



Pengaruh posisi evaporator koil terhadap kinerja mesin *air-water harvester* konveksi paksa

Effect of position evaporator coil on forced convection air-water harvester engine performance

Z.T.Handaru, Nurchayati, Mirmanto

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jln. Majapahit no. 62, Mataram, Nusa Tenggara Barat, 83125, Indonesia. HP. 085737685847

*E-mail: zulhan.zth@gmail.com

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received

Accepted

Available online

Keywords:

air – water harvester

water mass

COP

rate of heat transfer

evaporator position

Human life cannot be separated from water; therefore, water must be fulfilled because it is a basic human need. But when the dry season arrives, several regions in Indonesia experience a clean water crisis. This crisis needs to be overcome with methods or equipment that can produce water. Various methods for obtaining clean water have been carried out in previous research, but these methods are still not suitable for the current condition of Indonesia's territory. One method that can be used in all positions and situations and is suitable for household scales is an air-water harvester machine using a cooling machine. Of the many studies on the water harvester machine, no one has conducted research on the effect of the evaporator position on forced convection. Therefore, the authors conducted research on the effect of the evaporator position on the mass of water produced in a water harvester machine with a forced convection system. Not only the mass of water produced, but this study also examines the performance of the engine, consisting of COP, and the total rate of heat transfer absorbed by the evaporator from the air. This research was carried out experimentally with the working fluid refrigerant R134a. The compressor used is a rotary type 1 PK compressor. This study varies the position of the evaporator, namely the vertical position, the 45° position, and the horizontal position. The highest average mass of water obtained using vertical position variations was 0.653 kg/7 hours. Meanwhile, the highest COP, namely 4.44, was obtained for variations in the vertical position, and the highest total heat flow rate absorbed by the evaporator from the air occurred in variations in the vertical position, namely 124.16 J/s.



1. PENDAHULUAN

Kehidupan manusia tidak dapat dipisahkan dari air, oleh karena itu air wajib terpenuhi. Dalam seluruh aktivitas manusia, air adalah kebutuhan pokok seperti keperluan rumah tangga, misalnya untuk minum, masak, mandi, cuci, keperluan industri, keperluan perdagangan, keperluan pertanian serta peternakan, keperluan pelayaran dan lain sebagainya. Jika musim kemarau tiba sebagian wilayah di Indonesia mengalami krisis air bersih, seperti yang terjadi di beberapa wilayah di Desa Kuripan Selatan, Kecamatan Kuripan, Kabupaten Lombok Barat, Lombok Tengan, NTT dan sebagian Jawa Tengah dan Jawa Timur. Oleh karena itu dibutuhkan beberapa metode atau peralatan untuk menghasilkan air.

Ber macam-macam metode untuk memperoleh air bersih sudah banyak dilaporkan dalam riset terdahulu, seperti penjernihan air kotor ataupun air limbah, penyulingan air laut, *reverse osmosis*, pemanenan embun memakai jaring, serta pemanenan embun memakai kincir angin. Penyulingan air laut ialah cara yang mudah untuk dilakukan, namun membutuhkan energi yang tinggi kecuali energi yang digunakan berasal dari matahari. Disamping itu, metode ini tidak dapat diterapkan di wilayah dataran tinggi ataupun jauh dari laut. Penangkapan embun dengan jaring dapat maksimal bila jaring diletakkan di zona yang banyak memiliki uap air. Pemakaian kincir angin tidak sesuai untuk warga dengan tingkatan ekonomi rendah, kecuali untuk warga memiliki ekonomi yang lebih tinggi ataupun pemerintah, karena untuk pembuatannya terbilang sangat mahal. Cara alternatif yang dapat digunakan di seluruh tempat serta keadaan, serta pas untuk skala rumah tangga adalah mengubah uap air menjadi embun menggunakan mesin pendingin (Mirmanto dkk, 2021) yang sering disebut dengan mesin *air-water harvester* menggunakan prinsip kerja siklus kompresi uap.

Penelitian mesin *air-water harvester* telah banyak dilakukan seperti oleh Atmoko (2018), Gaol (2019), Mirmanto dkk, (2021), Winata (2021), Faroni (2022). Atmoko (2018) meneliti mesin penghasil air menggunakan mesin AC 1,5 PK dengan evaporator asli dari mesin AC itu sendiri dan menghasilkan air sebanyak 4,29 liter/jam. Gaol (2019) melakukan penelitian mesin penghasil air menggunakan mesin AC dengan daya 3/4 PK, refrigeran tipe R410a mendapatkan hasil sebanyak 2,01 liter/jam dan Faroni (2022) meneliti *air-water harvester* dengan terbuat dari pipa tembaga dan bentuk evaporatornya parallel. Refrigeran yang digunakan adalah R134a dan kompresor yang digunakan adalah kompresor 1/2 PK jenis rotary. Penelitian ini menghasilkan air sebesar 0,369 kg/7 jam. Winata (2021) mengkaji pengaruh jumlah pipa evaporator vertikal terhadap laju aliran massa air yang diembunkan. Penelitian Winata (2021) ini menggunakan evaporator parallel, refrigeran R134a dan daya kompresor 1/2 PK serta aliran udara terjadi secara alami. Hasil air yang diperoleh hanya sebesar 0,5043 kg/7 jam percobaan. Prasetya (2022) juga melakukan penelitian mesin penghasil air dengan evaporator berbentuk spiral dan udara masuk dengan kecepatan 2,2 m/s. Mesin menggunakan R134a dan daya kompresor 1/2 PK. Hasil yang didapatkan masih sedikit yaitu 0,4384 kg/7 jam. Sementara itu, Dirgantara (2021) melakukan penelitian menggunakan evaporator berbentuk pipa-pipa vertikal, daya kompresor 1/2 PK, dan refrigeran R-134a. Variasi penelitian Dirgantara adalah posisi evaporator yaitu vertikal, 45° dan horizontal. Hasil yang didapatkan adalah sebanyak 0,3537 kg/7 jam.

Secara universal hasil riset yang sudah dilakukan di atas adalah evaporator AC aslinya, evaporator berbentuk parallel dan evaporator koil. Kemudian baru ada satu penelitian yang mengkaji posisi evaporator yaitu Dirgantara (2021), sedangkan yang lainnya adalah mengkaji sistemnya yaitu konveksi alami ataupun konveksi paksa. Namun demikian belum ada yang meneliti posisi evaporator koil terhadap massa air yang dihasilkan dengan sistem konveksi paksa. Untuk itu, penelitian ini melanjutkan penelitian Prasetya (2022) yaitu menggunakan evaporator koil dan mengikuti Dirgantara (2021) dengan bervariasi posisi evaporatornya.

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 kompresor, kondensor, evaporator, pipa kapiler, termokopel, termometer digital, refrigeran R-134a, alat pengatur kelembaban, data logger, timbangan, wadah penampung air, kipas, udara basah.

2.2 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini ada dua macam variable yaitu :

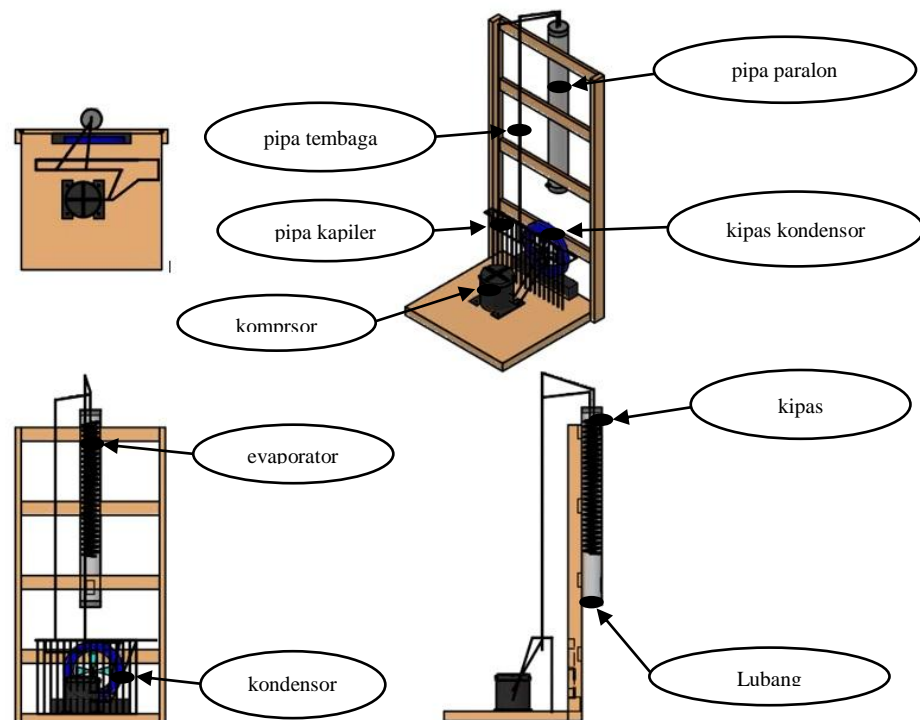
- a) Variabel terikat adalah variabel yang tidak dapat ditentukan atau tidak dapat diatur, dan diperoleh pada saat pengambilan data serta dimasukkan pada analisis data hasil penelitian. Yang termasuk variabel terikat pada penelitian ini adalah: suhu udara keluar kotak pengembun, suhu refrigeran, tekanan refrigeran, RH keluar kotak pengembun.

Dinamika Teknik Mesin. Handaru dkk : Pengaruh posisi evaporator koil terhadap kinerja mesin *air-water harvester* konveksi paksa

- b) Variabel bebas yaitu variabel yang dapat kita atur atau dapat kita tentukan atau yang dapat diubah-ubah sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi posisi evaporator yaitu posisi vertikal, posisi 45°, dan posisi horizontal.

2.3 Tahap penelitian

Pertama-tama atur posisi evaporator misalkan vertikal, pada saat mesin belum hidup catat semua suhu, RH dan tekanan. Kemudian hidupkan data logger dan komputer, kemudian atur kecepatan udara masuk sebesar 5 m/s, lalu menyalakan mesin *air water harvester*, ketika semua mesin sudah menyala maka melakukan pencatatan temperatur, tekanan, RH, daya kompresor, massa air setiap jamnya. Setelah 7 jam percobaan penelitian dihentikan, percobaan setiap variasinya diulang 3 kali pengulangan, Melakukan prosedur seperti yang dijelaskan pada variasi posisi evaporator yang lainnya, yaitu posisi 45°, dan horizontal.



Gambar 2.1 skema mesin *air-water harvester*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian tentang “Pengaruh posisi evaporator koil terhadap kinerja mesin *air-water harvester* konveksi paksa”. Penelitian ini dilakukan selama 9 hari dimulai pada tanggal 7 November – 15 November 2022 di Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Mataram. Data yang didapatkan adalah daya kompresor yang digunakan (P_c), RH udara masuk evaporator (RH_{in}), RH udara keluar evaporator (RH_{out}), RH udara lingkungan, suhu dan tekanan refrigeran masuk kondensator (P_1, T_1), suhu dan tekanan refrigeran keluar kondensator (P_2, T_2), suhu dan tekanan refrigeran masuk evaporator (P_3, T_3), suhu dan tekanan refrigeran keluar dari evaporator (P_4, T_4), suhu lingkungan, kecepatan udara masuk dan massa air yang dihasilkan. Pengujian dilakukan dengan 3 kali pengulangan untuk setiap variasi, selama 7 jam dimulai dari jam 09.00 WITA sampai dengan jam 16.00 WITA. Data hasil pengamatan disajikan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Hasil penelitian pengambilan data RH, kecepatan udara masuk dan massa air pada pengambilan ke-1 posisi vertikal

Waktu (detik)	m_{air} (g)	Kecepatan udara masuk v_{in} (m/s)	RH _{ling} (%)	RH _{in} (%)	RH _{out} (%)
0	0	5	79	79	79
3600	60	5	80	77	89
7200	174	5	79	76	89
10800	262	5	79	74	88
14400	346	5	79	75	89
18000	448	5	79	78	88
21600	542	5	80	77	88
25200	641	5	81	76	88
Rata-rata		5	80,00	76,14	88,43

Tabel 3.2 Hasil penelitian pengambilan data tekanan dan daya kompresor pada pengambilan ke-1 posisi vertikal

Waktu	Daya Kompresor				P ₁ (Psi)	P ₂ (Psi)	P ₃ (Psi)	P ₄ (Psi)	P _{ling} (hPa)
	V (V)	I (A)	PF	P (W)					
0	0	0	0	0	100	100	100	100	1003
3600	219	2,15	0,97	456,72	15	180	170	30	1003
7200	220	2,19	0,97	467,34	15	180	170	30	1002
10800	221	2,19	0,97	469,47	15	180	170	30	1002
14400	220	2,20	0,97	469,48	15	180	170	30	1001
18000	219	2,14	0,97	454,60	15	180	170	30	1001
21600	220	2,21	0,97	471,61	15	180	170	30	1001
25200	224	2,21	0,97	480,18	15	180	170	30	1001
Rata-rata	220	2,18	0,97	467,1	15	180	170	30	1002

3.2 Analisis pada psychometric chart

Data yang diperoleh pada *psychometric chart* online ini yaitu bagian uap air yang ada di udara saat masuk evaporator (m^*1), Dengan cara memasukan suhu dan RH ke dalam *psychometric chart* online: Free online Psychrometric Calculator (hvac-calculator.net), diperoleh data seperti ditunjukkan pada table 3.3

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

Variasi Posisi evaporator	T _{in} (°C)	T _{out} (°C)	RH _{in} (%)	RH _{out} (%)	W ₁ (kg _{uap} /kg _{udara})
Vertikal	29,13	25,27	76,14	88,43	0,01947
45°	29,04	25,16	76,43	88,86	0,01944
Horizontal	28,64	24,66	77,71	89,71	0,01931

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

Variasi Posisi evaporator	m _{air} (kg)	\dot{m}_{air} (kg/s)	\dot{m}_{udara} total (kg/s)	\dot{m}_{udara} (kg/s)	\dot{m}_{uap} (kg/s)	Q _{udara} (J/s)	Q _{uap} (J/s)	Q _{air} (J/s)	Q _{udara total} (J/s)
Vertikal	0,641	0,00002544	0,016523	0,01653	0,0003157	62,89	2,28	61,99	127,17
45°	0,574	0,00002278	0,016533	0,01622	0,0003153	63,38	2,29	55,52	121,19
Horizontal	0,527	0,00002091	0,016553	0,01624	0,0003136	65,09	2,34	50,99	118,43

3.3 Perhitungan pada siklus kompresi uap

Dengan membaca tabel termodinamik dapat ditentukan entalpi refrigeran yang akan digunakan pada perhitungan pada siklus kompresi uap, dimana entalpi tersebut meliputi: entalpi saat keluar evaporator (h1), entalpi saat masuk kondenser (h2), entalpi saat keluar kondenser (h3), entalpi saat masuk evaporator (h4). Dimana h1 dan h2 dapat dicari pada tabel superheated refrigeran 134a vapor, sedangkan h3 dan h4 memiliki entalpi yang sama dapat dicari pada tabel suhu saturated refrigeran 134a liquid. Adapun data - data yang akan digunakan untuk mencari entalpi pada tabel termo, meliputi: tekanan refrigeran yang masuk ke kompresor (P1), tekanan refrigeran yang keluar kompresor (P2), tekanan refrigeran yang masuk ke evaporator (P3), suhu masuk kompresor (T1), dan suhu keluar kompresor (T2), suhu keluar kondensor.

Tabel 3.5 pengambialn dan perhitungan data tekanan dan temepartur pengambilan ke-1 posisi vertikal

Jam	Temperatur (°C)				Tekanan absolut (kPa)			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	P _{abs1}	P _{abs2}	P _{abs3}	P _{abs4}
0	28,3	28,8	28,8	28,3	789,80	789,80	789,80	789,80
1	20,4	75,3	47,2	1,32	203,73	1341,40	1272,45	307,15
2	20,2	75,5	47,2	1,12	203,63	1341,30	1272,35	307,05
3	20,1	75,6	47,3	1,12	203,63	1341,30	1272,35	307,05
4	20,5	75,5	47,2	1,32	203,53	1341,20	1272,25	306,95
5	20,5	75,4	47,3	1,12	203,53	1341,20	1272,25	306,95
6	20,2	75,6	47,3	1,22	203,53	1341,20	1272,25	306,95
7	20,5	75,6	47,2	1,42	203,53	1341,20	1272,25	306,95
Rata-rata	20,34	75,50	47,24	1,23	203,58	1341,26	1272,31	307,01

Tabel 3.6 Hasil perhitungan entalpi refrigeran pengambilan ke-1 posisi vertikal

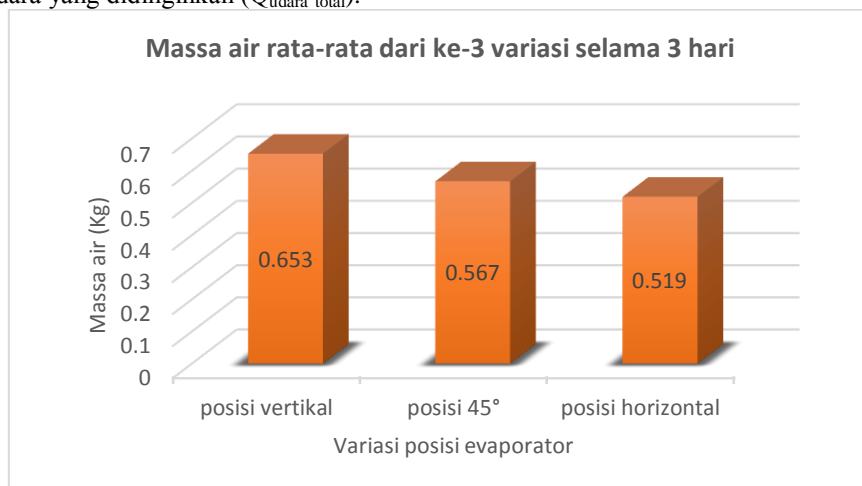
Jam	h_1 (kJ/kg)	h_2 (kJ/kg)	h_3 (kJ/kg)	h_4 (kJ/kg)
0	265,78	265,78	265,78	265,78
1	270,47	304,05	119,20	119,20
2	270,30	304,27	119,20	119,20
3	270,21	304,39	119,35	119,35
4	270,56	304,28	119,20	119,20
5	270,56	304,17	119,35	119,35
6	270,30	304,39	119,35	119,35
7	270,56	304,39	119,20	119,20
Rata-rata	270,42	304,28	119,27	119,27

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

Variasi posisi evaporator	P_c (W)	W_{in} (kJ/kg)	Q_{out} (kJ/kg)	Q_{in} (kJ/kg)	COP	COP_{R-rev}
Vertikal	467,1	33,85	185,01	151,16	4,47	5,61
45°	464,0	33,86	184,97	151,11	4,46	5,62
Horizontal	468,3	34,18	185,14	150,96	4,42	5,59

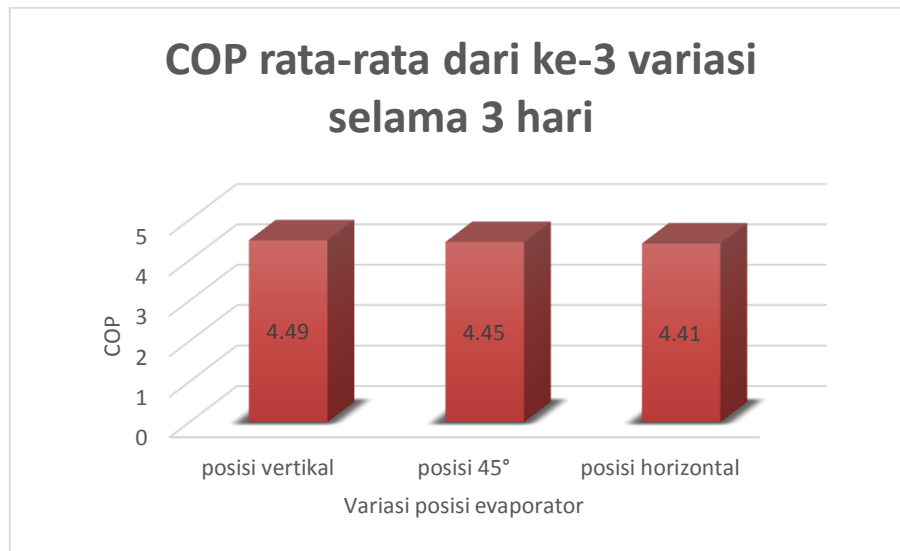
3.4 Pembahasan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan menggunakan mesin *air water harvester* siklus kompresi uap yang bertujuan untuk mengetahui jumlah massa air yang dihasilkan, COP dan laju aliran panas udara ke evaporator. Pengambilan data dilakukan setiap variasi posisi evaporator vertikal, posisi 45° dan posisi horizontal 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 percobaan. Berikut 3 grafik yang ditampilkan yaitu jumlah air yang dihasilkan (m_{air}), nilai koefisien prestasi (COP), dan laju aliran panas total yang diserap evaporator dari udara yang didinginkan ($Q_{udara\ total}$).



Gambar 3.1 Massa air dari 3 variasi yang masing-masing dilakukan pengulangan 3 kali.

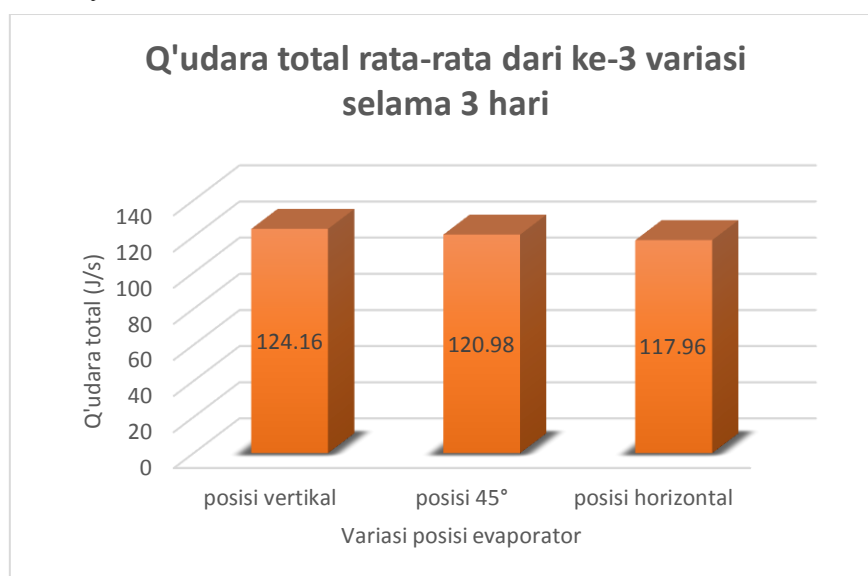
Hasil massa air rata-rata yang ditampilkan pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa massa air terbanyak dihasilkan oleh variasi posisi vertikal dengan total rata-rata massa air yang dihasilkan sebanyak 0,653 kg/7 jam, kemudian dilanjutkan dengan variasi posisi 45° dengan rata-rata massa air sebanyak 0,567 kg/7 jam dan variasi posisi horizontal dengan rata-rata massa air terendah yang didapatkan sebanyak 0,519 kg/7 jam. Seperti yang terlihat pada gambar 3.1 bahwa posisi vertikal mendapatkan rata-rata massa air terbanyak hal ini disebabkan karena pada saat posisi vertikal dapat membantu air embun yang menempel pada dinding evaporator untuk jatuh lebih mudah dengan menyatu pada embun-embun lainnya sehingga massa air dari air embun tersebut bertambah dan memudahkan untuk jatuh lebih cepat ke wadah dibandingkan dengan variasi posisi 45° ataupun posisi horizontal.



Gambar 3.2. COP dari 3 variasi yang masing-masing dilakukan pengulangan 3 kali.

Pada gambar 3.2 nilai COP tertinggi ditunjukkan oleh variasi posisi vertikal dengan rata-rata nilai COP sebesar 4,49, untuk variasi posisi 45° memiliki rata-rata nilai COP sebesar 4,45 dan variasi posisi horizontal mendapatkan rata-rata nilai COP terendah sebesar 4,41. Nilai COP tertinggi pada variasi posisi vertikal dapat terjadi karena penyerapan kalor pada evaporator lebih optimal pada variasi tersebut.

Laju aliran panas total yang diserap oleh evaporator dari udara untuk 3 variasi dapat dicari dengan menjumlahkan \dot{Q}_{udara} , \dot{Q}_{uap} , dan \dot{Q}_{air} . Data hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel 3.4.



Gambar 3.3. Laju aliran panas udara total yang diserap evaporator pada 3 variasi yang masing-masing dilakukan pengulangan 3 kali

Dinamika Teknik Mesin. Handaru dkk : Pengaruh posisi evaporator koil terhadap kinerja mesin *air-water harvester* konveksi paksa

Pada gambar 3.3 menunjukkan bahwa nilai $\dot{Q}_{\text{udara total}}$ tertinggi terjadi pada variasi posisi vertikal dengan rata-rata nilai $\dot{Q}_{\text{udara total}}$ 3 kali pengulangan sebesar 124,16 J/s, dan berturut-turut rata-rata nilai $\dot{Q}_{\text{udara total}}$ posisi 45° dan posisi horizontal sebesar, 120,98 J/s, dan 117,96 J/s. Pada gambar 4.5 terlihat bahwa variasi posisi vertikal memiliki nilai $\dot{Q}_{\text{udara total}}$ tertinggi jika dibandingkan dengan variasi lainnya hal ini dapat terjadi karena pada variasi posisi vertikal memiliki nilai \dot{m}_{udara} dan \dot{m}_{uap} yang paling tinggi, untuk tabelnya dapat dilihat pada tabel 4.4. Pada gambar diagram 3.2 diatas menunjukkan bahwa nilai $\dot{Q}_{\text{udara total}}$ tertinggi terjadi pada variasi kecepatan udara 3 m/s dengan nilai $\dot{Q}_{\text{udara total}}$ sebesar 115,42 J/s, dan berturut-turut nilai $\dot{Q}_{\text{udara total}}$ kecepatan udara 1,5 m/s dan 0 m/s sebesar, 56,63 J/s, dan 9,40 J/s.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis tentang pengaruh posisi evaporator koil terhadap massa air yang dihasilkan pada mesin *air water harvester* konveksi paksa didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa massa air tertinggi terjadi pada variasi posisi vertikal dengan rata-rata massa air sebesar 0,653 kg/7jam.
2. Nilai COP tertinggi terjadi pada variasi posisi vertikal dengan rata-rata nilai COP sebesar 4,49.
3. Laju aliran panas total yang diserap evaporator ($\dot{Q}_{\text{udara total}}$) dengan nilai tertinggi terjadi pada variasi posisi vertikal dengan rata-rata nilai $\dot{Q}_{\text{udara total}}$ sebanyak 124,16 J/s.
4. Untuk memperoleh air embun yang tinggi posisi evaporator vertikal adalah posisi yang paling direkomendasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmoko, Y.W.T. (2018). Karakteristik Mesin Penghasil Air Dari Udara Menggunakan Mesin Siklus Kompresi Uap Dengan Tambahan Kipas Pematik Udara Berkecepatan Putaran Kipas 300 RPM Dan 350 RPM. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta. *Skripsi*.
- Azari, A. (2022). Pengaruh Diameter Pipa Evaporator Terhadap Massa Air Yang Dihasilkan Dengan Sistem Kompresi Uap. Fakultas Teknik Universitas Mataram. *Skripsi*.
- Cengel, Y. A., Boles, M. A. (1994) *Thermodynamics an Engineering Approach, 5th ed., USA., McGraw Hill Inc.*
- Dirgantara, R.D. (2021). Pengaruh Posisi Evaporator Terhadap Jumlah Air Embun Yang Dihasilkan Dengan Menggunakan Sistem Kompresi Uap. Fakultas Teknik Universitas Mataram. *Skripsi*.
- Faroni, A. (2022). Pengaruh Diameter Pipa Unit Pengembun Terhadap Massa Air Yang Dihasilkan Dari *Air-Water Harvester*. Fakultas Teknik Universitas Mataram. *Skripsi*.
- Gaol, C.L. (2019). Mesin Penghasil Air Dari Udara Dengan Menggunakan Komponen *Air Conditioner* 3/4 PK. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta. *Skripsi*.
- Hyndman, B. (2020). *Heating, ventilation, and air conditioning*. Science Direct. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/psychrometric-chart>. Diakses 20 Oktober 2022.
- Irawan, W. A. (2019). Pengaruh Jumlah Kipas Terhadap Karakteristik Mesin Penangkap Air Dari Udara. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta. *Skripsi*.
- Lenrosen. (2012). *Energy Update: Wind Power Technology Breakthrough Produces Byproduct-Water*. 21st Century Tech Blog. <https://www.21stcentech.com/energy-update-wind-power-technology-breakthrough-produces-byproduct-water/>. Diakses 20 Oktober 2022.
- Mirmanto, dkk. (2022). *Performance Of a Simple Custom Air-Water Harvester Using Several Pipe Diameters As The Condensation Unit: Mechanical Engineering Departement, Faculty of Engineering, The University of Mataram*.
- Mirmanto, Nurchayati, Afriani, I. (2022). *Performance of Air-Water Harvester Machine for Cooling Drinking Water: Mechanical Engineering Departement, Engineering Faculty, The Mataram University, Indonesia*.
- Mirmanto, Syahrul, M., 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*, 72.
- 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. *Skripsi*.
- Prasetya I.A. (2022). Pengaruh Tekanan Unit Pengembun Pada Mesin *Air-Water Harvester* Terhadap Massa Air Yang Dihasilkan. Fakultas Teknik Universitas Mataram. *Skripsi*.
- Rathakrishnan, E., *Fundamentals Of Engineering Thermodynamics, second edition., Prentice Hall Of India., New Delhi, 2006*.
- Taufani, A. R., Utomo, P., Maulana, T. I., & Musofa, M. (2013). Teknologi Pemanen Kabut (Fog Harvesting) sebagai Solusi Mengatasi Masalah Kekeringan pada Dataran Tinggi. In *Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional Program Kreativitas Mahasiswa-Penelitian 2013*. Indonesian Ministry of Research, Technology and Higher Education.
- Winata L.A. (2021). Pengaruh Jumlah Pipa Evaporator Vertikal Terhadap Laju Aliran Massa Air Yang Diembunkan

Dinamika Teknik Mesin. Handaru dkk : Pengaruh posisi evaporator koil terhadap kinerja mesin *air-water harvester* konveksi paksa

Dari Udara. Fakultas Teknik Universitas Mataram. *Skripsi*.