



Pengaruh posisi evaporator koil terhadap massa air yang dihasilkan pada mesin air water harvester sistem konveksi alami

The effect of the position of the coil evaporator on the mass of water produced in a natural convection system water harvester machine

M. Ramli¹, Mirmanto², Ida Bagus Alit³

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

*E-mail: ramlicol71@gmail.com

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received

Accepted

Available online

Keywords:

Air – water harvester

Water mass

Evaporator position

COP

Water is a basic human need that is very important and must be met in everyday life, both in villages and in urban areas. During the dry season, parts of Indonesia experience drought and a clean water crisis which results in scarcity and difficulty drinking water. Various efforts have been made to meet the current demand for clean water, such as by making dug wells, collecting rainwater or making equipment capable of producing water from the air. One of the efforts to obtain clean water is by presenting a device called a water harvester. The amount of water mass produced depends on several variables such as RH, intake air temperature, evaporator, intake air velocity and engine power. This study aims to determine the performance of the water harvester machine at various positions of the evaporator coil. The performance of the machine in question is the mass of water produced, the COP and the amount of heat absorbed from the air. This research was carried out experimentally with the working fluid refrigerant R134a. The compressor used is a rotary type 1/2 PK compressor. This study varied the position of the evaporator, namely the vertical position, 45° inclined position and horizontal position. The results showed that the highest water mass obtained was 0.511 kg/7 hours by using a variation of the horizontal evaporator position. The highest COP is 5.18, obtained in variations in the horizontal evaporator heat transfer area. The highest total heat flow rate absorbed by the evaporator from the air occurs in the variation of the horizontal evaporator position, which is 98,5 J/s.



1. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan dasar manusia yang sangat penting dan harus dipenuhi dalam kehidupan sehari-hari, baik itu di desa maupun di daerah perkotaan. Pada musim kemarau, sebagian wilayah Indonesia mengalami kekeringan dan krisis air bersih yang mengakibatkan kelangkaan dan kesulitan air minum, Mirmanto dkk. (2021). Beberapa desa di wilayah Provinsi Nusa Tenggara Barat berpotensi mengalami kekurangan air seperti Desa Kuripan Selatan, Kecamatan Kuripan, Kabupaten Lombok Barat dengan jumlah terdampak bencana kekeringan sebanyak 2695 jiwa (Badan Penanggulangan Bencana Daerah, 2019). Untuk memenuhi kebutuhan air umumnya masyarakat menggunakan sumur bor, air PDAM dan air hujan. Namun, di musim kemarau tentu tidak ada air hujan dan sumber-sumber airpun berkurang atau bahkan mengering. Masalah kekurangan air khususnya air bersih merupakan masalah yang selalu melanda saat musim kemarau. Oleh karena itu, perlu dihadirkan peralatan yang mampu menghasilkan air.

Beragam cara atau metode untuk mendapatkan air bersih telah banyak dilaporkan dalam penelitian sebelumnya, seperti penjernihan air kotor atau air limbah, penyulingan air laut, *reverse osmosis*, pemanenan embun menggunakan jaring, pemanenan embun menggunakan bahan *foil*, dan pemanenan embun menggunakan kincir angin. Namun, berbagai upaya diatas tidaklah efektif dan efisien sebab masing-masing metode punya keunggulan dan kelebihan sendiri-sendiri. Penyulingan air laut merupakan metode yang cukup bagus untuk dilakukan karena tidak membutuhkan pendanaan yang besar. Namun, cara ini tidak bisa diterapkan di daerah dataran tinggi atau jauh dari laut. Penangkapan embun dengan jaring bisa optimal jika jaring diletakkan di area yang banyak mengandung uap air. Penggunaan kincir angin tidak cocok untuk masyarakat dengan tingkat ekonomi rendah, kecuali untuk masyarakat besar atau pemerintah atau perusahaan, dan juga biayanya mahal. Metode alternatif yang dapat digunakan di semua lokasi dan kondisi, dan tepat untuk skala rumah tangga adalah mengubah uap air menjadi embun menggunakan mesin pendingin (Mirmanto dkk, 2021).

Penelitian tentang pemanfaatan mesin *air water harvester* sebagai alat penghasil air telah banyak dilakukan, seperti: Prasetyo (2018), Atmoko (2018), Najib (2021), Dirgantara (2021), Mirmanto dkk. (2021), Azari (2022), Faroni (2022) dan Prasetya (2022). Namun demikian, penelitian-penelitian yang telah dilakukan tersebut di atas, belum ada yang meneliti pengaruh posisi evaporator dari mesin *air water harvester* tersebut, terkecuali Dirgantara (2020). Dirgantara (2020) telah meneliti posisi evaporator, tetapi bentuk evaporatornya adalah pipa-pipa parallel. Untuk evaporator pipa-pipa parallel ini, menurut Dirgantara (2021), posisi yang terbaik adalah posisi vertical. Sedangkan Mirmanto dkk. (2021) meneliti tentang jumlah evaporator pipa-pipa parallel, yang mana tidak menyinggung masalah posisi. Azari (2022) dan Faroni (2022) meneliti diameter pipa-pipa evaporator parallel. Jadi belum ada pula yang meneliti posisi evaporator koil dengan kaitannya produksi air bersih yang dihasilkan. Prasetya (2022) meneliti evaporator koil, tetapi dengan variasi tekanan evaporator dan sistemnya adalah konveksi paksa bukan konveksi bebas. Secara umum hasil penelitian yang telah dilakukan diatas mengkaji pengaruh variasi kecepatan kipas, variasi tekanan pada evaporator, variasi diameter pipa evaporator, dan jumlah pipa evaporator. Hanya satu penelitian yang telah meneliti posisi evaporator yaitu penelitian Dirgantara (2020). Tetapi bentuk evaporator yang diteliti oleh Dirgantara (2020) adalah pipa-pipa vertikal, sedangkan bentuk evaporator koil atau spiral belum dikaji pengaruh posisinya terhadap air yang dihasilkan. Oleh sebab itu, penelitian ini mencoba mengkaji pengaruh posisi evaporator berbentuk koil dengan sistem konveksi alami terhadap massa air yang dihasilkan. Posisi yang divariasikan ada tiga yaitu posisi horizontal, miring 45°, dan vertikal. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui jumlah massa air yang dihasilkan pada masing-masing posisi.

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 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, barometer, data logger, timbangan, wadah penampung air, *manifold gauge*, udara.

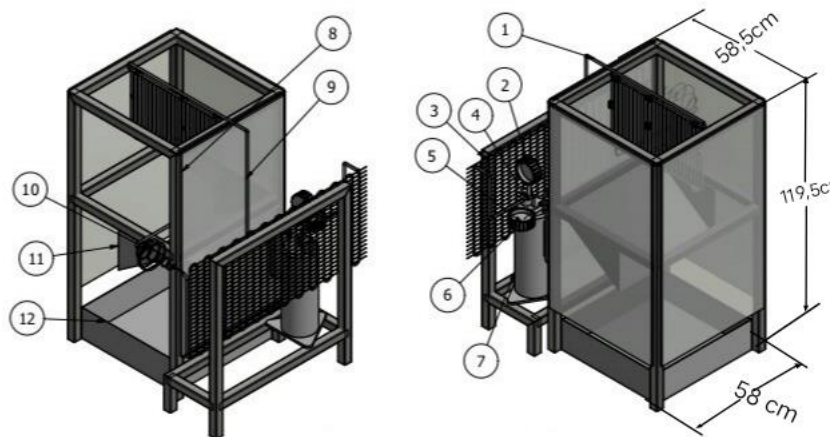
2.2 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini ada dua macam variable yaitu :

- 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 evaporator, massa air yang dihasilkan, tekanan refrigeran, suhu refrigeran, RH udara keluar evaporator.
- 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 yakni (vertikal, miring 45°, horizontal).

2.3 Tahap penelitian

Memasang evaporator pada posisi vertikal. Kemudian mengisi freon R-134a dan cek kebocoran pada setiap saluran, menghidupkan data logger dan mencatat semua suhu secara otomatis dan terus menerus, menyalakan mesin pendingin, cek semua alat ukur bekerja dengan baik atau tidak, dan mengatur tekanan P_1 pada kisaran 40 psi, melakukan pencatatan daya kompresor, temperatur, kelembaban (RH) udara masuk dan keluar evaporator, RH lingkungan, tekanan rendah, tekanan tinggi, massa air yang dihasilkan, dan tekanan atmosfer, setiap 1 jam, menghentikan percobaan setelah percobaan dilakukan selama 7 jam, mengulangi prosedur 1 sampai dengan 6 untuk setiap variasi posisi evaporator yang berbeda yaitu vertikal, miring 45°, horizontal, mengulangi percobaan setiap 3 kali.



Gambar 2.1 Skema dan posisi alat mesin *air-water harvester*

Keterangan:

1. Evaporator.
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 Evaporator.
7. Kompresor.
8. Dinding Isolator.
9. Pipa dari Evaporator ke Kompresor.
10. Pipa Kapiler dari Kondensor ke Eavaporator.
11. Tempat mengalir embun yang menetes menuju bak penampung.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja mesin *air water harvester*, yaitu massa air hasil kondensasi, laju aliran perpindahan panas ke evaporator dan COP. Oleh karena itu ada beberapa tahap yang perlu di analisa baik dalam sisi *refrigerant* maupun dari sisi udara. Adapun data yang diperoleh dari penelitian dengan posisi evaporator vertikal, sebagai berikut :

Tabel 3.1. Hasil pengamatan pengambilan data RH dan massa air pada pengambilan ke-1 posisi vertikal.

Waktu	m_{air} (g)	RH_{ling} (%)	RH_{in} (%)	RH_{out} (%)
0	0	83	83	83
3600	20	82	83	87
7200	68	79	77	87
10800	77	78	77	90
14400	75	77	77	85
18000	75	77	76	87
21600	77	76	78	87
25200	79	79	82	88
Rata-rata		78,29	78,57	87,29
Jumlah	471			

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

Waktu	DayaKompresor				P_1 (Psi)	P_2 (Psi)	P_3 (Psi)	P_4 (Psi)	P_{ling} (kPa)
	V (V)	I (A)	PF	P (W)					
0	0	0	0	0	100	100	100	100	1004
3600	226	2,257	0,80	408,1	40	260	240	60	1004
7200	227	2,310	0,81	424,7	40	260	240	60	1004
10800	226	2,277	0,81	416,8	40	260	240	60	1003
14400	226	2,249	0,81	411,7	40	260	240	60	1003
18000	226	2,226	0,81	407,5	40	260	240	60	1002
21600	226	2,292	0,81	419,6	40	260	240	60	1002
25200	227	2,265	0,81	414,6	40	260	240	60	1002
Rata-rata	226	2,268	0,81	414,7	40	260	240	60	1002,86

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 memasukan temperatur dan RH kedalam *psychometric chart online*: [Free online Psychrometric Calculator \(hvac-calculator.net\)](http://Free online Psychrometric Calculator (hvac-calculator.net)), diperoleh data seperti ditunjukkan pada table 3.3.

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/kg _{udara kering})	w_2 (kg/kg _{udara kering})
Vertikal	28,46	25,74	78,29	87,29	0,0193	0,0183
Miring 45°	28,47	23,26	78,57	93,00	0,0191	0,0167
Horizontal	30,11	25,81	72,57	86,43	0,0197	0,0182

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

Tabel 3.4. Hasil perhitungan laju aliran massa air, uap dan udara kering serta laju aliran panas total dari 3 variasi menggunakan data pengambilan ke-1 yang dilakukan dalam penelitian

No	Variasi Posisi evaporator	\dot{m}_{air} (kg/s)	w* ($\frac{kg_{uap}}{air/kg_{udara\ kering}}$)	$\dot{m}_{udara\ kering}$ (kg/s)	$\dot{m}_{uap\ masuk}$ (kg/s)	$\dot{m}_{udara\ total}$ (kg/s)	\dot{Q}_{total} (J/s)
1	Vertikal	0,00001869	0,0010	0,01888	0,0003636	0,019243	98,10
2	Miring 45°	0,00001980	0,0023	0,00846	0,0001615	0,008624	87,73
3	Horizontal	0,00002060	0,0015	0,01373	0,0002699	0,014000	104,16

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 vapor*, 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. Data hari ke-1 suhu dan tekanan pada inlet dan outlet kompresor dari variasi posisi evaporator vertikal.

Waktu (s)	Suhu (°C)				Tekanan absolut (kPa)			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
0	27,1	27,1	27,1	27,1	789,90	789,90	789,90	789,90
3600	24,7	80,2	46,7	8,0	376,20	1893,10	1755,20	514,10
7200	23,9	80,9	49,8	10,0	376,20	1893,10	1755,20	514,10
10800	24,7	81,1	49,2	9,5	376,10	1893,00	1755,10	514,00
14400	25,4	80,8	49,0	9,6	376,10	1893,00	1755,10	514,00
18000	25,6	80,9	48,8	9,1	376,00	1892,90	1755,00	513,90
21600	24,8	81,2	49,7	10,0	376,00	1892,90	1755,00	513,90
25200	24,8	80,6	47,7	8,1	376,00	1892,90	1755,00	513,90
Rata-rata	24,84	80,81	48,70	9,19	376,09	1892,99	1755,09	513,99

Tabel 3.6. Data hari ke-1 hasil pencarian entalpi refrigeran variasi posisi evaporator vertikal.

Waktu (s)	h1 (kJ/kg)	h2 (kJ/kg)	h3 (kJ/kg)	h4 (kJ/kg)
0	265,15	265,15	265,15	265,15
3600	270,71	299,93	118,43	118,43
7200	269,98	300,79	123,19	123,19
10800	270,72	301,04	122,27	122,27
14400	271,36	300,67	121,96	121,96
18000	271,54	300,80	121,66	121,66
21600	270,81	301,17	123,04	123,04
25200	270,81	300,43	119,97	119,97
Rata-rata	270,85	300,69	121,50	121,50

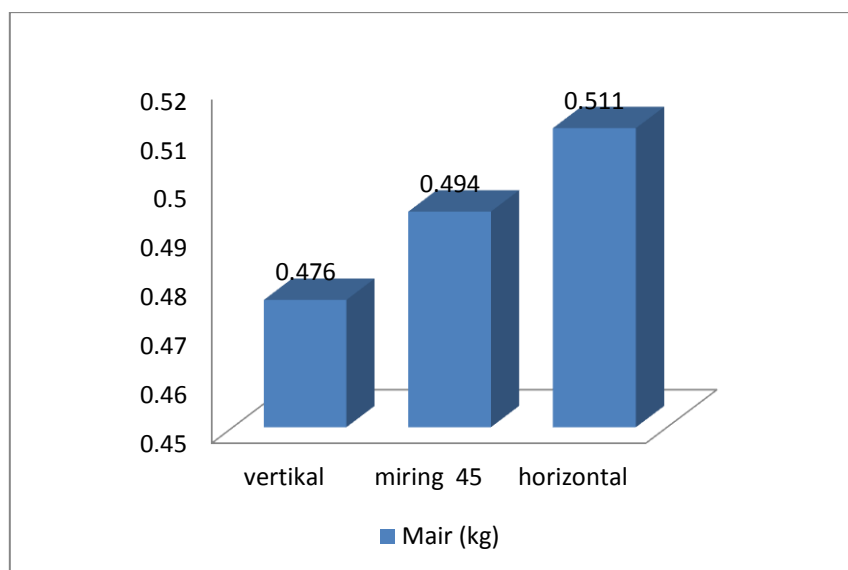
Tabel 3.7. Hasil perhitungan system kompresi uap pengambilan hari ke-1 dari ke-3 variasi.

Variasi posisi evaporator vertikal	Pc (W)	Q _{in} (kJ/kg)	Q _{out} (kJ/kg)	W _{in} (kJ/kg)	COP	COP _R
Vertikal	414,7	149,34	179,19	29,84	5,01	6,01
Miring 45°	424,5	148,86	177,41	28,54	5,22	5,72
Horizontal	415,9	148,45	176,26	27,81	5,36	5,71

3.5. Pembahasan

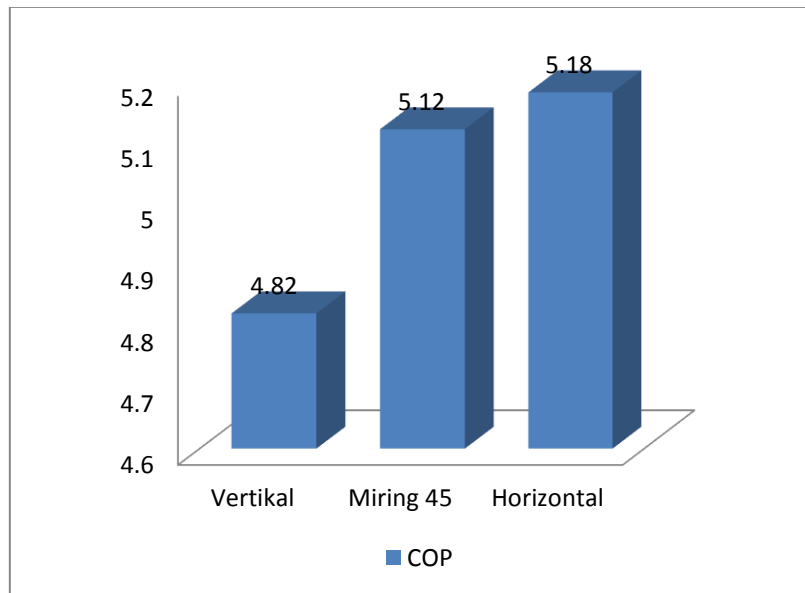
Hasil pengujian yang telah dilakukan untuk mengetahui jumlah air yang dihasilkan dari udara menggunakan mesin *air-water harvester* siklus kompresi uap telah disajikan di paragraf sebelumnya dan di lampiran. Pengambilan data dilakukan setiap variasi sebanyak 3 kali dengan total 9 hari. Pengambilan data dilakukan selama 7 jam dimulai dari jam 08.40 s/d 15.40. Data yang ditampilkan di grafik adalah data rata-rata dari 3 kali pengulangan dalam satu variasi. Berikut 3 grafik yang ditampilkan yaitu jumlah air yang dihasilkan (m_{air}), nilai koefisien prestasi (COP), dan panas total yang diserap evaporator dari udara yang didinginkan (Q_{total}).

Gambar 3.1 menunjukkan bahwa pada evaporator dengan posisi horizontal, mesin menghasilkan massa air terbanyak yaitu 0,511 kg/7jam. Sedangkan pada posisi miring 45°, mesin menghasilkan massa air sebanyak 0,494 kg/7jam dan pada posisi vertikal massa air yang dihasilkan sebesar 0,476 kg/7jam. Hal ini disebabkan karena posisi evaporator yang berbeda-beda menyebabkan berubahnya luas perpindahan panas pada sisi frontal dan terjadinya hambatan laju aliran air yang mengakibatkan kurangnya hasil embun yang dihasilkan. Namun pada penelitian posisi evaporator sebelumnya dengan menggunakan evaporator jenis parallel, dengan luasan sisi frontalnya lebih besar pada posisi evaporator horizontal akan tetapi embun yang didapatkan pada posisi horizontal itu kecil yang menyebabkan kurangnya massa air yang dihasilkan. Hasil penelitian mendapatkan bahwa evaporator yang diletakkan secara vertikal mampu menghasilkan air dengan jumlah terbanyak, yaitu 0,3537 kg/7 jam dibandingkan dengan posisi evaporator yang lainnya (Dirgantara, 2020).



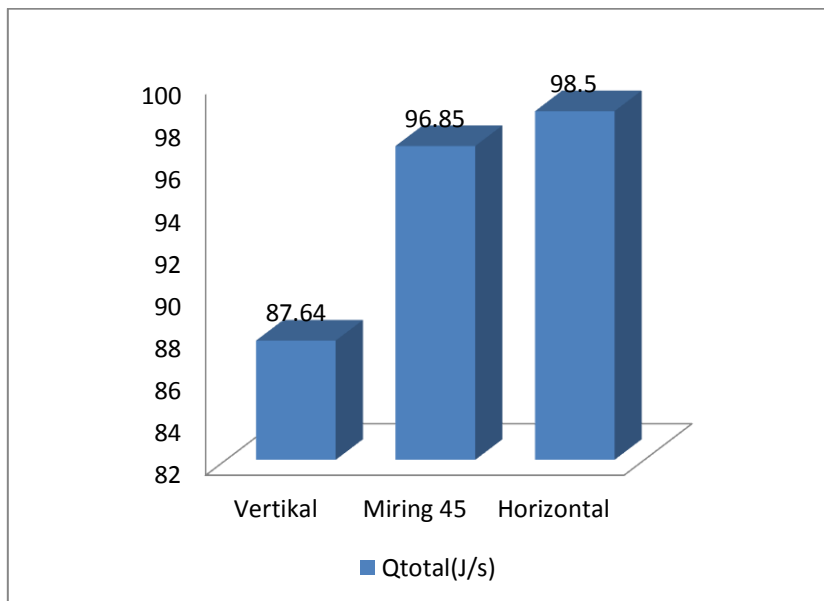
Gambar 3. 1 Rata-rata air yang dihasilkan dari 3 variasi yang masing-masing diulang 3 kali

COP adalah perbandingan beban kalor dengan kerja kompresor. COP rata-rata dari 3 variasi selama 3 hari dapat dilihat pada gambar 3.2. Gambar 4.4 menunjukkan bahwa COP tertinggi terjadi pada posisi evaporator horizontal yaitu 5,18 dan nilai COP terendah terjadi pada posisi evaporator vertikal yaitu 4,82. Hal ini karena pada posisi evaporator vertikal, rata-rata kerja kompresor (W_{in}) dan kalor yang diserap oleh evaporator (Q_{in}) lebih besar daripada variasi lainnya.



Gambar 3.2 COP rata-rata dari 3 variasi yang masing-masing diulang 3 kali

Panas total yang diserap oleh evaporator dari udara yang didinginkan dari 3 variasi dapat dicari dengan menjumlahkan $\dot{Q}_{\text{udara kering}}$, \dot{Q}_{uap} dan \dot{Q}_{air} dimana data hasil perhitungan dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Panas total rata-rata yang diserap evaporator dari udara yang didinginkan dari 3 variasi yang masing-masing diulang 3 kali

Gambar 3.3. Diatas menunjukkan bahwa panas total rata-rata yang diserap evaporator dari udara yang didinginkan tertinggi terdapat pada variasi posisi horizontal 98,5 J/s, dan panas total rata-rata yang paling rendah diserap evaporator dari udara yang didinginkan yaitu pada variasi posisi vertikal 87,64 J/s. Hal ini disebabkan oleh selisih suhu udara masuk dan udara keluar rata-rata terendah pada variasi posisi horizontal, nilai selisih suhu udara masuk dan udara keluar rata-rata pada setiap variasi evaporator berturut-turut, posisi horizontal sebesar 5,2°C, posisi miring 45° sebesar 4,2°C dan vertikal sebesar 3,5°C, perbedaan suhu tersebut dikarenakan faktor cuaca pada saat penelitian yang berubah-ubah. Serta laju aliran massa udara kering lebih tinggi pada variasi posisi vertikal dibandingkan dengan variasi lainnya. Adapun rata-rata laju aliran kalor yang diserap dari udara kering, uap dan embun untuk variasi posisi vertikal adalah 40,07 J/s, 1,44 J/s dan 46,11 J/s.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh posisi evaporator terhadap massa air yang dihasilkan dari mesin *air-water harvester* untuk kompresor ½ PK dan refrigeran 134-a dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Semakin besar luas sisi frontal pengembunan yang dilewati udara pada evaporator, semakin banyak massa air yang dihasilkan.
2. Massa air tertinggi sebanyak 0,511 kg/7 jam dihasilkan dengan menggunakan variasi posisi evaporator horizontal.
3. COP tertinggi yakni 5,18, diperoleh pada variasi luasan perpindahan panas evaporator horizontal.
4. Laju aliran panas total yang diserap evaporator dari udara tertinggi terjadi pada variasi posisi evaporator horizontal yaitu sebesar 98,5 J/s.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmoko, Y. W. (2018). *Karakteristik Mesin Penghasil Air dari Udara Menggunakan Mesin Siklus Kompresi Uap Dengan Tambah Kipas Pemadat Udara Berkecepatan Putaran Kipas 300 RPM dan 350 RPM*. Yogyakarta: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma, Skripsi.
- Azari, A. (2022). *Pengaruh Diameter Pipa Evaporator Terhadap Massa Air Yang Dihasilkan Dengan Sistem Kompresi Uap*. Mataram: Fakultas Teknik Universitas Mataram, Skripsi.
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah, P. (2019, 07 16). NTB Satu Data. Diambil kembali dari Wilayah Terdampak Bencana Kekeringan di Provinsi NTB: <https://data.ntbprov.go.id/dataset/wilayah-terdampak-bencana-kekeringan-di-provinsi-ntb>. Diakses pada hari Kamis, 28 Juli 2022.
- Dirgantara, R. P. (2020). *Pengaruh Posisi Evaporator Terhadap Jumlah Air Embun Yang Dihasilkan Dengan Menggunakan Sistem Kompresi Uap*. Mataram: Fakultas Teknik Universitas Mataram, Skripsi.
- Faroni, A. (2022). *Pengaruh Diameter Pipa Unit Pengembun Terhadap Massa Air Yang Dihasilkan Dari Air-Water Harvester*. Mataram: Fakultas Teknik Universitas Mataram, Skripsi
- Gaol, C. (2019). *Mesin Penghasil Air Dari Udara Dengan Menggunakan Komponen Air Conditioner 3/4 PK*. Yogyakarta: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma, Skripsi
- [Free online Psychrometric Calculator \(hvac-calculator.net\)](https://www.hvac-calculator.net/)
- Khafidhin, A. (2018). *Berbagai cara memanen air dari Udara*. Diambil kembali dari Warstek: <https://warstek.com; survival>. Diakses pada hari Kamis, 28 Juli 2022.
- Long, C., & Sayma, N. (2010). *Heat Transfer: Exercises*. Bookboon.
- Mirmanto, M., Made, W., & Najib, A. (2022). *Effecof capillary tube length on mass of water production*. Mataram, NTB: International Journal of Advances in Engineering and Management.
- 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 Enggineering*.
- Najib, A. A. (2021). *Pengaruh Variasi Panjang Pipa Kapiler Terhadap Air Yang Dihasilkan Dari Udara Menggunakan Sistem Kompresi Uap*. Mataram: Fakultas Teknik Universitas Mataram, Skripsi
- Prasetya, I. (2022). *Pengaruh Tekanan Unit Pengembun Pada Mesin Air-Water Harvester Terhadap Massa Air Yang Dihasilkan*. Mataram: Fakultas Teknik Universitas Mataram, Skripsi.
- Prasetyo, A. (2018). *Karakteristik Mesin Penangkap Air Dari Udara Yang Menggunakan Komponen Mesin AC 1,5 PK*. Yogyakarta: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma, Skripsi: <http://researchgate.net>. Diakses pada hari Kamis, 28 Juli 2022.
- Riswoko. (2018). *Mesin Penangkap Air Dari Udara Menggunakan Siklus Kompresi Uap Dengan Kecepatan Putar Kipas 400 Rpm Dan 450 Rpm*. Yogyakarta: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma, Skripsi.