



Contents list available at [Sinta](https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/armatur)

ARMATUR

: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur

Journal homepage: <https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/armatur>



Analisis pengaruh kecepatan udara masuk PAWG terhadap volume kondensat, kinerja sistem, P_{sys} dan COP

Ben V. Tarigan^{1*}, Yohanes V. Gere², Muhamad Jafri³, Defmit B. N. Riwu⁴, Dominggus G. H. Adoe⁵

¹⁻⁵ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana
Jl. Adisucipto Penfui, Kupang, Indonesia

ARTICLE INFO

Keywords:

Portable atmospheric water generator
Thermal electric
Intake air velocity
Coefficient Of Performance

ABSTRACT

Water is one of the natural resources that is needed for the life of living things. Almost all activities require clean water, both for the metabolism of living things, agriculture and industry and is a major need. So that the availability of clean water sources needs to be maintained and looking for new sources. One source of clean water is atmospheric air which is very abundant. By using a water generator from stable atmospheric air, where the air enters the PAWG system in which there is a thermoelectric which can form a temperature difference in order to convert water into water vapor which then becomes condensate. The PAWG performance tested here is the inlet air velocity with variations of 0.27 m/s, 0.52 m/s and 0.97 m/s. The results show that the inlet air velocity affects the volume of condensate water and the performance of the P_{sys} and COP systems. The higher the air velocity, the greater the volume of condensate water generated and the higher the P_{sys} . But the results are different for COP, where the highest COP occurs at an inlet air speed of 0.52 m/s followed by a speed of 0.27 m/s and the smallest is 0.97 m/s.

Pendahuluan

Bumi yang kita huni ini sebagian besar ditutupi air. Namun, 97% air tersebut adalah air laut, dan hanya 3% saja yang merupakan air tawar. Sebanyak 3% air tawar ini, hanya sepertiganya saja yang dapat digunakan oleh manusia, karena sebagian besarnya terdapat di daerah kutub, atau jauh di bawah permukaan tanah [1]. Padahal kita ketahui bahwa semua makhluk hidup memerlukan air untuk membantu metabolisme dan kelangsungan hidup.

Karena itu diperlukan persediaan air yang cukup banyak untuk memenuhi kebutuhan.

Kebutuhan air bersih semakin hari semakin meningkat sedangkan penyediaan air bersih semakin menurun. Tentu hal ini dapat menyebabkan terjadinya krisis air bersih [2]. Peneliti lain [3], menemukan bahwa dua pertiga dari populasi global (4,0 miliar orang) hidup dalam kondisi kelangkaan air yang parah setidaknya satu bulan per tahun. Selanjutnya menurut [4], setengah miliar orang di dunia mengalami kelangkaan air yang parah sepanjang tahun.

*Corresponding author: muhamad_jafri@staf.undana.ac.id
<https://10.24127/armatur.v4i1.3432>

Received 18 February 2023; Received in revised form 22 February 2023; Accepted 24 February 2023
Available online 1 March 2023

Diperkirakan pada tahun 2030, hampir seluruh penduduk dunia akan hidup dalam keadaan kekurangan air. Untuk itu perlu diperhatikan dan dijaga ketersediaan sumber daya air agar pemenuhan kebutuhan air tetap lestari.

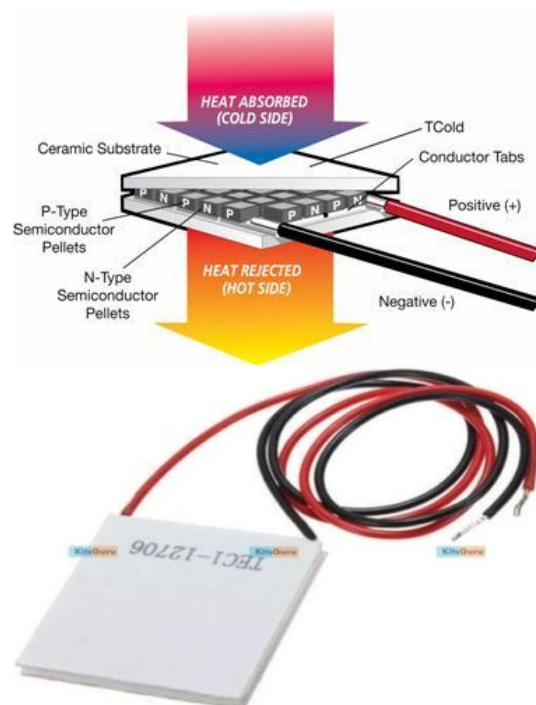
Padahal mulanya bumi ini dipenuhi oleh permukaan air, tetapi seiring dengan meningkatnya tekanan populasi, jumlah permukaan air tersebut semakin menipis dan mau tidak mau kita harus mencari sumber air lain [5]. Salah satu sumber air yang persediaannya sangat banyak, murah dan bersih adalah udara atmosfer.

Udara atmosfer mengandung sejumlah besar air dalam bentuk uap diperkirakan mengandung lebih dari $12,9 \times 10^{12} \text{ m}^3$ air terbarukan, yang lebih dari jumlah total air tawar yang tersedia di rawa-rawa, lahan basah dan sungai di Bumi [6]. Uap air dalam jumlah tersebut hampir 30% air belum dimanfaatkan. Peningkatan efisiensi pemanfaatan udara atmosfer, merupakan salah satu upaya yang harus ditingkatkan [7]. Mengekstraksi udara sebanyak itu dapat dilakukan melalui proses kondensasi uap air. Proses ini dapat menggunakan atau mengimplementasikan perangkat seperti pembangkit air dari atmosfer (AWG) [5], [8], dan yang dikembangkan saat ini adalah alat penghasil air dari udara atmosfer portabel (*Portabel Atmospheric Water Generators*) PAWG [9], yang memiliki karakteristik ukuran lebih kecil, bobot lebih ringan, dan konsumsi daya lebih rendah [10]. Alat PAWG ini mampu mengubah kelembaban udara atmosfer secara langsung menjadi air yang dapat digunakan dan bahkan menjadi air minum [8].

Kelembaban merupakan banyaknya kandungan uap air dalam udara [11]. Kelembaban dapat dianalisis dalam beragam cara yaitu *mixing ratio*, *specific humidity* dan *relative humidity*. Dalam PAWG terdapat sebuah komponen yang berperan penting untuk mengubah udara atmosfer menjadi air yaitu modul *thermoelectric cooling* (TEC). Untuk mengetahui temperatur titik embun dari

suatu lokasi perlu mengetahui temperatur dan kelembapan udara pada saat itu. Untuk kelembapan udara 100% maka temperatur titik embun sama dengan suhu lingkungan.

Modul thermoelectric adalah alat yang dapat menimbulkan perbedaan temperatur ketika modul diberikan tegangan listrik searah. Selama beberapa dekade terakhir, teknologi pendinginan termoelektrik (TEC) yang menggunakan efek Peltier untuk menciptakan fluks panas antara sambungan dua jenis bahan yang berbeda telah menarik perhatian besar di seluruh dunia. Prinsip kerja pendingin termoelektrik menggunakan efek *peltier* yaitu pada saat elemen *peltier* dialiri energi listrik DC pada pasangan sel semi konduktor tipe P (memiliki tingkat energi yang rendah) dan semi konduktor tipe N (memiliki tingkat energi lebih tinggi) maka akan menyebabkan salah satu sisi elemen *peltier* menjadi dingin (proses penyerapan kalor) dan sisi satunya lagi menjadi panas [12].



Gambar 1. Elemen Peltier [13]

Selain modul thermoelectric juga terdapat fan untuk mensuplai sirkulasi aliran udara yang dibutuhkan [14], yang menghembuskan udara ke *heatsink* untuk membantu proses kondensasi. Kondensasi

merupakan keadaan dimana terjadi perubahan fisik uap dari fase gas menjadi fase cair. Banyaknya uap air yang dapat ditampung oleh udara disebut dengan kelembapan. Kelembapan udara dapat memberikan solusi kelangkaan air bersih [6]. Penggunaan heat sink internal, kuantitas air yang dihasilkan per 10 jam meningkat sebesar 81% dibandingkan tanpa heat sink internal [15]. Merancang *heat sink* microchannel menggunakan air atau udara sebagai pendingin dapat menghilangkan panas [16]. Orientasi heatsink termoelektrik harus dipertimbangkan untuk mengoptimalkan laju pengumpulan air pada kondisi kelembapan tinggi untuk heatsink pendingin termoelektrik [17].

Sebelum memilih perangkat yang efisien, beberapa parameter harus ditentukan yaitu temperatur permukaan dingin (T_C) dan temperatur permukaan panas (T_H). T_H ini menggabungkan dua parameter utama, yang pertama efisien perangkat yaitu antara temperatur permukaan panas perangkat dan temperatur lingkungan sekitar. Kedua, temperatur lingkungan sekitar tempat pembuangan panas [8]. Temperatur permukaan dingin (T_C) dan temperatur permukaan panas (T_H) tergantung pada suhu udara yang masuk pada sistem PAWG.

Kinerja generator air atmosfer tergantung pada kondensasi, dan proses kondensasi dipengaruhi oleh geometri (bentuk) sirip, material dan permukaan sirip, dan parameter termofisika [17]. Volume air yang dihasilkan PAWG, juga sangat tergantung pada volume udara atmosfer yang masuk ke dalam sistem. Sedangkan laju aliran volume udara yang masuk dipengaruhi oleh kecepatan udara masuk dan luas saluran masuk. Dengan konstruksi luas saluran tetap, kecepatan udara masuk perlu divariasikan.

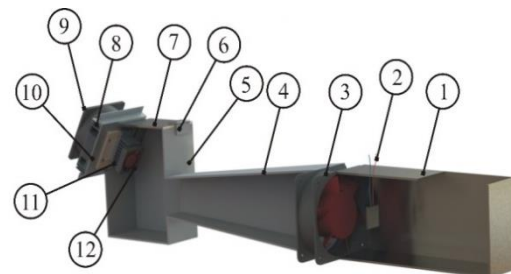
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan udara masuk terhadap prestasi kerja sistem dan produksi air kondensat PAWG dengan sudut heatsink 70° .

Orientasi sudut heatsink mengacu pada penelitian sebelumnya [17].

Metode Penelitian

Pengambilan data dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Nusa Cendana, pada jam 08:00 AM tanggal 21 Juni 2022 sampai dengan jam 08:00 AM tanggal 22 Juni 2022. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah; *Power supply 12V 40A Switching Trafo Jaring* dengan kipas Fan (Dimensi barang: 24x12,5x6,5cm), Elemen Peltier (*Brand Name : Generic*, EAN : 6329161934776, *Item Wight : 20.0 grams*, *Manufacturer Series Number : KG103*), Fan udara masuk ke ruang pengembunan (*Size : 12 x 12 x 1.3cm*, *Fan interface : 2.0 2 pin*, *Voltage : AC12V±20%*, *Rotate speed : 3000 rpm±15%*, *Wire Length : 10cm*), Fan *heatsink* sisi panas (*Size : 9*9*2.5cm*, *Current : 0.30A*, *Rotate speed : 2500 rpm*, *Frequency : 50/60Hz*, *Voltage : DC 12V*), *Air heater 220°C* (*Size : 2 x 3 x 0.5cm*, Daya : 1-30 w, Tegangan DC 12 V), Gelas ukur (Kapasitas volume gelas ukur : 0-120 ml), Hot Wire Anemometer 01-(Warna hitam, Berat 12kg, SKU KW0600653, Komoditas 25 m/s, *Warranty 12 months*). Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah; heatsink luar (Panjang : 10cm, Jumlah sirip : 21), *Heatsink Dalam* (-Panjang : 4 cm, Jumlah sirip : 8), Akrilik (Akrilik 2 mm).

Alat PAWG dapat dilihat pada gambar 2. berikut ini;



(a)



(b)

Keterangan : 1. Box udara masuk, 2. Air heater, 3. Fan udara masuk, 4. Corong udara masuk, 5. Ruang pengembunan, 6. Engsel, 7. Penutup alat *converter portable*, 8. *Heatsink* panas, 9. Fan *heatsink* sisi panas, 10. Peltier, 11. *Heatsink* dingin, 12. Fan *heatsink* sisi dingin.

Gambar 2. (a) Skema sistem alat PAWG, (b) Instalasi sistem alat PAWG

Data-data yang diukur dalam adalah temperatur dalam box, temperatur Peltier sisi dingin, temperatur Peltier sisi panas, temperatur udara masuk, temperatur lingkungan menggunakan data logger termokopel, kelembaban luar dan kelembaban dalam box menggunakan data logger suhu dan kelembaban Elitech RC-4Hac, serta produksi air tawar menggunakan gelas ukur.

Prosedur penelitian adalah diawali dengan menempatkan 3 buah alat uji PAWG yang mewakili 3 variabel bebas yaitu kecepatan udara masuk menggunakan fan 0.27 m/s, 0.52 m/s, dan 0.97 m/s. Ketiga alat tersebut ditempatkan pada ruang terbuka menghadap ke utara. Menempatkan alat ukur yaitu data logger termokopel, kelembaban luar dan kelembaban dalam box menggunakan data logger suhu. Pengambilan data dilakukan secara realtime setiap 2 jam selama 24 jam mulai pukul 08.00 WIB hingga pukul 08.00 WIB keesokan harinya.

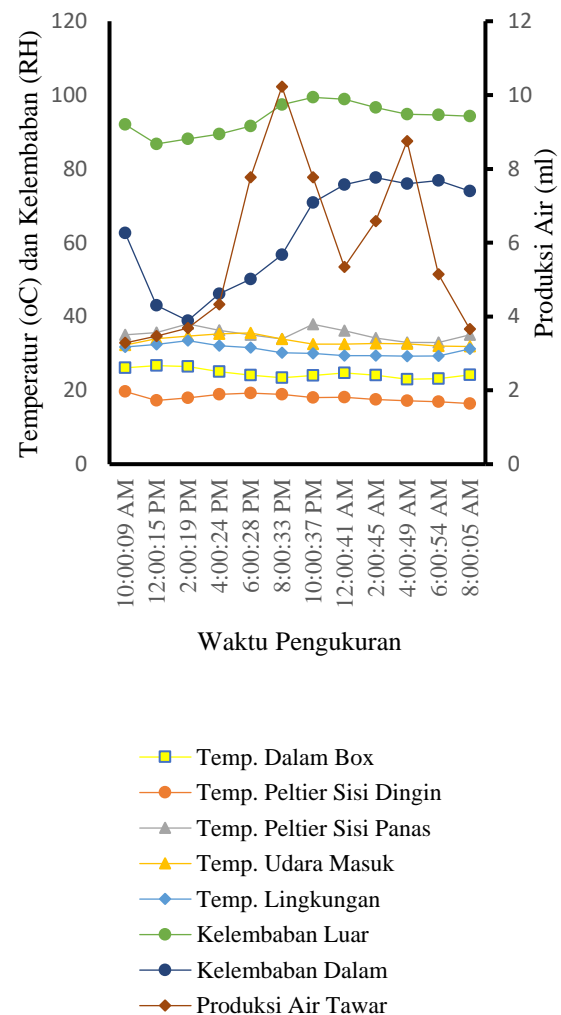
Data-data hasil pengukuran dibuat dalam bentuk grafik hubungan antara variabel pengujian untuk setiap variable bebas. Selanjutnya data-data ini juga diolah menggunakan rumus-rumus untuk mengetahui kinerja sistem PAWG melalui analisis COP (*coefficient of performance*)

serta analisis kinerja yang dikembangkan. Hasil pengolahan data dibuat dalam bentuk grafik untuk dibahas.

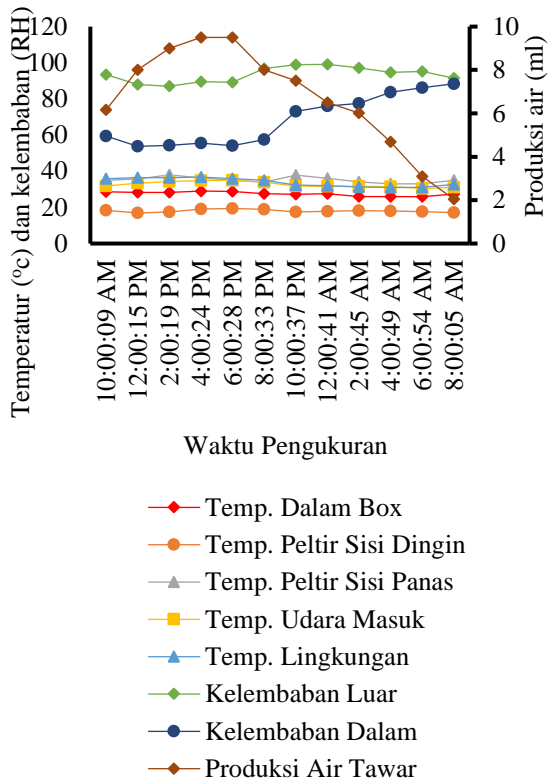
Hasil dan Pembahasan

Data hasil pengukuran

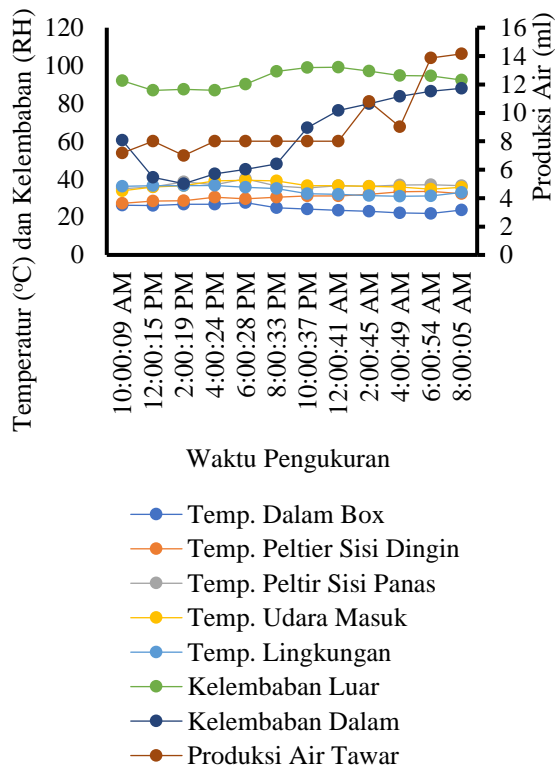
Data-data hasil pengujian perubahan kecepatan udara masuk dengan variasi 0.27 m/s pada box I, 0.52 m/s pada box II dan 0.97 m/s pada box III terhadap produktifitas air dibuat grafik adalah temperatur lingkungan (T_A), temperatur udara masuk (T_{in}), kecepatan udara masuk (v_{in}), dibuat grafik seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3, 4 dan 5 berikut ini.



Gambar 3. Grafik hubungan antara temperatur, kelembaban dan prduksi air terhadap kecepatan udara masuk 0.27 m/s untuk setiap waktu pengukuran.



Gambar 4. Grafik hubungan antara temperatur, kelembaban dan prduksi air terhadap kecepatan udara masuk 0.52 m/s untuk setiap waktu pengukuran



Gambar 5. Grafik hubungan antara temperatur, kelembaban dan prduksi air terhadap kecepatan udara masuk 0.97 m/s untuk setiap waktu pengukuran.

Analisis data

Data-data yang diolah dalam penelitian ini adalah data spesifikasi fan seperti dan elemen Peltier. Data ini diolah menggunakan rumus-rumus untuk memperoleh unjuk kerja sistem serta *Coeffisient Of Performance* sistem yang digunakan. Untuk menganalisis kinerja sitem PAWG dapat menggunakan persamaan yang dikembangkan oleh [9].

$$P_{sys} = \frac{W_{g/jam}}{P_{AWG}} \left[\frac{ml/jam}{W} \right]$$

dimana :

$W_{g/jam}$: laju aliran air yang dihasilkan dalam ml/jam

P_{AWG} : daya yang dikonsumsi

Debit aliran air yang dihasilkan $W_{g/jam}$ dapat diperoleh dari persamaan.

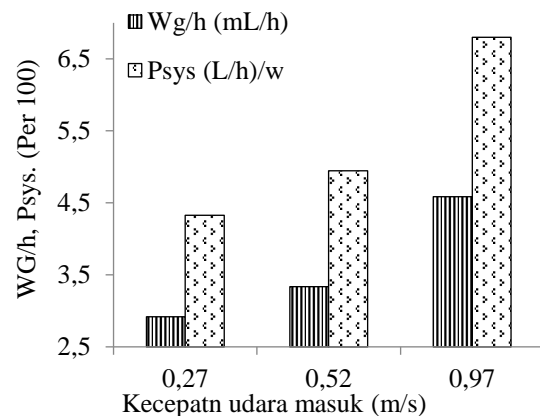
$$W_{g/jam} = \frac{W_{AWG}}{t}$$

Sedangkan untuk menganalisis daya yang dikonsumsi system (P_{AWG}) menggunakan persamaan.

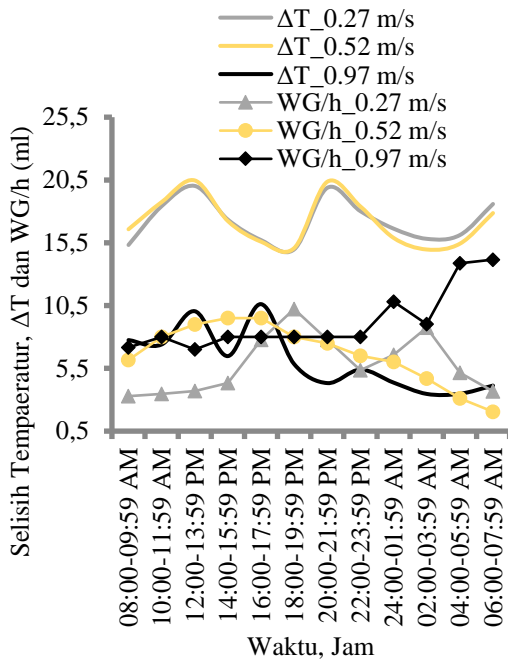
$$P_{AWG} = P_{FAN 1} + P_{FAN 2} + PC$$

Tabel 1. Hasil analisis total konsumsi daya dan kinerja sistem (PAWG)

Kecepatan Udara Masuk	W_g/h (ml/h)	PAWG (w)	P_{sys} (l/h)/w
0.27	2.917	67.4	0.043
0.52	3.334	67.4	0.049
0.97	4.584	67.4	0.068



Gambar 6. Hubungan total $W_{G/h}$ dan P_{sys} terhadap kecepatan udara masuk.



Gambar 7. Hubungan antara selisih temperatur ΔT dan $W_{G/h}$ terhadap variasi kecepatan udara masuk untuk setiap jam pengujian.

Gambar 6 menunjukkan bahwa kinerja sistem (P_{sys}) hanya dipengaruhi oleh volume kondensat yang dihasilkan ($w_{g/h}$). Pada kecepatan udara 0.27 m/s, volume kondensat ($w_{g/h}$) yang dihasilkan adalah 2.917 ml/jam, dan kinerja alat PAWG (P_{sys}) adalah 0.043 (m/h)/w. Pada kecepatan udara 0.52 m/s, volume kondensat ($w_{g/h}$) yang dihasilkan meningkat menjadi 3.334 ml/jam, diikuti dengan peningkatan kinerja alat PAWG (P_{sys}) sebesar 0,049(l/h)/w. Pada kecepatan udara masuk 0.97 m/s, volume kondensat ($w_{g/h}$) yang dihasilkan meningkat sampai 4.484 m/s, diikuti peningkatan kinerja alat (P_{sys}) sebesar 0,068 (l/h)/w. Ketiga variasi kecepatan udara masuk, semakin tinggi kecepatan udaran masuk semakin besar volume kondensat yang di hasilkan serta P_{sys} . Kecepatan udara masuk 0.97 m/s baik volume kondensat yang dihasilkan maupun kinerja alat PAWG adalah maks udaraimal. KecepatanLuas permukaan heat sink sangat memengaruhi kinerja alat PAWG dan volume kondensat.

Grafik pada gambar 7 merupakan hasil analisis data hubungan antara selisih temperatur ΔT antara temepatur pada sisi panas Peltier T_H dan sisi dingin Peltier T_C ,

serta volume kondensat $w_{g/h}$ untuk masing-masing media uji dengan variasi kecepatan udara masuk 0.27 m/s, 0.52 m/s, dan 0.97 m/s setiap 2 jam. Diperoleh bahwa udara masuk sistem berpengaruh terhadap ΔT dan volume air kondensat. Untuk volume air kondensat linear terhadap kecepatan udara masuk, namun untuk ΔT justru pada kecepatan 0.97 m/s mengalami penurunan ΔT , sedangkan yang tertinggi terjadi pada kecepatan udara masuk 0.27 m/s, 0.52 m/s. Temperatur udara masuk serta kelembaban dalam media uji juga berpengaruh terhadap $w_{g/h}$. Ketika temperatur udara masuk tinggi dan bertambah, pada saat melewati sisi panas Peltier akan meningkatkan kandungan uap air dalam udara. Uap air ketika melewati permukaan dingin yaitu pada sisi dingin Peltier yang teperturnya lebih rendah dari titik pengembunan maka uap air terkondensasi atau menjadi kondensat. Proses kondensasi ini juga menunjukkan pelepasan kalor ke lingkungan melalui fan keluar. Hal yang sama juga dengan faktor kelembaban udara dalam sistem. Kondensasi terbentuk ketika udara di dalam sistem tidak dapat menahan tingkat kelembaban. Kita tau bahwa kenaikan temperatur akan mempengaruhi properties udara itu sendiri seperti masa jenisnya, viscositasnya, serta tekanan udara.

Analisis selanjutnya adalah anailisis COP (*Coeffisient Of Performance*). Data-data yang dipakai dalam analisis COP adalah temperatur sisi dingin Peltier, temperatur sisi panas Peltier, luas heat sink, kecepatan udara masuk, daya fan, daya peltier dan temperatur udara masuk. *Coefficient of Performance* (COP) [18]:

$$COP = \frac{\text{Output, tujuan}}{\text{Efek input}} \quad (3)$$

Output atau tujuan dari sistem PAWG adalah efek kondensasi, sedangkan efek inputnya adalah energi yang diserap oleh Peltier maupun fan. Sehingga persamaan (3) menjadi;

$$COP = \frac{\text{Efek kondensasi}}{P_{\text{masuk}}} \quad (4)$$

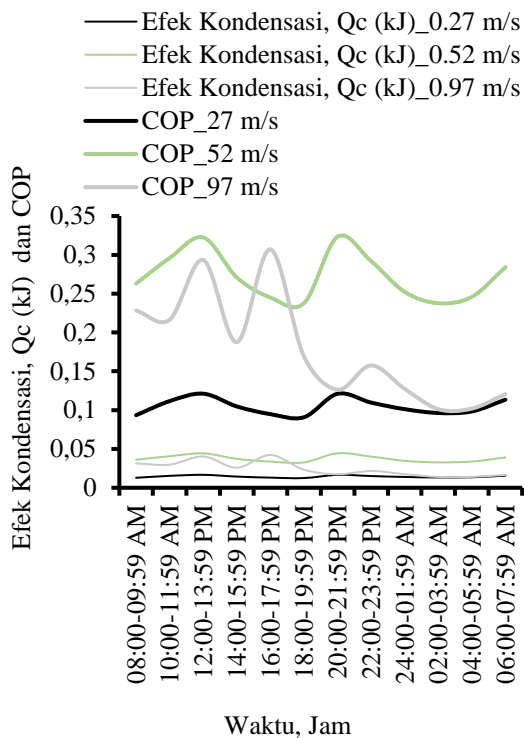
Menurut [19], pengertian COP adalah kalor yang diserap pada sisi dingin Q_c dibagi dengan daya masukan: $COP = Q_c/P_{masuk}$. Jadi dalam penelitian ini, yang merupakan Q_c adalah efek kondensasi sedangkan P_{masuk} adalah $P_{fan} + P_{peltier}$.

$$COP = \frac{Q_c}{P_{masuk}} = \frac{Q_c}{P_{fan} + P_{peltier}} \quad (5)$$

dimana;

$$Q_c = \dot{m}(h_{panas} - h_{dingin}) \quad (6)$$

Hasil analisis dapat dilihat pada grafik berikut ini;



Gambar 8. Hubungan antara efek kondensasi dan COP terhadap kecepatan udara masuk untuk setiap jam pengambilan data.

Setelah data-data dianalisis, diperoleh bahwa kecepatan udara masuk sistem berpengaruh terhadap PAWG. Grafik pada gambar 8 menunjukkan bahwa efek kondensasi dan COP maksimum terjadi pada kecepatan udara masuk 0.52 m/s. Terjadi penurunan untuk kecepatan udara masuk 0.27 m/s dan yang paling rendah terjadi pada kecepatan udara masuk 0.97 m/s. Luasan, kecepatan udara masuk dan densitas udara sangat mempengaruhi nilai laju aliran massa udara yang masuk ke dalam PAWG. Densitas kita ketahui merupakan fungsi temperatur atau berubah

ketika temperatur berubah dimana ketika temperatur udara turun, densitas naik dan sebaiknya ketika temperatur naik densitas turun. Laju aliran massa udara serta selisih antara temperatur sisi panas Peltier dan temperatur sisi dingin Peltier mempengaruhi efek kondensasi. Semakin tinggi nilai laju aliran massa dan selisih temperatur maka semakin tinggi nilai efek kondensasi yang didapatkan, begitupun sebaiknya. Efek kondensasi dan daya yang dikonsumsi sistem merupakan parameter yang mempengaruhi COP (koefisien performans) sistem. Hubungan antara Efek kondensasi dan daya yang dikonsumsi sistem terhadap COP adalah berbanding lurus terhadap efek kondensasi dan berbanding terbalik terhadap daya yang dikonsumsi sistem.

Kesimpulan

Makalah ini menunjukkan kinerja alat pembangkit air dari udara yang bentuknya portabel (PAWG). Kinerja alat PAWG ini diperoleh dari hasil analisis volume kondensat, kinerja alat, P_{sys} dan COP. Kinerja alat P_{sys} dan COP dipengaruhi beberapa aspek seperti temperatur lingkungan (T_A), temperatur udara masuk (T_{in}), kecepatan udara masuk (v_{in}), temperatur dalam media uji (T_B), kelembaban dalam box (%), temperatur sisi panas Peltier (T_H), dan temperatur sisi dingin (T_C). Kecepatan aliran udaral yang ditetapkan sebagai variabel bebas adalah 0.27 m/s, 0.54 m/s dan 0.97 m/s Ketiga variabel ini menunjukkan hasil kinerja P_{sys} , volume kondensat dan COP yang berbeda, hal ini tentu menunjukkan bahwa kecepatan aliran udara masuk sistem memiliki pengaruh. Pengaruh kecepatan udara masuk adalah semakin tinggi kecepatan udara masuk, semakin tinggi pula air kondensat dan P_{sys} yang dihasilkan. Sementara untuk COP menunjukkan hasil yang berbeda dimana justru kecepatan udara 0.52 m/s yang tertinggi diikuti kecepatan 0.27 dan yang terkecil adalah 0.97 m/s.

Referensi

- [1] M. Moore, *A World without Walls: Freedom, Development, Free Trade and Global Governance Illustrated Edition*, Illustrate. Cambridge: Cambridge University Press; Illustrated edition, 2003. doi: <https://doi.org/10.1177/003231870305500217>.
- [2] D. Subhan, U. M. Tang, and F. Fatnanta, "Strategi Pemanfaatan Sumber Air Di Kabupaten Siak Untuk Pengembangan Unit Pelayanan Teknis Daerah (Uptd) Air Minum Kabupaten Siak," *Phot. J. Sain dan Kesehatan*, vol. 7, no. 01, pp. 11–18, Oct. 2016, doi: 10.37859/jp.v7i01.554.
- [3] M. Sajid, I. Hassan, and A. Rahman, "An overview of cooling of thermoelectric devices," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 78, pp. 15–22, Oct. 2017, doi: 10.1016/j.rser.2017.04.098.
- [4] F. UN-Water, "Coping with water scarcity- Challenge of the twenty-first century," 2007, [Online]. Available: www.worldwaterday07.org
- [5] G. M. Peters, N. J. Blackburn, and M. Armedion, "Environmental assessment of air to water machines—triangulation to manage scope uncertainty," *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 18, no. 5, pp. 1149–1157, Jun. 2013, doi: 10.1007/s11367-013-0568-2.
- [6] D. Milani, A. Qadir, A. Vassallo, M. Chiesa, and A. Abbas, "Experimentally validated model for atmospheric water generation using a solar assisted desiccant dehumidification system," *Energy Build.*, vol. 77, pp. 236–246, Jul. 2014, doi: 10.1016/j.enbuild.2014.03.041.
- [7] M. M. Mekonnen and A. Y. Hoekstra, "Sustainability: Four billion people facing severe water scarcity," *Sci. Adv.*, vol. 2, no. 2, 2016, doi: 10.1126/sciadv.1500323.
- [8] Aditya Nandy, Sharmi Saha, Souradeep Ganguly, and Sharmistha Chattopadhyay, "A Project on Atmospheric Water Generator with the Concept of Peltier Effect," *Int. J. Adv. Comput. Res.*, vol. 4, no. 15, pp. 481–486, Jun. 2014.
- [9] I. Casallas, M. Pérez, A. Fajardo, and C.-I. Paez-Rueda, "Experimental Parameter Tuning of a Portable Water Generator System Based on a Thermoelectric Cooler," *Electronics*, vol. 10, no. 2, p. 141, Jan. 2021, doi: 10.3390/electronics10020141.
- [10] S. Liu *et al.*, "Experimental analysis of a portable atmospheric water generator by thermoelectric cooling method," *Energy Procedia*, vol. 142, pp. 1609–1614, Dec. 2017, doi: 10.1016/j.egypro.2017.12.538.
- [11] C. Alaoui, "Peltier Thermoelectric Modul Modeling dan Evaluasi," *Int. J. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 114–121, 2011.
- [12] Mangsur, "Pengembangan cool tipe CB-02 Multifungsi Ramah Lingkungan Berbasis Termoelektrik untuk Kendaraan Roda Dua," Universitas Indonesia, Depok, 2010.
- [13] <https://www.amazon.in/Generic-Thermoelectric-Peltier-Cooler%20Cooling/dp/B00YUP56NC?th=1>, "Industrial and Scientific."
- [14] M. Eslami, F. Tajeddini, and N. Etaati, "Thermal analysis and optimization of a system for water harvesting from humid air using thermoelectric coolers," *Energy Convers. Manag.*, vol. 174, no. August, pp. 417–429, 2018, doi: 10.1016/j.enconman.2018.08.045.
- [15] V. P. Joshi, V. S. Joshi, H. A. Kothari, M. D. Mahajan, M. B. Chaudhari, and K. D. Sant, "Experimental Investigations on a Portable Fresh Water Generator Using a Thermoelectric Cooler," *Energy Procedia*, vol. 109, no. November 2016, pp. 161–166, 2017, doi: 10.1016/j.egypro.2017.03.085.

- [16] R. Chein and G. Huang, "Thermoelectric cooler application in electronic cooling," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 24, no. 14–15, pp. 2207–2217, Oct. 2004, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2004.03.001.
- [17] C. T. Hand and S. Peuker, "An experimental study of the influence of orientation on water condensation of a thermoelectric cooling heatsink," *Heliyon*, vol. 5, no. 10, p. e02752, Oct. 2019, doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e02752.
- [18] Yunus A. Çengel and Michael A. Boles, *Thermodynamics: An Engineering Approach*, 5th ed., vol. 1. Michigan: McGraw-Hill Higher Education, 2007.
- [19] [https://www.meerstetter.ch/customer-center/compendium/70-peltier-elements#COP.](https://www.meerstetter.ch/customer-center/compendium/70-peltier-elements#COP)"