Jurnal Vokasi Mekanika, Vol. 7, No. 2, May 2025
e-ISSN 2656-1697; p-ISSN 2656-2812

Effect of Hydrophobic Surface on Thermoelectric Cooling-Based Atmospheric Water Generator

Abdillah Irfan[1]* , Andre Kurniawan, Arwizet K, Yolli Fernanda

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Enginering, Universitas Negeri Padang, Kampus Air Tawar, Padang 25131, **INDONESIA**

*Corresponding author: abdillahirfan05@gmail.com
Received January 15th 2025; Revised April 24th 2025; Accepted April 30th 2025

Abstract

Water plays a very important role in daily life. Besides humans, other living beings also heavily depend on water to survive. With the increasing population and lack of innovation in addressing the clean water crisis, many regions in the world, including Indonesia, still experience drought or clean water crises. Therefore, new and efficient innovations are needed to produce clean water. One of the innovations that can be used is the atmospheric water generator (AWG) which utilizes the formation of water from the air or condensation. But conventional AWGs have several drawbacks, as they use a VCRS (vapor compression refrigerant system) that is heavy, large, and requires maintenance. Therefore In this research, thermoelectric is used as a cooling source. Where thermoelectric is less noisy, easy to obtain and assemble into a system, has a long lifespan without requiring maintenance. But thermoelectric has a drawback where cooling in thermoelectric is less efficient. Therefore, this research aims to used a hydrophobic surface as a condensation surface, which can accelerate the condensation process and increase the amount of water produced. This research uses an experimental method. Data were collected by conducting various experiments with different relative humidity variations. Research was also conducted on various surface areas and surface roughness, such as hydrophobic and non-hydrophobic. The research results show that surface area and surface roughness affect water production. The AWG using a surface area of 7 cm^2 can produce 6 ml/h of water and an efficiency of about 57.4% at a relative humidity of 73%. The AWG using a hydrophobic surface with an area of 7 cm^2 can produce 7.1 ml/h of water and an efficiency of about 67.9% at a relative humidity of 73%. With these research results, it can be concluded that the hydrophobic surface can increase the amount of water produced by the AWG by 0.6 mL/hour and improve the efficiency of the device by 10.5%.

Keywords: Water crisis, atmospheric water generator (AWG), Condensation, Thermoelectric, Hydrophobic

Jurnal Vokasi Mekanika, Vol. 7, No. 2, May 2025
e-ISSN 2656-1697; p-ISSN 2656-2812

Pengaruh Permukaan Hidrofobik pada Alat Penghasil Air Atmosferik Berbasis Pendingin Termoelektrik

Abstrak

Air memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Selain manusia mahluk hidup lain juga sangat bergantung pada air untuk bertahan hidup. Dengan meningkatnya populasi dan kurangnya inovasi dalam mengahadapi krisis air bersih mengakibatkan masih banyak daerah di dunia bahkan di Indonesia masih mengalami kekeringan atau krisis air bersih. Maka dari itu diperlukan inovasi baru dan efisien dalam menghasilkan air bersih. Salah satunya inovasi yang dapat digunakan adalah *atmospheric water generator* (AWG) yang memanfaatkan pembentukan air dari udara atau kondensasi. Tetapi AWG konvensional memiliki beberapa kekurangan dimana AWG tersebut menggunakan VCRS (*vapor compression refrigerant system*) yang berat, besar, dan memerlukan perawatan. Maka Pada penelitian kali ini menggunakan termoelektrik sebagai sumber dingin. Dimana termolektrik lebih tidak berisik, mudah diperoleh dan dirakit menjadi suatu sistem, memiliki masa pakai yang lama tanpa memerlukan perawatan. Tetapi termoelektrik memiliki kekurangan dimana pendinginan pada termoelektrik kurang efisien. Maka penelitian ini bertujuan menggunakan permukaan hidrofobik sebagai permukaan kondensasi dimana hal tersebut dapat mempercepat terjadinya kondensasi dan meningkatkan jumlah air yang dihasikan. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Data dikumpulkan dengan melakukan berbagai percobaan dengan berbagai variasi kelembapan relatif. Penelitian juga dilakukan pada berbagai luas permukaan dan kekasaran permukaaan seperti hidrofobik dan non-hidrofobik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas permukaan dan kekasaran permukaan berpengaruh pada produksi air, AWG yang menggunakan luas permukaan 7 cm² mampu menghasilkan air 6 ml/h dan efisiensi alat sekitar 57,4% pada kelembapan relatif 73%, AWG yang menggunakan permukaan hidrofobik dengan luas 7 cm² mampu menghasilkan air 7,1 ml/h dan efisiensi sekitar 67,9% pada kelembapan relatif 73%, Dengan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa permukaan hidrofobik dapat meningkatkan jumlah air yang dihasilkan oleh AWG sebesar 0,6 mL/jam dan meningkatkan efisiensi alat sebesar 10,5%.

Kata Kunci: Krisis air, *atmospheric water generator* (AWG), Kondensasi, Termoelektrik, Hidrofobik

I. PENDAHULUAN

Air sangat penting untuk kehidupan di Bumi, mencakup hampir 70% permukaan planet dan ada dalam berbagai bentuk seperti lautan, sungai, dan danau (Musyarofah, 2021). Tetapi jumlah air yang dapat diminum dan digunakan manusia untuk kegiatan sehari-hari hanya sekitar 3%. Dengan seiring berkembangnya jumlah penduduk maka kebutuhan akan air bersih juga akan meningkat. Hal tersebut akan mengakibatkan ketersediaan air bersih akan menipis.

Di Indonesia, dengan 270 juta jiwa pada tahun 2020, diproyeksi akan mengalami krisis ketersediaan air bersih pada tahun 2040. Hal tersebut didasarkan oleh peningkatan pemakaian air bersih selama beberapa tahun terakhir, dan diproyeksi akan terus meningkat seiring berkembangnya populasi di Indonesia. Untuk mengatasi kelangkaan air bersih di berbagai daerah di Indonesia, Dibutuhkan cara lain (alternatif) yang inovatif dalam mengatasi Krisi air bersih. Salah satu sumber air yang dapat dimanfaatkan adalah udara lingkungan (udara atmosfer) (Abdullah., 2023). Dengan kelembapan relative atmosfer Indonesia berkisar antara 70% hingga 90% (Arrashid et al., 2023) Indonesia menyimpan potensi yang besar sebagai penghasil air alternatif. untuk hal itu diperlukan suatu alat yang dapat mengektrak air yang berada di udara (atmosfer). Generator Air Atmosfer atau Atmospheric Water Generator (AWG). Banyak AWG bekerja sama dengan dehumidifier di mana udara dialirkan melalui kumparan pendingin, yang menyebabkan uap air mengembun. Kecepatan produksi air ditentukan oleh suhu sekitar, kelembapan, volume udara yang bergerak di atas kumparan, dan kemampuan pendinginan mesin.

AWG konvensional menggunakan sistem refrigerasi kompresi uap atau *vapor compression refrigerant system* (VCRS) yang berat, besar, dan memerlukan perawatan.

Alternatif yang mudah dirawat dan kompak adalah penggunaan konsep pendinginan termoelektrik atau *thermoelectric cooler* (TEC) melalui modul Peltier. Modul ini pada dasarnya adalah serangkaian semikonduktor pn yang umumnya didoping dengan bismut telurida kristal, dengan panas mengalir dari satu sisi ke sisi lain saat arus dc melewatinya, menghasilkan perbedaan suhu di kedua sisi, menyebabkan satu menjadi dingin dan yang lain menjadi panas. Fenomena ini disebut efek Peltier (Jhon et al,2022). Meskipun TEC kurang efisien dalam hal pendinginan dibandingkan VCRS, kita dapat memanfaatkan modul yang tidak berisik, mudah diperoleh dan dirakit menjadi suatu sistem, memiliki masa pakai yang lama tanpa memerlukan perawatan, dan yang terpenting tidak ada ketergantungan pada refrigeran. Untuk menggurangi kekurangan TEC kami sebagai peneliti menggunakan permukaan hidrofobik. Dimana permukaan yang memiliki tingkat kebasahan rendah, telah terbukti meningkatkan dan mendorong terjadinya kondensasi (Goswami, 2021). Dengan mempertimbangkan dampak lingkungan dari Refrigeran, TEC merupakan alternatif yang lebih ramah lingkungan.

Berdasarkan latar belakang di atas dapat diidentifikasikan beberapa permasalahan berikut ini:

1) Penggunaan sistem refrigerasi kompresi uap (VCRS) pada generator air atmosferik kurang efisien dikarenakan besarnya daya yang diperlukan dan memerlukan perawatan.
2) Tingkat produksi air yang rendah dibandingkan dengan generator air atmosferik berbasis (VCRS) mengakibatkan alat penghasil air berbasis termoelektrik pendingin kurang diminati.
3) Dengan inovasi *water generator atsmosperic* ini dapat meningkatkan jumlah air bersih dan mengurangkan krisis air yang terjadi di seluruh dunia

II. METODE PENELITIAN

Penelitian yang akan dilakukan oleh penulis adalah penelitian eksperimen. Penelitian eksperimental adalah penelitian yang dilakukan dengan pendekatan ilimiah, dimana sekumpulan variabel dijaga konstan sementara kumpulan subjek lainnya diukur sebagai subjek percobaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui produksi air yang dihasilkan alat penghasil air berbasis termoelektrik dan mengidentifikasi pengaruh permukaan hidrofobik dapat meningkatkan jumlah air yang dihasilkan.

Objek penelitian pada penelitian ini adalah jumlah air yang dihasilkan oleh alat penghasil air berbasis termoelektrik dan juga pengaruh dari permukaan hidrofobik terhadap alat tersebut. Pada penelitian ini memiliki beberapa variabel.

1) Variabel Terikat
   Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi akibatnya adanya variabel bebas pada penelitian ini variabel terikat yang digunakan adalah jumlah air yang dihasilkan.
2) Variabel Bebas
   Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi variabel terikat pada penelitian ini variabel bebas yang digunakan adalah Kelembapan dan suhu lingkungan.
3) Variabel Tetap
   Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan sehingga pengaruh variabel bebas dan variabel terikat tidak terpengaruh faktor luar pada penelitian ini variabel tetap yang digunakan adalah dimensi alat.

1)	2)	3)	4)	5)	6)

Gambar 1. Komponen-komponen Alat

Komponen-komponen yang digunakan pada rancangan penelitian ini adalah:

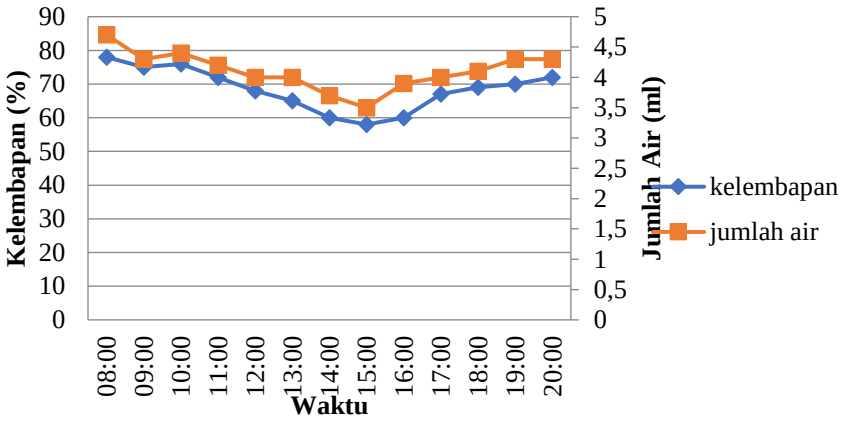
1) Termoelektrik
   Termoelektrik pada penelitian ini berfungsi sebagai sumber dingin untuk pemicu terjadinya kondensasi.
2) Heatsink
   Heatsink berfungsi sebagai alat peredam panas yang terjadi pada sisi panas termoelektrik sehingga sisi dingin dapat menghasikan suhu yang lebih dingin
3) Fan
   Fan pada penelitian memiliki 2 fungsi pertama sebagai pendingin heatsink agar heatsink dapat beroperasi dengan optimal dan kedua sebagai alat mengeluarkan udara dari alat sehingga udara didalam alat tidak terjebak dan mengubah uap air menjadi es akaibat udara pada alat terlalu dingin
4) Plat Tembaga
   Plat tembaga berfungsi sebagai permukaan terjadinya kondensasi
5) Power Supply
   Power supply berfungsi sebagai pengubah sumber listrik dari ac ke dc
6) Rangka
   Rangka berfungsi sebagai penompang alat dan juga sebagai perangkap udara kondensasi.

Pada penelitian ini peneliti mengumpulkan data kuantitatif berupa jumlah air dihasilkan alat penghasil air atmosferik berbasis termoelektrik. Untuk dapat menghasilkan data tersebut, peneliti membuat alat penghasil air berbasis termoelektrik. Peneliti menggunakan lembaran pencatatan untuk mengumpulkan data yang diperlukan untuk mengamati dan menentukan air yang dihasilkan dan kinerja alat penghasil air berbasis termoelektrik.

Dalam membuat alat penghasil air berbasis termoelektrik, peneliti membutuhkan termoelektrik, Heatsink, fan dan sebuah plat tembaga. Pertama - tama heatsink dan fan akan dihubungkan dengan baut disini fan digunakan untuk melepaskan panas yang ada pada sirip-sirip heatsink setelah itu heatsink dan plat tembaga akan dihubungkan dengan baut dimana termoelektrik akan berada di tengah plat dan heatsink untuk menghasilkan suhu dingin maka termolektrik yang harus memakai arus dc maka untuk dapat mengaliri energi listrik tersebut maka diperlukan adanya power supply. Setelah itu rangkaian tersebut akan ditempatkan pada atas rangka. Kemudian rangkaian tersebut akan ditempelkan pada dinding rumah dengan *double tape* dan akan dialiri listrik. pengujian dilakukan pada pukul 08.00-20.00 untuk melihat bagaimana suhu dan kelembapan di udara yang berbeda dapat mempengaruhi jumlah air yang dihasilkan. Setelah itu permukaan kondensasi alat tersebut yang merupakan plat tembaga akan diuji. Pertama-tama plat akan diuji dengan memodifikasi luas plat tersebut dengan 3 modifikasi 5 cm^2, 7 cm^2dan 9 cm^2 dan kedua permukaan akan diuji dengan memodifikasi kekasaran permukaan yaitu dengan permukaan hidrofobik dan permukaaan plat yang telah di amplas. Setelah pengujian maka peneliti mencatat jumlah air yang diproduksi oleh masing-masing permukaaan.

III. HASIL PENELITIAN

1. Pengujian Alat Terhadap Kelembapan



Gambar 2. Grafik Pengujian Alat Terhadap Kelembapan

Pada penelitian ini penulis akan menguji pengaruh kelembapan terhadap jumlah air yang dihasilkan. Pengujian kali ini akan dilakukan pada jam 08:00-20:00 dimana pada waktu itu terjadi perubahan pada kelembapan lingkungan.

Pada grafik dapat dilihat bahwa kelembapan dapat meningkatkan jumlah air yang dihasilkan. Jumlah air terbesar dihasilkan pada pukul 08:00 dimana kelembapan relatif lingkungan 78% dan menghasilkan air sebesar 4,7mL. Jumlah air paling sedikit yaitu 3,5 mL pada pukul 15:00 dimana kelembapan relatif lingkungan berkisar 58%. Dapat dilihat bahwa air yang dihasilkan berbandimg lurus dengan kelmbapan relatif pada lingkungan.

2. Pengujian pada Luas Permukaan yang Berbeda

Setelah penelitian pertama dapat disimpulkan bahwa kelembapan pada penelitian ini penulis menggunakan 3 jenis luas permukaan luas permukaan yang berbeda dimana masing-masing permukaan akan diuji dengan suhu dan kelembapan yang berbeda untuk melihat variasi jumlah yang dihasilkan pada berbagai permukaan.

Tabel 1. Hasil Pengujian pada Luas Permukaan

No.	Luas Permukaan (cm^2)	Suhu Lingkungan (°C)	Kelembapan Relatif	Suhu Permukaan (°C)	Volume Air yang Dihasilkan (mL)
1	5	32,3	67%	18,5	4,8
		29,8	70%	18,9	5,1
		28	73%	17,8	5,5
2	7	32,3	67%	20,2	5
		29,8	70%	19,9	5,4
		28	73%	19,5	6
3	9	32,3	67%	21	4,2
		29,8	70%	20,7	4,6
		28	73%	20,3	5

Setelah dilakukan pengujian maka dapat dilihat bahwa luas permukaan berbanding lurus dengan suhu permukaan maka dapat dikatakan semakin luas suatu permukaan benda maka suhu (panas yang dialirkan) semakin besar ini sesuai dengan rumus perpindahan secara konveksi.

$$H = k \cdot A \cdot \Delta T \quad (1)$$

Dimana semakin luas permukaan suatu benda maka semakin besar pula laju kalor pada benda tersebut.

3. Pengujian pada Permukaan Hidrofobik

Setelah menggetahui bahwa luas permukaan berperan sangat penting pada penelitian ini maka pada pengujian kali ini. Saya akan menguji apakah permukaan yang bersifat hidrofobik dapat meningkatkan volume air yang dihasilkan dan meningkatkan faktor contact pada permukaan alat.

Tabel 2. Hasil pengujian pada Permukaan Hidrofobik

No.	Luas Permukaan (cm^2)	Suhu Lingkungan (°C)	Kelembapan Relatif	Suhu Permukaan (°C)	Volume Air yang Dihasilkan (mL)
1	5	33,4	67%	17	5,3
		30,2	70%	16,7	5,5
		27,6	73%	16,4	5,9
2	7	33,4	67%	18,7	6
		30,2	70%	18,5	6,6
		27,6	73%	17,9	7,1
3	9	33,4	67%	20,9	5
		30,2	70%	20,4	5
		27,6	73%	20	5,7

Setelah melakukan pengujianpermukaan hidrofobik dapat menggurangi faktor contact pada permukaan dan volume air yang dihasilkan pun meningkat hasil yang didapatkan seperti diatas Pada penelitian.

IV. PEMBAHASAN

1. Analisis Data Efisiensi Alat

Setelah melakukan pengujian diatas maka pada analisis kami sebagai peneliti akan menghitiung COP coeficient of permormance. Untuk mendapatkan efisiensi model perlu dibandingkan antara hasil yang diperoleh dari pengujian dengan hasil berdasarkan perhitungan. Untuk mendapatkan hasil perhitungan air yang dapat dihasilkan oleh model maka didapatkan pada perhitungan sebagai berikut.

Laju Aliran Massa Udara

$$\dot{m} = \rho \cdot A \cdot \bar{V}\, kg/s \quad (2)$$

Keterangan :

$\dot{m}$ = Laju aliran massa udara masuk (kg/s)
ρ = Densitas Udara ($kg/m3$)
A = Luas saluran masuk ($m2$)
$\bar{V}$ = Kecepatan udara masuk (m/s)
$\dot{m} = \rho \cdot A \cdot \bar{V}\, kg/s$
$\dot{m}$ = 1,160 × 5 × 0,85
$\dot{m}$ = 4,93 kg/s

Laju Aliran Massa Air

Laju aliran massa air adalah suatu ukuran besaran massa air yang dihasilkan dari hasil kondensasi. Laju aliran massa air dapat dihitung menggunakan persamaan, yaitu:

$\dot{mw} = \dot{m}\ x\ w_{in} - w_{out}$ (3)

Keterangan :

w_{in} = Rasio Kelembapan Udara Masuk
w_{out} = Rasio Kelembapan Udara Keluar
$\dot{mw}$ = Laju aliran massa air
$\dot{mw}$ = 4,93 × (23,53 – 22,41)
$\dot{mw}$ = 10,45 mL

Efisiensi Alat

Efisiensi non-Hidrofobik

$$\eta = \frac{mw_1}{mw_2} \quad (4)$$

η = efisiensi
mw_1 = laju air pengujian
mw_2 = laju air perhitungan
$\eta_1 = \frac{6}{10,45}$
η_1 = 57,4%

Efisiensi Hidrofobik

$\eta_2 = \frac{mw_1}{mw_2}$
$\eta_2 = \frac{7,1}{10,45}$
η_2 = 67,9%

Peningkatan Efisiensi

$\Delta\eta = \eta_2 - \eta_1$ (5)
η_2 = 67,9%
η_1 = 57,4%
$\Delta\eta$ = 67,9% - 57,4%
$\Delta\eta$ =10,5%

Berdasarkan pengujian dan analisis yang telah dilakukan seperti diatas dapat disimpulkan bahwa dengan perbedaan luas permukaan dingin kelembapan dan jenis permukaan pada AWG dapat mempengaruhi jumlah air yang dihasilkan seperti pada pengujian pertama, kedua dan ketiga dimana ketika kelembapan pada lingkungan meningkat maka jumlah air pun meningkat. perbedaan permukaanpun dapat mempengaruhi jumlah air dimana ketika luas permukaan 7cm² maka jumlah air lebih banyak pada permukaan 5cm² dan 9cm² dimana semakin luas permukaan maka suhu permukaanpun meningkat tetapi luas dinginpun meningkat maka air yang dihasilkanpun meningkat dan ketika pengujian ketiga dimana jenis permukaan pada pengujian ini menjadi 2 dimana permukaan hidrofobik dan non-hidrofobik dan setelah dilakukan pengujian dapat dilihat jumlah air yang dihasilkan pada permukaan hidrofobik lebih banyak daripada permukaan non-hidrofobik dan juga meningkatkan efisiensi AWG sebesar 10,5% .

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1) Semakin luas permukaan dingin pada alat maka suhu permukaan meningkat.
2) Permukaan hidrofobik dapat menghasilkan jumlah air lebih banyak daripada permukaan non-hidrofobik dan meningkatkan efisiensi alat sebesar 10,5%.

VI. REFERENSI

Abdullah, A. A. (2023). *PENGGUNAAN HEATSINK TEMBAGA SEBAGAI PENGKONDENSASI AIR PADA ATMOSPHERIC WATER GENERATOR BERBASIS THERMOELECTRIC COOLER* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).

Arrashid, H., Sucahyono, D., Haryanto, Y. D., & Qomariyatuzzamzami, L. N. (2023). KONDISI DINAMIKA ATMOSFER SAAT HUJAN LEBAT DI KALIMANTAN SELATAN (PERIODE 12–17 JANUARI 2021). *Buletin Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika*, *3*(4), 32-44.

Astawa, K., Sucipta, M., & Negara, I. P. G. A. (2011). Analisa Performansi Destilasi Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Penyerap Radiasi Surya Tipe Bergelombang Berbahan Dasar Beton. *J. Ilm. Tek. Mesin Cakra M*, *5*(1), 7-13.

Chakib Alaoui (2011). "Peltier Thermoelectric Modules Modeling and Evaluation", International Journal of Engineering (IJE), Volume (5): Issue (1):2011.

Goswami, A., Pillai, S. C., & McGranaghan, G. (2021). Surface modifications to enhance dropwise condensation. *Surfaces and Interfaces*, *25*, 101143.

John, J., Zafar, H. R., Francis, J., James, A., Tharian, M. G., & Mathew, M. J. (2022). Design and optimization of an atmospheric water generator using thermoelectric cooling modules. *Materials Today: Proceedings*, *56*, 2563-2567.

Musyarofah, S. (2021). Ketersediaan Air Bagi Kehidupan: Studi Terhadap Asal-Usul dan Hilangnya Air di Bumi Perspektif Al-Quran dan Sains. *Ngabari: Jurnal Studi Islam dan Sosial*, *14*(1), 61-76.

Nandy, A., Saha, S., Ganguly, S., & Chattopadhyay, S. (2014). A project on atmospheric water generator with the concept of peltier effect. *International Journal of Advanced Computer Research*, *4*(2), 481.

Ongko, Y. B., & Tumbelaka, H. (2022). Pembuatan Alat Penghasil Air Dari Udara Menggunakan Peltier. *Jurnal Teknik Elektro*, *15*(2).

Putra, I., Winarta, A., & Santika, I. (2023). *Rancang Bangun dan Pengujian Prototipe Cooler Box Menggunakan Water Cooling Block dan Variasi Jumlah Fin Pada Cold Sink* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Bali).

Raghied Mohammed Atta (2011). Solar Water Condensation Using Thermoelectric Coolers, International Journal of Water Resources and Arid Environments 1(2): 142-145: 2011

Raveesh, G., Goyal, R., & Tyagi, S. K. (2021). Advances in atmospheric water generation technologies. *Energy Conversion and Management*, *239*, 114226.

Rezaee, B., Mahlouji Taheri, M., Pakzad, H., Fakhri, M., Moosavi, A., & Aryanpour, M. (2023). Enhancement of dropwise condensation heat transfer through a sprayable superhydrophobic coating. *Langmuir*, *39*(23), 8354-8366.

Setiyawan, D. (2017). Eksperimen Penghasil Air Tawar Dari Udara Menggunakan Thermoelektrik Cooler Untuk Kebutuhan Air Minum Di Lifeboat. *ITS, Surabaya*.

Suparlan, M. D., Jafri, M., & TARIGAN, B. V. (2023). Pengaruh Penggunaan Sistem Sekat Dalam Box Portable Atmospheric Water Generator Terhadap Unjuk Kerja Produksi Air, Efisiensi, COP, Pawg Sistem Alami. *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana*, *10*(02), 8-14.

Shahrokhi, F., & Esmaeili, A. (2023). Optimizing relative humidity based on the heat transfer terms of the thermoelectric atmospheric water generator (AWG): Innovative design. *Alexandria Engineering Journal*, *67*, 143-152.

Shourideh, A. H., Ajram, W. B., Al Lami, J., Haggag, S., & Mansouri, A. (2018). A comprehensive study of an atmospheric water generator using Peltier effect. *Thermal Science and Engineering Progress*, *6*, 14-26.

Song, Y., Zeng, M., Wang, X., Shi, P., Fei, M., & Zhu, J. (2024). Hierarchical Engineering of Sorption-Based Atmospheric Water Harvesters. *Advanced Materials*, *36*(12), 2209134.

Syawaluddin, S., & Muhaemin, M. (2013). ANALISA PENGARUH ARUS ALIRAN UDARA MASUK EVAPORATOR TERHADAP COEFFICIENT OF PERFORMANCE. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, *7*(1).

Yohana, E., Farizki, B., Sinaga, N., Endy Yulianto, M., & Hartati, I. (2019). Analisis Pengaruh Temperatur dan Laju Aliran Massa Cooling Water Terhadap Efektivitas Kondensor di PT. Geo Dipa Energi Unit Dieng.