-134a.

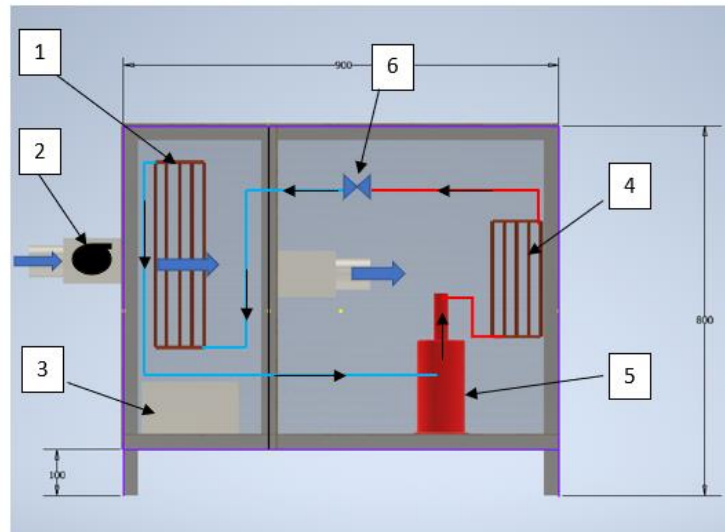
### 2.2 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini ada dua macam variabel yaitu :

- Variabel terikat adalah variabel yang tidak dapat ditentukan atau tidak dapat diatur, dan diperoleh pada saat pengambilan data serta dimasukkan pada analisa data hasil penelitian. Yang termasuk variabel terikat pada penelitian kali ini adalah: Suhu udara keluar evaporator, Massa air hasil kondensasi, Suhu refrigeran T1 sd T4, Tekanan refrigeran P2, P3 dan P4, sedangkan P1 dibuat sama yaitu sekitar 15 psi, RH udara keluar evaporator.
- Variabel bebas yaitu variabel yang dapat diatur atau dapat ditentukan atau yang dapat diubah-ubah sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi kecepatan udara yang masuk kedalam mesin yakni ( 4 m/s, 5 m/s dan 6 m/s ).

### 2.3 Tahap Penelitian

Menghidupkan data logger untuk mencatat suhu secara serentak dan otomatis. Kemudian Mencatat suhu, tekanan dan RH pada saat mesin masih dalam kondisi mati. Kondisi ini disebut pada nol detik. Kemudian menghidupkan kipas udara dan mengatur kecepatan udara yang masuk kedalam mesin, misal 4 m/s, lalu menghidupkan mesin dan mencatat semua suhu, RH, tekanan dan massa air embun setiap 1 jam. Setelah 7 jam percobaan penelitian dihentikan, percobaan setiap variasinya diulang 3 kali, melakukan prosedur seperti yang dijelaskan pada variasi kecepatan udara yang lainnya, yaitu 4 m/s, 5 m/s, dan 6 m/s.



Gambar 2. 1 Sketsa 2D mesin *air water harvester*

Dimana:

1. Evaporator
2. Kipas
3. Bak penampung air
4. Kondensor
5. Kompresor
6. Pipa kapiler

## 3. HASIL DAN PENELITIAN

### 3.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja mesin *air water harvester*, yaitu massa air hasil kondensasi, laju aliran perpindahan panas ke unit pengembun dan COP. Oleh karena itu ada beberapa tahapan yang perlu dianalisa baik dalam sisi *refrigerant* maupun sisi dari sisi udara. Adapun data yang diperoleh dari penelitian dengan kecepatan udara 4 m/s, sebagai berikut :

Tabel 3.1. Hasil pengamatan pengambilan data RH, kecepatan udara masuk dan massa air pada pengambilan ke-1 kecepatan udara 4 m/s.

Waktu	$m_{air}$ (g)	Kecepatan udara masuk $V_{in}$ (m/s)	$RH_{ling}$ (%)	$RH_{in}$ (%)	$RH_{out}$ (%)
0	0	4	88	88	88
3600	174	4	88	88	99
7200	222	4	88	87	99
10800	229	4	88	89	99
14400	198	4	85	86	93
18000	206	4	84	84	92
21600	205	4	83	83	93
25200	203	4	85	85	94
Rata-rata		4	85,86	86,00	95,57
Jumlah	1437				

Tabel 3.2. Hasil pengamatan pengambilan data tekanan dan daya kompresor pada pengambilan ke-1 kecepatan udara 4 m/s.

Waktu (m/s)	Daya Kompresor				$P_1$ (Psi)	$P_2$ (Psi)	$P_3$ (Psi)	$P_4$ (Psi)	$P_{ling}$ (hPa)
	V (V)	I (A)	PF	$P_c$ (W)					
0	0	0	0	0	55	55	55	55	1004
3600	229	2,899	0,97	644,0	15	300	280	45	1004
7200	227	2,980	0,98	662,9	15	300	280	45	1003
10800	228	2,895	0,98	646,9	15	300	280	45	1003
14400	228	2,938	0,98	656,5	15	300	280	45	1002
18000	228	2,884	0,97	637,8	15	300	280	45	1002
21600	229	2,875	0,97	638,6	15	300	280	45	1001
25200	229	2,890	0,97	642,0	15	300	280	45	1000
Rata-rata	228	2,909	0,97	646,9	15	300	280	45	1002,1

### 3.2 Analisis pada psychrometric chart

Data yang diperoleh pada *psychrometric chart online* yaitu bagian uap air yang ada di udara saat masuk unit pengembun ( $w_1$ ) dan bagian uap air yang ada di udara saat keluar unit pengembun ( $w_2$ ), diperlukan temperatur udara masuk unit pengembun dan  $RH_{in}$ , temperatur udara keluar dari unit pengembun dan  $RH_{out}$ .

Dengan cara memasukan temperatur dan RH ke dalam *psychrometric chart online*: [Free online Psychrometric Calculator \(hvac-calculator.net\)](https://www.hvac-calculator.net), diperoleh data seperti ditunjukkan pada table 3.1.

Tabel 3.3. Hasil perhitungan *psychometric chart* pengambilan hari ke-1 dari 3 variasi.

Variasi kecepatan udara (m/s)	T <sub>in</sub> (°C)	T <sub>out</sub> (°C)	RH <sub>in</sub> (%)	RH <sub>out</sub> (%)	W (kg uap/kg udara kering)
4	29,81	21,77	86,29	91,14	0,02307
5	28,56	21,19	82,43	99,00	0,02042
6	29,60	23,40	81,43	93,14	0,02146

### 3.3 Perhitungan laju aliran panas total yang diserap evaporator

Dari data-data yang diperoleh di dalam penelitian dapat dihitung parameter-parameter: laju aliran massa air yang diembunkan ( $\dot{m}_{air}$ ), laju aliran panas dari udara kering ( $\dot{Q}_{udara\ kering}$ ), laju aliran panas dari embun atau air ( $\dot{Q}_{air}$ ), laju aliran panas dari uap yang didinginkan ( $\dot{Q}_{uap}$ ), laju aliran massa udara kering ( $\dot{m}_{udara\ kering}$ ), laju aliran massa uap masuk ( $\dot{m}_{uap\ masuk}$ ), laju aliran massa udara total ( $\dot{m}_{udara\ total}$ ), dan laju aliran panas total yang diserap evaporator ( $\dot{Q}_{udara\ total}$ ).

Tabel 3.4. Hasil perhitungan laju aliran panas pengambilan hari ke-1 dari 3 variasi.

Variasi kecepatan udara (m/s)	$m_{air}$ (kg)	$\dot{m}_{air}$ (kg/s)	$\dot{m}_{udara\ total}$ (kg/s)	$\dot{m}_{udara\ kering}$ (kg/s)	$\dot{m}_{uap}$ (kg/s)	$\dot{Q}_{udara\ kering}$ (J/s)	$\dot{Q}_{uap}$ (J/s)	$\dot{Q}_{air}$ (J/s)	$\dot{Q}_{udara\ total}$ (J/s)
4	0,476	0,00001889	0,013195	0,01290	0,0002975	104,32	4,48	46,09	154,89
5	1,234	0,00004897	0,013246	0,01298	0,0002651	96,23	3,65	119,59	219,48
6	1,209	0,00004798	0,013204	0,01293	0,0002774	80,60	3,22	117,00	200,82

### 3.4 Perhitungan pada siklus kompresi uap

Entalpi refrigerant akan digunakan pada perhitungan siklus kompresi uap, dimana entalpi tersebut meliputi: entalpi saat keluar unit pengembun (h1), entalpi saat keluar kompresor (h2), entalpi saat keluar kondenser (h3), entalpi saat masuk unit pengembun (h4), h1 dan h2 dicari pada tabel superheated refrigerant 134a vaapor, sedangkan h3 dan h4 memiliki entalpi yang sama dapat dicari pada tabel temperatur saturated refrigerant 134a liquid. Adapun data yang akan digunakan untuk mencari entalpi pada tabel termodinamika, meliputi: tekanan refrigerant yang keluar unit pengembun (P1), tekanan refrigerant yang keluar kompresor (P2), tekanan refrigerant yang keluar kondensor (P3), temperatur keluar unit pengembun (T1), temperatur keluar kompresor (T2) dan temperatur keluar kondensor (T3).

Tabel 3.5. Hasil pengamatan pengambilan data tekanan dan temperatur pengambilan ke-1 kecepatan udara 4 m/s.

Jam	Temperatur (°C)				P <sub>abs</sub> (kPa)			
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>
0	28,8	28,8	28,8	28,8	479,63	479,63	479,63	479,63
1	12,0	83,3	60,5	9,1	203,83	2168,90	2031,00	410,68
2	10,9	91,8	63,7	10,4	203,73	2168,80	2030,90	410,58
3	12,1	94,0	64,4	11,2	203,73	2168,80	2030,90	410,58
4	14,1	91,4	62,4	12,2	203,63	2168,70	2030,80	410,48
5	13,6	88,9	60,6	7,8	203,63	2168,70	2030,80	410,48
6	13,8	90,2	60,9	9,2	203,53	2168,60	2030,70	410,38
7	13,4	89,8	60,1	7,4	203,43	2168,50	2030,60	410,28
Rata-rata	12,84	89,91	61,80	9,61	203,64	2168,71	2030,81	410,49

Tabel 3.6. Hasil perhitungan entalpi refrigerant pengambilan ke-1 kecepatan udara 4 m/s.

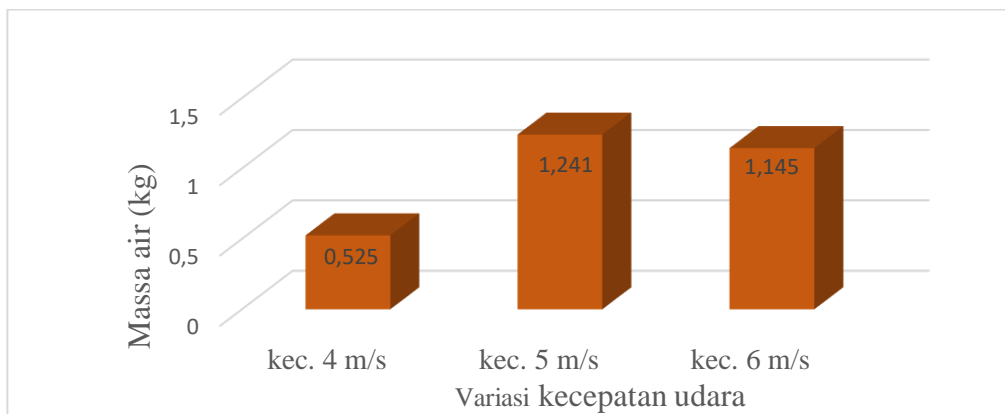
Jam	h <sub>1</sub> (J/kg)	h <sub>2</sub> (J/kg)	h <sub>3</sub> (J/kg)	h <sub>4</sub> (J/kg)
0	266,11	266,11	266,11	266,11
1	263,23	298,35	139,31	139,31
2	262,29	309,51	145,23	145,23
3	263,32	312,26	146,53	146,53
4	265,04	309,01	142,82	142,82
5	264,61	305,80	139,49	139,49
6	264,79	307,52	140,05	140,05
7	264,45	307,00	138,57	138,57
Rata-rata	263,96	307,07	141,71	141,71

Tabel 3.7. Hasil perhitungan sistem kompresi uap pengambilan hari ke-1 dari 3 variasi.

Variasi kecepatan udara (m/s)	$P_c$ (W)	$W_{in}$ (J/kg)	$Q_{out}$ (J/kg)	$Q_{in}$ (J/kg)	$COP_{aktual}$	$COP_{rev}$
4	646,9	43,11	165,35	122,25	2,87	4,40
5	597,6	42,35	165,26	122,91	2,91	4,48
6	594,1	44,09	163,81	119,73	2,72	4,51

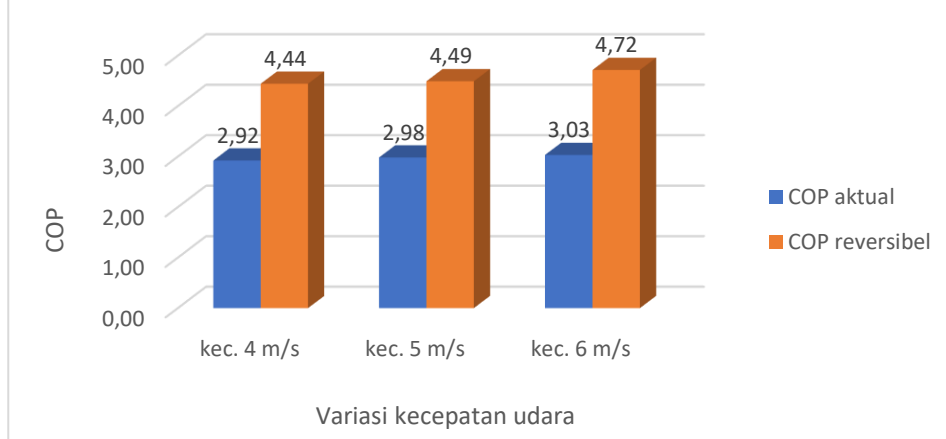
### 3.5 Pembahasan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan menggunakan mesin *air water hervester* siklus kompresi uap yang bertujuan untuk mengetahui jumlah massa air yang dihasilkan, laju aliran panas udara ke unit pengembun dan COP. Pengambilan data dilakukan setiap variasi kecepatan udara 4 m/s, 5 m/s, dan 6 m/s sebanyak 3 kali dengan total 9 hari. Pengambilan data dilakukan selama 7 jam/hari dimulai dari jam 09.00 s/d 16.00. Data yang ditampilkan pada grafik adalah data rata-rata dari pengulangan 3 kali. Berikut 3 grafik yang ditampilkan yaitu jumlah air yang dihasilkan ( $m_{air}$ ), nilai koefisien prestasi (COP), dan laju aliran panas total yang diserap unit pengembun dari udara yang didinginkan ( $\dot{Q}_{udaratotal}$ ),



Gambar 4. 1 Massa air dari 3 variasi yang masing-masing dilakukan pengulangan 3 kali.

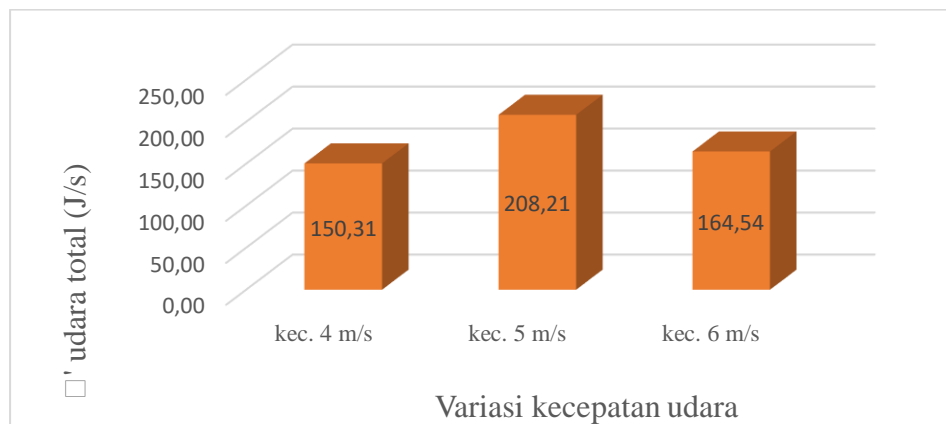
Hasil massa air rata-rata yang ditampilkan pada gambar diagram 4.1 menunjukkan bahwa massa air terbanyak dihasilkan oleh variasi kecepatan udara 5 m/s, dengan rata-rata massa air 3 kali pengulangan sebanyak 1,241 kg/7 jam. Kemudian secara berturut-turut dilanjutkan dengan variasi kecepatan udara 6 m/s dengan rata-rata massa air yang dihasilkan sebanyak 1,145 kg/7 jam, variasi kecepatan udara 4 m/s dengan rata-rata massa air 0,525 kg/7 jam. Namun semakin tinggi kecepatan udara masuk kedalam kotak pengembun dapat mempengaruhi massa air yang diembunkan atau dihasilkan. Pada kecepatan 5 m/s diperoleh massa air yang paling banyak. Hal ini bisa terjadi karena kecepatan udara masuk ke dalam kotak pengembun yang tidak terlalu cepat, jadi uap air yang diembunkan sempat terembun. Hal ini kemungkinan pada kecepatan 6 m/s uap air yang mengalir melalui unit pengembun belum sempat mengembun namun sudah harus mengalir ke luar karena terlalu cepat. Oleh sebab itu, massa air pada variasi kecepatan udara 6 m/s memiliki massa air yang lebih rendah dibandingkan dengan variasi kecepatan udara 5 m/s. Sedangkan pada variasi kecepatan udara 4 m/s, kapasitas udara yang masuk ke kotak unit pengembun tidak terlalu banyak, jadi kandungan uap air di dalam kotak unit pengembun itu sedikit dibandingkan dengan variasi kecepatan udara 4 m/s..



Gambar 4. 2 COP dari 3 variasi yang masing-masing dilakukan pengulangan 3 kali.

Pada gambar 4.2 nilai  $COP_{aktual}$  tertinggi ditunjukkan oleh variasi kecepatan udara 6 m/s dengan rata-rata nilai COP sebesar 3,03, dan diikuti variasi kecepatan udara 5 m/s dengan rata-rata nilai COP sebesar 2,98. Sedangkan COP terkecil ditunjukkan oleh variasi kecepatan udara 4 m/s dengan rata-rata nilai COP sebesar 2,92. Dari gambar 4.2 ditampilkan juga nilai dari  $COP_{rev}$  yang dimana COP tertinggi ditunjukkan pada variasi kecepatan udara 6 m/s dengan nilai rata-rata sebesar 4,72, dan diikuti variasi kecepatan udara 5 m/s dengan nilai rata-rata sebesar 4,49. Sedangkan  $COP_{rev}$  terendah ditunjukkan oleh variasi kecepatan udara 4 m/s dengan rata-rata sebesar 4,44. COP adalah perbandingan beban kalor persatuan massa *refrigerant* yang diserap oleh *refrigerant* pada unit pengembun dengan kerja kompresor persatuan massa *refrigerant*. COP dicari menggunakan nilai entalpi *refrigerant*  $h_1$ ,  $h_2$  dan  $h_4$ , nilai  $COP_{aktual}$  tertinggi didapat dari variasi kecepatan udara 4 m/s, hal ini bisa terjadi karena penyerapan kalor pada unit pengembun lebih optimal dibandingkan dengan variasi lainnya.

Laju aliran panas total yang diserap oleh unit pengembun dari udara dari 3 variasi dapat dicari dengan menjumlahkan  $\dot{Q}_{udara\ kering}$ ,  $\dot{Q}_{uap}$ , dan  $\dot{Q}_{air}$ . Data hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.2.



Gambar 4. 3 Laju aliran panas udara total yang diserap unit pengembun pada 3 variasi yang masing-masing dilakukan pengulangan 3 kali.

Pada gambar diagram 4.3 diatas menunjukkan bahwa nilai  $\dot{Q}_{udara\ total}$  tertinggi terjadi pada variasi kecepatan udara 5 m/s dengan nilai  $\dot{Q}_{udara\ total}$  3 kali pengulangan sebesar 208,21 J/s, dan berturut-turut nilai  $\dot{Q}_{udara\ total}$  kecepatan udara 6 m/s, dan 4 m/s sebesar, 164,54 J/s, dan 150,31 J/s.

Pada gambar diagram 4.3 kita ketahui bahwa variasi kecepatan udara 5 m/s memiliki nilai  $\dot{Q}_{udara\ total}$  tertinggi jika dibandingkan dengan variasi lainnya hal ini bisa terjadi dikarenakan pada variasi kecepatan udara 4 m/s memiliki nilai  $\dot{m}_{udara\ kering}$  dan  $\dot{m}_{uap}$  yang paling tinggi, untuk tabelnya bisa dilihat pada tabel 3.4.



#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian dan analisis mengenai pengaruh kecepatan udara masuk dengan kipas di sisi masuk terhadap massa air yang dihasilkan sebagai berikut :

1. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa massa air tertinggi terjadi pada variasi kecepatan udara masuk 5 m/s dengan rata-rata massa air selama 3 kali pengulangan penelitian sebesar 1,241 kg/7jam.
2. COP tertinggi terjadi pada variasi kecepatan udara masuk 6 m/s dengan rata-rata COP selama 3 kali pengulangan penelitian sebesar 4,72.
3. Laju aliran panas total yang diserap unit pengembun ( $\dot{Q}_{\text{udara total}}$ ) dengan nilai tertinggi terjadi pada variasi kecepatan udara masuk 5 m/s dengan rata-rata nilai  $\dot{Q}_{\text{udara total}}$  selama 3 kali pengulangan penelitian sebanyak 208,21 J/s.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Atmoko, Y. W. (2018). Karakteristik Mesin Penghasil Air dari Udara Menggunakan Mesin Siklus Kompresi Uap Dengan Tambahan Kipas Pemandat Udara Berkecepatan Putaran Kipas 300 RPM dan 350 RPM. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Atusi. (2013, Juni 12). Termometer Bola Kering dan Termometer Bola Basah. Diambil kembali dari <http://staff.unila.ac.id/atusi>: [www.unila.ac.id](http://www.unila.ac.id)
- Azari, A. (2022). Pengaruh Diameter Pipa Evaporator Terhadap Massa Air yang Dihasilkan Dengan Sistem Kompresi Uap. Mataram: Universitas Mataram.
- blogspot.com. (2022, November 12). web site: <https://2.bp.blogspot.com/-UvmztriGqoY/V-orohQZd8I/AAAAAAAAADk/AIQjYS8px6MJ7gQrfwaz3immmpBoi8QswACLcB/s1600/konsep%20Brainmaker.JPG>
- Cengel, Y. A., & Boles, M. A. (1994). Thermodynamics an Engineering Approach, second ed. USA: McGraw Hill Inc.
- Dirgantara, R. P. (2021). Pengaruh Posisi Evaporator Terhadap Jumlah Air yang Dihasilkan dengan Menggunakan Sistem Kompresi Uap. Mataram: Universitas Mataram.
- Faroni, A. (2022). Pengaruh Diameter Pipa Unit Pengembun Terhadap Massa Air yang Dihasilkan dari Air Water Harvester. Mataram: Universitas Mataram .
- Goal, C. L. (2019). Mesin Penghasil Air dari Udara dengan Menggunakan Komponen Air Conditioner 3/4 PK. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Irwan, W. a. (2019). Pengaruh Jumlah Kipas Terhadap Karakteristik Mesin Penangkap Air dari Udara . Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Mirmanto, Syahrul, M., Wijayanta, A., Mulyanto, A., & Winata, L. (2021). Effect Of Evaporator Numbers On Water Production Of a Free Convection Air Water Harvester. Case studies in thermal engineering, 72.
- Padang, Y. A. (2019). Refrigerator dan Pompa Kalor. Dalam Y. A. Padang, Termodinamika 1 (hal. 250-280). Mataram: Mataram University Press.
- Pangestu, A. D. A. (2022). Kinerja Mesin Air-Water Harvester Pada Berbagai Luasan Perpindahan Panas Unit Pengembun. Mataram: Universitas Mataram.
- Prasetya, I. A. (2022). Pengaruh Tekanan Unit Pengembun Pada Mesin Air Water Harvester Terhadap Massa Air yang Dihasilkan. Mataram: Universitas Mataram .
- Prasetyo, A. (2018). Karakteristik Mesin Penangkap Air dari Udara yang Menggunakan Komponen Mesin AC 1,5 PK. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Rismoko. (2018). Mesin Penangkap Air dari Udara Menggunakan Siklus Kompresi Uap Dengan Kecepatan Udara Kipas 400 RPM dan 450 RPM . Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Termometer Bola Kering dan Termometer Bola Basah . (2013, juni 12). [www.unila.ac.id: http://staff.unila.ac.id/atusi](http://staff.unila.ac.id/atusi)
- Winata, L. A. (2021). Pengaruh Jumlah Evaporator Vertikal Terhadap Massa Air yang Diembunkan dari Udara. Mataram: Universitas Mataram .
- [www.agronet.co.id](http://www.agronet.co.id). (2022, Oktober 27). [www.agronet.co.id: https://www.agronet.co.id/detail/senggang/teknologi/1252-Cara-Cerdas-Memanen-Air](https://www.agronet.co.id/detail/senggang/teknologi/1252-Cara-Cerdas-Memanen-Air)
- [www.hvac-calculator.net](http://www.hvac-calculator.net). (2021). Kakulator psychrometric chart online. <http://www.hvac-calculator.net/index.php?v=2/>
- [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net). (2020). Grafik psychrometric chart. <https://www.meefog.com/wp-content/uploads/mee-psychrometric-si-chart-2.pdf>