



Pengaruh kecepatan udara terhadap kinerja mesin *air water harvester* dengan tiga evaporator koil

Effect of air speed on performance of air water harvester machine with three coil evaporators

A.Maulana¹, Mirmanto², Ida Bagus Alit³

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jln. Majapahit no. 62, Mataram, Nusa Tenggara Barat, 83125, Indonesia. HP. 085954851010

*E-mail: ardianmaulan7@gmail.com

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received Accepted

Available online

Keywords:

Air-water harvester air speed

Water mass

total heat transfer

Water is a very important basic human need and must be met in everyday life, both in villages and urban areas. During the dry season, parts of Indonesia experience drought and a clean water crisis which results in drinking water scarcity and difficulty. Various efforts are being made to meet the current need for clean water, such as by digging wells, collecting rainwater or making equipment that can produce water from the air. One effort to obtain clean water is to provide a tool called air water harvester. The amount of water mass produced depends on several variables such as RH, inlet air temperature, evaporator, inlet air speed and engine power. Machine air water harvester works with a vapor compression cycle and a special evaporator to condense water vapor from the air. The main components of this machine are the compressor, condenser, capillary and evaporator. In this research, the evaporator used is a coil evaporator, which is a continuation of previous research which only had 1 evaporator. Meanwhile, in this study, the number of evaporators used was 3. The evaporator used is a coil type evaporator with a tube diameter of 6.35 mm, a number of coils of 26 and a coil diameter of 8 cm. Because the water output is greatly influenced by the inlet air velocity, this research uses the independent variable inlet air velocity, namely 4, 5 and 6 m/s. The results of this research show that the highest water mass was obtained at a variation of air speed of 6 m/s with an average of 1,697 Kg/7 hours of water; and a total heat flow rate 472,210 J/s.



1. PENDAHULUAN

Dalam seluruh aktivitas manusia, air adalah kebutuhan pokok seperti keperluan rumah tangga, misalnya untuk minum, masak, mandi, mencuci, keperluan industri keperluan perdagangan, keperluan pertanian serta perternakan dan lain sebagainya. Jika musim kemarau tiba di sebagian wilayah yang ada di Indonesia mengalami krisis air bersih, seperti yang terjadi di wilayah Lombok barat di dusun Duduk Atas tepatnya, Nusa Tenggara Barat. Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan krisis air bersih ini yaitu dengan membuat mesin pemanen air dari udara (*air-water harvester*).

Menurut Mirmanto dkk (2021) *air-water harvester* banyak modelnya seperti memanen air dari udara dengan 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.

Penelitian tentang mesin penghasil air menggunakan mesin pendingin telah banyak dilakukan yaitu penelitian oleh Najib (2021) Dirgantara (2021), Faroni, (2022), dan Mirmanto dkk (2021, 2022, 2023). Tetapi hasil airnya yang paling banyak hanya 1 kg yang didapat selama 7 jam. Kebanyakan penelitian penelitian tersebut menggunakan konveksi alami, beberapa dari mereka menggunakan konveksi paksa seperti Najib (2021), Firdaus (2022). Bentuk evaporator yang mereka teliti juga berbeda-beda ada yang parallel ada yang koil. Untuk yang model konveksi paksa, kecepatan udara yang digunakan juga berbeda-beda. Oleh sebab itu, pada usulan penelitian ini akan diuji bentuk evaporator koil dengan jumlah evaporator 3 buah. Bentuk evaporator koil dengan 1 buah evaporator sudah diuji oleh Firdaus dengan hasil 0,622 kg selama 7 jam dengan kecepatan udara 5 m/s. Jadi penelitian ini melanjutkan penelitian Firdaus dengan jumlah evaporator 3 dan variasi kecepatan udara masuk 4 m/s, 5 m/s dan 6 m/s. Dengan penambahan jumlah evaporator diharapkan dapat meningkatkan massa air yang dihasilkan dan perpindahan panas dari udara ke evaporator secara signifikan.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Jenis metode penelitian ini dapat dipakai 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 saat penelitian. Peralatan dan bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi kompresor, kondensor, unit pengembun, pipa kapiler, komputer, termokopel, anemometer, barometer, refrigeran R-134a, data logger, timbangan, wadah penampung air, kipas dan udara lingkungan

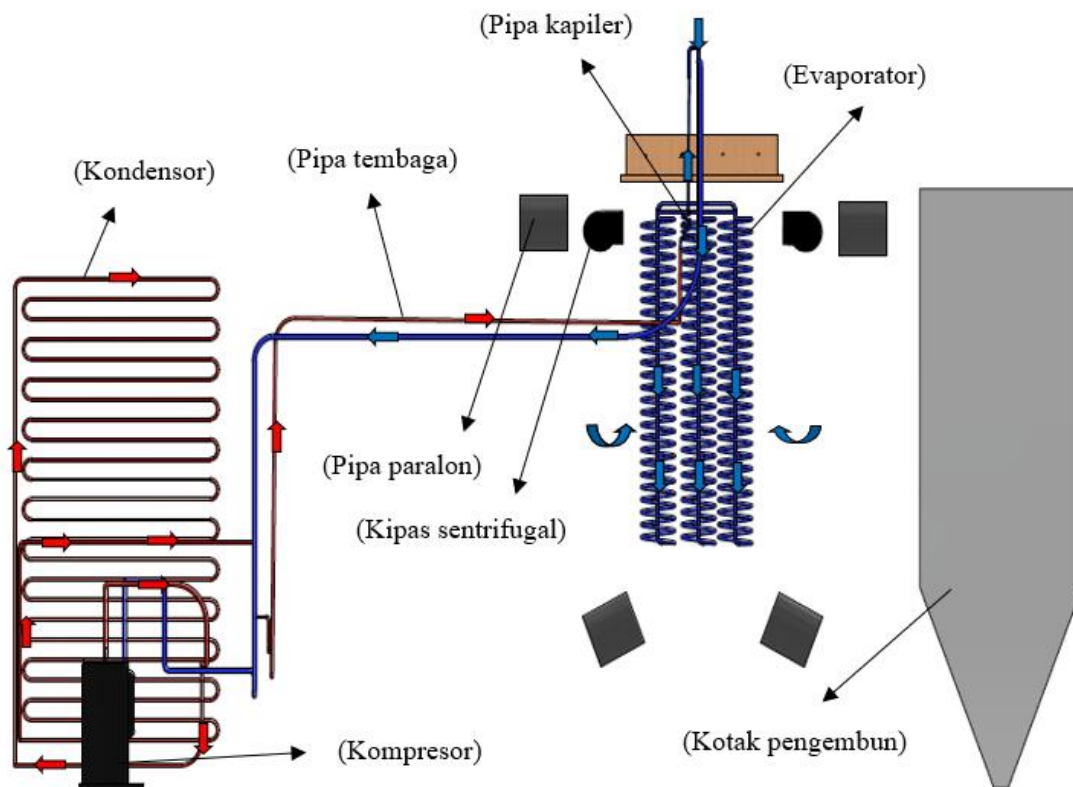
2.2 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini ada dua macam variable yaitu :

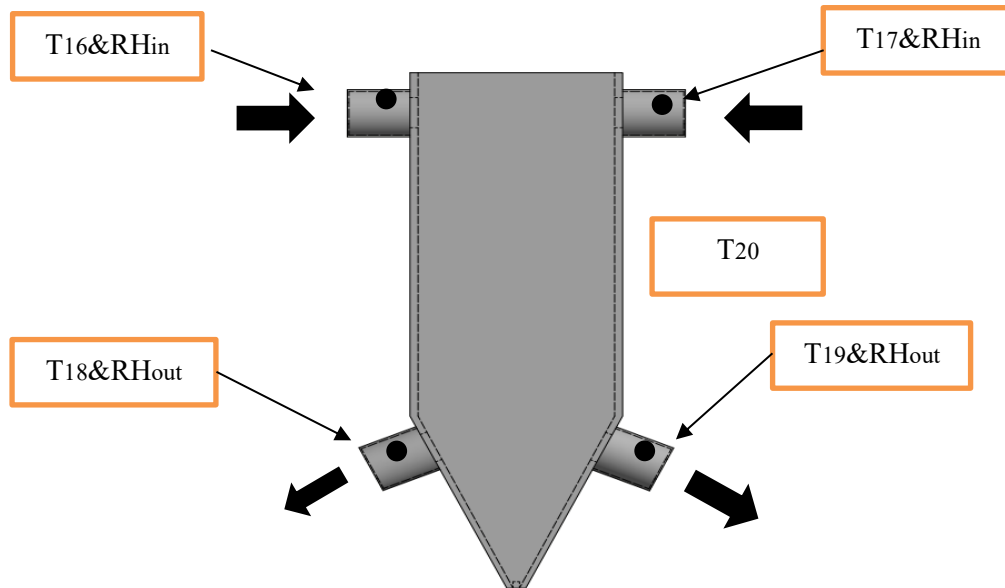
- a) Variabel terikat adalah variabel yang tidak dapat ditentukan atau tidak dapat diatur, dan diperoleh pada saat pengambilan data serta dimasukkan pada analisis data hasil penelitian. Yang termasuk variabel terikat pada penelitian ini adalah: suhu udara keluar, RH udara keluar, massa air hasil kondensasi, dan laju aliran perpindahan panas udara ke evaporator.
- b) Variabel bebas adalah variabel yang dapat diatur atau ditentukan atau yang dapat diubah-ubah sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun variable bebas pada penelitian ini yaitu kecepatan udara masuk 4 m/s, 5 m/s, dan 6 m/s, dan sebagai pembanding tanpa kipas dan 3 m/s dengan penelitian sebelumnya..

2.3 Tahap penelitian

Pada saat mesin belum dihidupkan nyalakan data logger kemudian catat semua suhu dan RH, kemudian atur kecepatan udara yang divariasikan, contoh kecepatan udara 4 m/s, lalu menyalakan mesin *air water harvester*, ketika semua mesin sudah menyala maka melakukan pencatatan temperatur, RH, kecepatan udara masuk, daya kompresor, massa air setiap jamnya. Setelah 7 jam percobaan penelitian dihentikan, percobaan setiap variasinya diulang 3 kali. Melakukan prosedur seperti yang dijelaskan pada variasi kecepatan udara yang lainnya, yaitu 5 m/s dan 6 m/s, dan pembanding tanpa kipas, 3m/s.



Gambar 2.3 Sekema aliran refrigeran



Gambar 2.4 Posisi termokopel dan RH pada kotak evaporator

Keterangan :

- Rh_{in} : Kelembapan udara masuk ke kotak evaporator
- RH_{out} : Kelembapan udara keluar dari kotak evaporator
- T16 : Suhu udara masuk (kipas kiri)
- T17 : Suhu udara masuk (kipas kanan)
- T18 : Suhu udara keluar (kipas kiri)
- T19 : Suhu udara keluar (kipas kanan)
- T20 : Suhu udara lingkungan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan udara terhadap kinerja mesin *air water harvester*, yaitu massa air hasil kondensasi dan laju aliran perpindahan panas udara ke unit pengembun. Oleh karena itu ada beberapa tahap yang perlu di analisa. Adapun data yang diperoleh dari penelitian dengan kecepatan udara 4 m/s, sebagai berikut:

Tabel 3.1. Data RH, kecepatan udara masuk, temperatur, dan massa air percobaan ke-1 pada kecepatan udara 4 m/s.

No	waktu (s)	m air (gr)	Kecepatan udara masuk (m/s)		V (V)	I (A)	Pk (W)	Rh _{in} (%)	Rh _{in} (%)	Rh _{out} (%)	Rh _{out} (%)
			kanan	kiri				kanan	kiri		
0	0	-	-	-	-	-	-	82	82	82	82
1	3600	69	4,0	4,1	3,45	1,16	3,9	55	68	81	93
2	7200	269	4,1	4,2	3,46	1,17	4,0	56	70	90	93
3	10800	513	4,0	4,1	3,47	3,17	4,0	51	62	81	86
4	14400	745	4,2	4,1	3,53	1,21	4,2	66	65	90	88
5	18000	960	4,1	4,0	3,54	1,22	4,3	64	63	90	91
6	21600	1174	4,1	4,2	3,55	1,22	4,3	68	67	90	93
7	25200	1435	4,0	4,1	3,55	1,22	4,3	68	67	90	92
Rata-rata								64	68	87	90

Tabel 3.2. Data daya kompresor pada percobaan data ke-1 untuk kecepatan udara 4 m/s.

No.	Waktu (s)	V(V)	I(A)	PF	Pc(W)
0	0	-	-	-	-
1	3600	225,6	3,02	0,97	661
2	7200	224,7	3,20	0,98	705
3	10800	223,0	3,29	0,98	719
4	14400	223,1	3,18	0,98	695
5	18000	223,7	3,28	0,98	719
6	21600	223,6	3,28	0,98	719
7	25200	223,9	3,15	0,98	691
Rata-rata		223,9	3,20	0,97	701

Tabel 3.3. Hasil pengambilan data semua temperatur pada percobaan data ke-1 untuk kecepatan udara 4 m/s.

No	Waktu(s)	T16 (°C)	T17 (°C)	T18 (°C)	T19 (°C)	T20 (°C)
1	0	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8
2	3600	27,2	27	20,5	20,4	27,9
3	7200	27,5	27,7	20,8	20,5	29,1
4	10800	28,5	28,1	20,6	20,4	29,7
5	14400	29	28,7	20,6	20,2	30
6	18000	29,7	28,7	20,9	20,8	30,7
7	21600	30,3	28,8	20,8	20,3	31
8	25200	28,3	27,8	20,8	20,6	30,4
Rata-rata		28,3	27,8	21,4	21,1	29,3

Tabel 3.4. Hasil pengambilan data kondisi lingkungan pada percobaan data ke-1 untuk kecepatan udara 4 m/s.

NO	Waktu (s)	T ling (°C)	P ling (kPa)	RH ling (%)
0	0	25,8	100,7	82
1	3600	27,1	100,8	74
2	7200	28,2	100,7	71
3	10800	29,1	100,6	66
4	14400	29,3	100,6	65
5	18000	29,6	100,5	64
6	21600	29,3	100,4	66
7	25200	28,9	100,4	67

3.2 Analisis pada *psychometric chart*

Data yang diperoleh pada *psychometric 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 memasukkan temperatur dan RH ke dalam *psychometric chart online: [Free online Psychrometric Calculator \(hvac- calculator.net\)](http://Free online Psychrometric Calculator (hvac- calculator.net))*, diperoleh data seperti ditunjukkan pada table 3.5

Tabel 3.5. Hasil perhitungan *psychometric chart* pengambilan data percobaan ke-1 dari 5 variasi.

No	Variasi kecepatan udara masuk (m/s)	T_{in} (°C)	T_{out} (°C)	RH_{in} (%)	RH_{out} (%)	W_1 (kg _{uap} /kg _{udara kering})	W_2 (kg _{uap} /kg _{udara kering})	h_1 kJ/kg udara kering	h_2 kJ/kg udara kering	w^* (kg _{uap} /kg _{udara kering})
1	0 m/s	28,03	17,25	66	48	0,01574	0,00586	68,4	32,2	0,00988
2	3 m/s	30,13	22,71	55	77	0,01479	0,01333	68,1	56,7	0,00146
3	4 m/s	28,1	21,24	66	88	0,0158	0,01394	68,6	56,8	0,00176
4	5 m/s	28,5	20,5	62	75	0,01518	0,01131	67,4	49,3	0,00387
5	6 m/s	28,0	21,3	60	77	0,01425	0,01221	64,5	52,4	0,00204

3.3 Perhitungan laju aliran panas total yang diserap unit pengembun

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 unit pengembun(\dot{Q} udara total).

Tabel 3.6 Hasil perhitungan laju aliran panas pada percobaan ke-1 setiap variasi kecepatan udara masuk

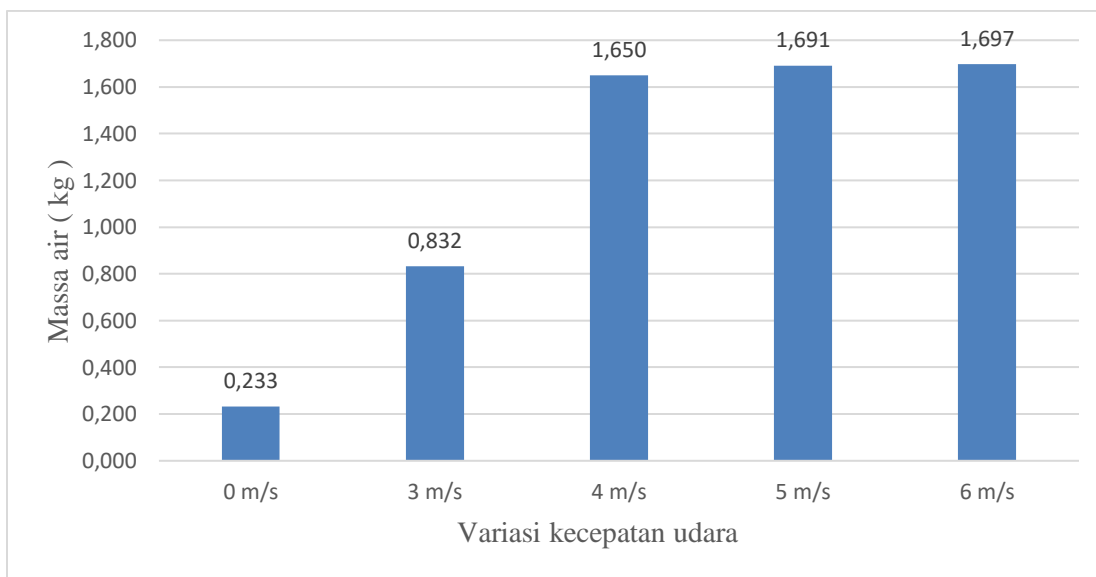
Kecepatan udara masuk (m/s)	\dot{m}_{air} (kg/s)	\dot{m}_{udara} total (kg/s)	\dot{m}_{udara} kering (kg/s)	\dot{m}_{uap} masuk (kg/s)
0 m/s	0,0000008	0,00008	0,00008	0,0000013
3 m/s	0,0000323	0,01372	0,01352	0,00020
4 m/s	0,0000569	0,01841	0,01811	0,00028
5 m/s	0,0000684	0,02299	0,02264	0,00034
6 m/s	0,0000637	0,02763	0,02724	0,00039

Tabel 3.7 Hasil perhitungan laju aliran panas pada percobaan ke-1 setiap variasi kecepatan udara masuk

Kecepatan udara masuk (m/s)	\dot{Q}_{udara} kering (J/s)	\dot{Q}_{uap} (J/s)	\dot{Q}_{air} (J/s)	\dot{Q}_{udara} total (J/s)
0 m/s	2,908	0,03	0,00194	2,935
3 m/s	154,184	2,78	78,779	235,741
4 m/s	213,698	3,59	138,977	356,265
5 m/s	409,874	5,14	167,049	582,065
6 m/s	329,612	4,86	155,488	489,963

3.4 Pembahasan

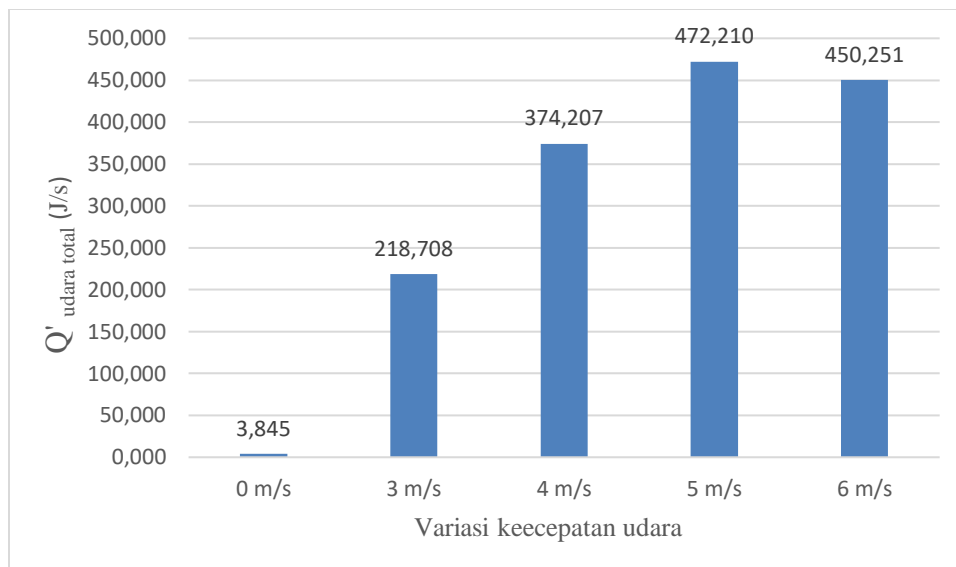
Dari hasil pengujian yang telah dilakukan menggunakan mesin *air-water harvester* siklus kompresi uap yang bertujuan untuk mengetahui jumlah massa air yang dihasilkan (m_{air}), dan panas total yang diserap oleh unit pengembun dari udara yang didinginkan (Q_{total}). Pengambilan data dilakukan untuk variasi kecepatan udara 4 m/s, 5 m/s, 6 m/s dan sebagai pembandingan dengan penelitian sebelumnya dengan kecepatan udara masuk 3 m/s dan tanpa kipas. Pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali untuk setiap variasi sehingga membutuhkan waktu total 15 hari. Pengambilan data dilakukan selama 7 jam/hari dimulai dari jam 08.00 s/d 15.00 Wita. Data yang ditampilkan pada gambar 3.1 sampai dengan gambar 3.4 adalah data percobaan yang diulang 3 kali. Gambar 3.1 menunjukkan massa air rata-rata dari 5 variasi yang masing-masing diulang 3 kali.



Gambar 3.1 Massa air rata-rata dari 5 variasi kecepatan udara

Pada variasi kecepatan udara masuk 6 m/s, menghasilkan massa air terbanyak dibandingkan dengan variasi lainnya. Hal ini terjadi karena pemadatan udara yang diakibatkan oleh hisapan udara masuk, semakin padat udara dalam kotak pengembun maka semakin banyak uap air yang dapat diembunkan. Disamping itu, akibat udara yang termampatkan di dalam kotak dengan dinding evaporator juga makin tinggi nilai massa air yang didapatkan. Pada massa air yang dihasilkan oleh kecepatan udara 4 m/s, 5 m/s dan 6 m/s sangat identik, disebabkan karena nilai dari laju perpindahan panas totalnya tidak signifikan dibawah 5% dilihat di gambar 4.2 oleh karena itu pada kecepatan 4 m/s, 5 m/s, dan 6 m/s sudah mencapai maksimal untuk mendapatkan massa air.

Proses pengembunan terjadi karena terjadinya perpindahan panas dari udara yang suhunya lebih tinggi ke udara yang suhunya lebih rendah melalui dinding evaporator, sehingga menurunkan temperatur udara hingga mencapai titik pengembunnya, pada prinsipnya semakin banyak udara yang masuk ke kotak pengembunan maka semakin banyak uap air yang dihasilkan artinya semakin banyak uap air yang dapat diembunkan.



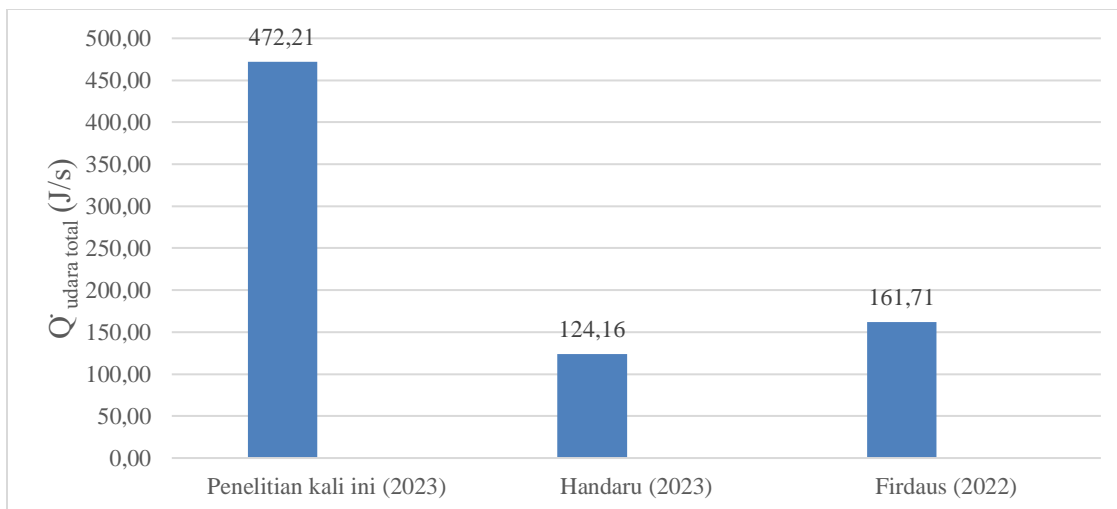
Gambar 3.2 Laju aliran panas total rata-rata yang diserap evaporator dari udara pada 5 variasi kecepatan udara masuk

Pada gambar 3.2 menunjukkan bahwa nilai $\dot{Q}_{\text{udara total}}$ tertinggi terjadi pada kecepatan udara 5 m/s dengan nilai rata-rata $\dot{Q}_{\text{udara total}}$ sebesar 472,210 J/s, pada setiap variasi dilakukan pengulangan 3 kali percobaan. Gambar 4.2 mengindikasikan bahwa variasi kecepatan udara 5 m/s memiliki nilai $\dot{Q}_{\text{udara total}}$ tertinggi jika dibandingkan dengan variasi lainnya hal ini dapat terjadi karena ada beberapa faktor diantaranya yaitu, sifat-sifat udara seperti suhu, tekanan dan massa jenis. Udara cair memiliki perpindahan panas yang lebih tinggi dari pada udara gas karena memiliki massa jenis yang lebih besar. Udara juga memiliki perbedaan suhu dan tekanan yang berbeda diberbagai titik, sehingga menyebabkan perbedaan aliran. Kemudian faktor berikutnya yaitu kelembapan relative (RH), semakin tinggi RH semakin banyak molekul air yang menempel pada permukaan evaporator, sehingga mengurangilaju aliran panas, sehingga pada variasi kecepatan udara 5 m/s memiliki nilai $\dot{Q}_{\text{udara kering}}$, \dot{Q}_{uap} , dan \dot{Q}_{air} yang jika dijumlahkan menghasilkan nilai paling tertinggi.

Perbandingan hasil penelitian dengan peneliti sebelumnya, Handaru (2023) melakukan penelitian tentang pengaruh posisi evaporator koil terhadap kinerja mesin *air-water harvester* konveksi paksa, pada hasil penelitiannya menunjukkan bahwa rata-rata massa air tertinggi yang didapatkannya sebanyak 0,653 kg/ 7 jam dengan menggunakan variasi posisi vertikal dengan kecepatan udara masuk 5 m/s.

Firdaus (2022) pada penelitiannya yang berjudul “Unjuk kerja mesin *air-water harvester* dengan unit pengembun shell-spiral pada berbagai kecepatan udara masuk” menunjukkan bahwa rata-rata massa air tertinggi didapatkan pada variasi kecepatan udara 5 m/s sebanyak 0,622 kg selama 7 jam.

Berdasarkan rata-rata laju aliran panas total ($\dot{Q}_{\text{udara total}}$) yang dihasilkan pada penelitian Handaru (2023) sebesar 124,16 J/s selama 7 jam, dan Firdaus (2022) sebesar 161,71 J/s selama 7 jam dapat disimpulkan bahwa pada penelitian kali ini menunjukkan hasil rata-rata laju aliran panas total yang diserap evaporator dari udara lebih tinggi dibandingkan penelitian sebelumnya yaitu sebesar 472,21 J/s selama 7 jam, penyerapan kalor atau perpindahan panas pada udara masuk lebih maksimal terjadi. Menurut Ramadan (2023), semua refrigeran mengalir merata pada setiap pipa evaporatornya sehingga setiap pipa memiliki suhu rendah yang sama. Oleh sebab itu, embun terbentuk pada setiap pipa dan menyebabkan jumlah $\dot{Q}_{\text{udara kering}}$ dan \dot{Q}_{air} yang dihasilkan lebih banyak.



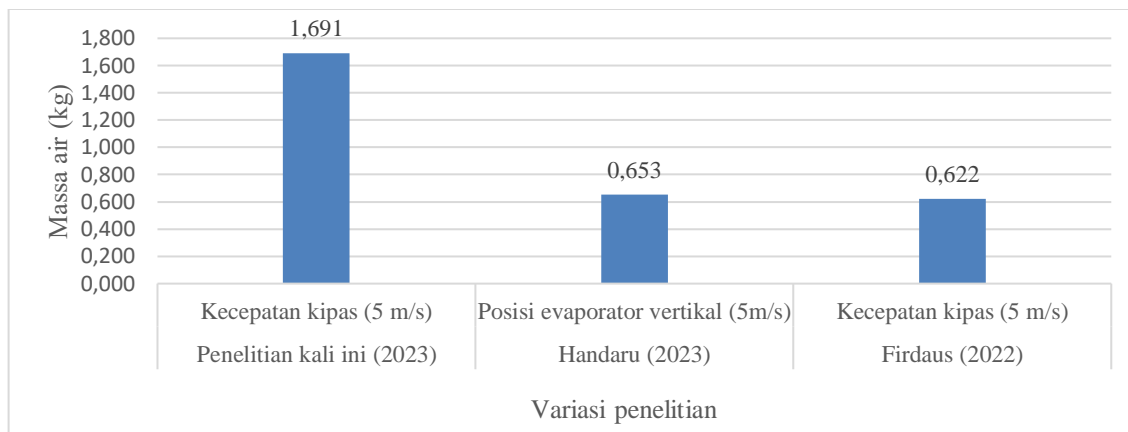
Gambar 3.3 Perbandingan rata-rata laju aliran panas total ($\dot{Q}_{\text{udara total}}$) dengan penelitian sebelumnya

Tabel 3.8 Perbandingan laju perpindahan panas dengan penelitian sebelumnya

Penelitian	Variasi pada penelitian	$\dot{m}_{\text{uap masuk}}$ (kg/s)	$\dot{Q}_{\text{udara kering}}$ (J/s)	\dot{Q}_{uap} (J/s)	\dot{Q}_{air} (J/s)	$\dot{Q}_{\text{udara total}}$ (J/s)
Penelitian kali ini (2023)	Kecepatan kipas (5 m/s)	0,0002900	303,54	4,58	164,08	472,21
Handaru (2023)	Posisi evaporator vertikal (5m/s)	0,0003161	58,91	2,14	63,11	124,16
Firdaus (2022)	Kecepatan kipas (5 m/s)	0,0002733	98,28	3,06	60,37	161,71

Tabel 3.9 Perbandingan laju perpindahan panas dengan penelitian sebelumnya

Penelitian	Variasi pada penelitian	m air (kg)	\dot{m}_{air} (kg/s)	$\dot{m}_{\text{udara total}}$ (kg/s)	$\dot{m}_{\text{udara kering}}$ (kg/s)
Penelitian kali ini (2023)	Kecepatan kipas (5 m/s)	1,691	0,0000671	0,023016	0,0231
Handaru (2023)	Posisi evaporator vertikal (5m/s)	0,653	0,0000259	0,016522	0,0162
Firdaus (2022)	Kecepatan kipas (5 m/s)	0,622	0,0000247	0,016600	0,0163



Gambar 3.4 Perbandingan jumlah massa air terbanyak dihasilkan dengan penelitian sebelumnya.

Berdasarkan jumlah massa air yang dihasilkan pada penelitian Handaru (2023) sebanyak 0,653 kg/ 7 jam, dan Firdaus (2022) sebanyak 0,622 kg/7 jam, jadi dapat disimpulkan bahwa pada penelitian kali ini menunjukkan hasil rata-rata massa air yang lebih banyak dibandingkan penelitian sebelumnya yaitu sebesar 1,691 kg/7 jam pada kecepatan udara (5 m/s) hal ini terjadi karena beberapa faktor diantaranya :

1. Jumlah evaporator

Pada penelitian sebelumnya hanya menggunakan 1 evaporator, sedangkan pada penelitian kali ini menggunakan 3 unit evaporator sehingga komponen yang mengembunkan uap air di udara lebih banyak dan proses pengembunan lebih maksimal, sehingga yang menyebabkan massa air yang dihasilkan pada penelitian kali ini lebih banyak dari pada penelitian sebelumnya.

2. Jumlah kipas

Pada penelitian sebelumnya kipas yang digunakan hanya 1 unit, sedangkan pada penelitian kali ini menggunakan 2 unit kipas sehingga udara yang dihisap oleh kipas dari udara lingkungan ke dalam kotak pengembun lebih banyak, maka uap air yang akan diembunkan juga lebih banyak.

3. Lubang kipas

Pada penelitian kali ini lubang kipas sebanyak 2 lubang kipas, sedangkan pada penelitian sebelumnya ada 1 lubang, semakin banyak lubang kipas maka semakin banyak jalur udara yang dihisap oleh kipas dari udara lingkungan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis tentang pengaruh kecepatan udara terhadap kinerja mesin *air-water harvester* dengan 3 evaporator jenis koil didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan udara semakin banyak massa air yang dihasilkan.
2. Massa air tertinggi terdapat pada variasi kecepatan udara 6 m/s dengan rata-rata air sebesar 1,697 Kg/ 7 jam.
3. Nilai tertinggi laju aliran panas total terdapat pada variasi kecepatan udara 5 m/s dengan rata-rata sebanyak 472,210 J/s.
4. Hal yang dapat mempengaruhi banyaknya air yang didapatkan yaitu kecepatan udara masuk dan penggunaan kipas yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Cengel, Y. A., Boles, M. A. (1994) *Thermodynamics an Engineering Approach, 5th ed., USA., McGraw Hill Inc.*
Carrier psychrometric chart normal temperatures si metric units
<https://www.academia.edu/34298446/> (diakses pada kamis, 27 juli 2023)
- Dirgantara, R. P. (2021). *Pengaruh posisi evaporator terhadap jumlah air yang dihasilkan dengan menggunakan sistem kompresi uap* [Skripsi Universitas Mataram].
- Dutchrainmaker menyaring air dari udara. <https://mengalirjauh.blogspot.com/2016/09/.html>.
(diakses pada kamis, 20 Juli 2023)
- Faroni, A. (2022). *Pengaruh diameter pipa unit pengembun terhadap massa air yang pengaruh diameter pipa unit pengembun terhadap massa air yang dihasilkan dari air-water harvester* [Skripsi Universitas Mataram].
Free online psychrometric chart calculator. <http://www.hvac-calculator.net/index.php?v=2>.
- Firdaus, L. (2022). *Unjuk kerja mesin air-water harvester dengan unit pengembun shell-spiral pada berbagai kecepatan udara masuk* [Skripsi Universitas Mataram].
- Gaol, C. L. (2019). *Mesin penghasil air dari udara dengan menggunakan komponen air conditioner 3/4 pk.* [Skripsi Universitas Sanata Dharma]
- Handaru, Z. T. (2023). *Pengaruh posisi evaporator koil terhadap kinerja mesin air-water harvester konveksi paksa* [Skripsi Universitas Mataram].
- Mirmanto and Pangestu, A. D. P. (2023). Experimental heat transfer rate on vertical pipes of a simple water harvester. *Journal of Heat and Mass Transfer*, 33, 41–50.
- Mirmanto, M., Syahrul, S., & Wijayanta, A. T. (2023). Effect of Evaporator Diameters on Performances of a Custom Air Water Generator. *Frontiers in Heat and Mass Transfer*, 20, 6–10. <https://doi.org/10.5098/hmt.20.9>
- Mirmanto, M., Syahrul, S., Wijayanta, A. T., Mulyanto, A., & Winata, L. A. (2021). Effect of evaporator numbers on water production of a free convection air-water harvester. *Case Studies in Thermal Engineering*, 27 (March), 101253.
<https://doi.org/10.1016/j.csite.2021.101253>
- Mirmanto, M., Wirawan, M., & Najib, A. (2022). Effect of capillary tube length on mass of water production. *International Journal of Advances in Engineering and Management*, 4(2), 210–216.
<https://doi.org/10.35629/5252-0402210216>
- Najib, A. A. (2021). *Pengaruh variasi panjang pipa kapiler terhadap air yang dihasilkan dari udara menggunakan sistem kompresi uap* [Skripsi Universitas Mataram].
- Prasetyo, A. (2018). *Karakteristik mesin penangkap air dari udara yang menggunakan komponen mesin ac 1,5 PK.* [Skripsi Universitas Sanata Dharma].
- Pengertian konveksi, mekanisme dan contoh pemanfaatanya. <https://caramesin.com/>
(diakses pada Selasa, 24 oktober 2023).
- Ramadhan (2023). *kinerja mesin air water harvester pada berbagai variasi posisi kipas* [Skripsi Universitas Mataram].
Repositori Universitas Mataram.
- Taufani, A.R, Utomo, P, Maulana, T, I, M. (2021). Teknologi pemanen kabut (fog harvesting) sebagai solusi mengatasi masalah kekeringan pada dataran tinggi. *pekan ilmiah mahasiswa nasional program kreativitas mahasiswa-penelitian 2013.*, 1–2.
- Widianoko, P. (2008). Analisa Energi dan Beban Thermal Pada Gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Indonesia. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 8–24.
- Winata, L. A. (2021). *Pengaruh jumlah pipa evaporator vertikal terhadap laju aliran massa air yang diembunkan dari udara.* [Skripsi Universitas Mataram].